

Министерство аграрной политики и продовольствия Украины
Таврический государственный агротехнологический университет

на правах рукописи

МИХАЙЛОВ ЕВГЕНИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

УДК. 631.362.3.004.4

**МЕТОДОЛОГИЯ ОБОСНОВАНИЯ СОСТАВА И
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ
СРЕДСТВ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА**
(на примере Юга Украины)

Специальность: 05.05.11 «Машины и средства механизации
сельскохозяйственного производства»

Диссертация
на соискание ученой степени
доктора технических наук

Научный консультант – доктор технических
наук, профессор В.А. Дидур

Мелитополь-2014

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	8
Раздел 1 Анализ современного уровня технической оснащенности послеуборочной обработки зерна	16
1.1 Условия функционирования технических средств послеуборочной обработки зерна	16
1.1.1 Характеристика уровня технических средств послеуборочной обработки зерна в Украине	16
1.1.2 Требования к качеству семенного зерна и критерии его оценки	18
1.1.3 Факторы, влияющие на качество зерна в процессе послеуборочной обработки	21
1.1.4 Структура и динамика производства зерна в Украине	29
1.2 Анализ применяемых технологий послеуборочной обработки зерна	35
1.3 Современный уровень технических средств послеуборочной обработки зерна	47
1.4 Влияние методов формирования технической оснащенности на качество зерна	52
Выводы по разделу 1	63
Раздел 2 Моделирование процессов функционирования технических средств послеуборочной обработки зерна	65
2.1 Постановка задач и исходные положения	65
2.2 Многоуровневая модель системы технической оснащенности	67
2.3 Модели функционирования технических средств	83
2.4 Регрессионные модели технических средств	89
2.5 Обоснование параметров технической оснащенности послеуборочной обработки зерна с использованием имитационного моделирования	97
Выводы по разделу 2	102

Раздел 3 Факторы и условия, влияющие на показатели качества функционирования технических средств послеуборочной обработки зерна	104
3.1 Исходные положения и постановка задач	104
3.2 Программное обеспечение к имитационному моделированию параметров технической оснащённости	106
3.3 Программа и методика исследования показателей качества зерновых материалов	111
3.3.1 Программа исследований	111
3.3.2 Методика исследований	111
3.4 Факторы и условия поступления зерновых масс на зернокомплексы	116
3.5 Обоснование показателей качества функционирования технических средств	122
Выводы по разделу 3	126
Раздел 4 Результаты экспериментальных исследований технологических процессов послеуборочной обработки зерна в условиях юга Украины	128
4.1 Исходные положения и постановка задач	128
4.2 Производство зерна в областях южных регионов Украины	129
4.3 Исследование влияния метеорологических условий на календарные сроки уборки зерна	132
4.4 Исследование статистических характеристик качества зерновых материалов	135
4.4.1 Засоренность	135
4.4.2 Натура	141
4.4.3 Влажность	146
4.5 Влияние качества зерновых материалов на производительность и подбор оборудования	150
4.6 Исследование технической оснащённости процесса послеуборочной обработки зерна в южных районах Украины	158

4.7 Результаты исследования ворохоочистителя скальператорного типа и линии обработки зернового вороха на стационаре в производственных условиях	166
Выводы по разделу 4	169
Раздел 5 Прогнозирование показателей качества работы зерноочистительных машин и агрегатов в условиях эксплуатации	172
5.1 Исходные положения и постановка задач.	172
5.2 Анализ методов прогнозирования показателей качества работы технических средств	174
5.3 Объекты прогнозирования	178
5.4 Исследование вероятностно-статистических связей показателей качества работы зерноочистительных машин и агрегатов	187
5.4.1 Исследования вероятностно-статистических связей показателей качества работы зерноочистительных машин и агрегатов методом вариационного анализа	187
5.4.2 Результаты корреляционного анализа объектов прогнозирования	195
5.4.3 Исследование объектов прогнозирования методом регрессионного анализа	204
5.5 Математические модели прогнозирования показателей качества функционирования машин и агрегатов	213
Выводы по разделу 5	215
Раздел 6 Методологические основы обоснования функциональных параметров технических средств послеуборочной обработки зерна	217
6.1 Предварительные замечания и постановка задачи	217
6.2 Моделируемые процессы технологического оборудования	219
6.3 Обоснование показателей эффективности процесса функционирования машин и агрегатов для послеуборочной обработки зерна	226

6.4 Методика расчета параметров оборудования поточных линий моделируемого зернокомплекса	230
6.4.1 Исходные данные по распределению валового сезонного сбора зерна в хозяйствах юга Украины	231
6.4.2 Результаты моделирования состава и функциональных параметров зернокомплекса	232
Выводы по разделу 6	239
Раздел 7 Практическое применение результатов выполненных исследований и оценка экономической эффективности	241
7.1 Практическое применение результатов выполненных исследований	241
7.2 Оценка экономической эффективности послеуборочной обработки зерна	244
Выводы по разделу 7	246
Выводы	247
Список использованных источников	253
Приложения	289
Приложение А. Графики	290
Приложение А–1. Графики качества исходного материала риса-зерна по засоренности	291
Приложение А–2. Графики качества исходного зернового материала пшеницы по засоренности, натуре и влажности	295
Приложение А–3. Графики функций F/Q распределения вероятностей значений функционала при $Q_{сез} = 1,0 \dots 14,0$ тыс.т. зерна	312
Приложение А–4. Графики распределения количества требований по приборам	328
Приложение Б. Техника и оборудование, выпускаемая ОАО Житомирский завод „ВИБРОСЕПАРАТОР”	341
Приложение В. Статистические характеристики ЗОМ и технологических линий ПУОЗ	343

Приложение Д. Схемы технологические экспериментальных технических средств	349
Приложение Е. Иллюстрации экспериментальных технологических комплексов и технических средств	354
Приложение Ж. Моделирующая программа и результаты моделирования	356
Приложение З. Авторские свидетельства, патенты	371
Приложение И. Справки о внедрении результатов работы	383
Приложение К. Расчет технико-экономических показателей эффективности ПУОЗ в учхозе ТГАТУ	412

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- ТО** - техническая оснащённость
- ПУОЗ** - послеуборочная обработка зерна
- ПУОС** - послеуборочная обработка семян
- НПО** - научно-производственное объединение
- ПО** - производственное объединение
- МИС** - машинно-испытательная станция
- ГСКТБ** - головное специализированное конструкторско-технологическое бюро
- АРК** - Автономная Республика Крым
- ТГАТУ** - Таврический государственный агротехнологический университет
- СПГАУ** - Санкт-Петербургский государственный аграрный университет
- СП** - сельскохозяйственное предприятие
- ОАО** - открытое акционерное общество
- ЗАВ** - зерноочистительный агрегат
- КЗС** - зерноочистительно-сушильный комплекс
- СМ** - семяочистительная машина
- ЗОМ** - зерноочистительная машина
- МПО** - машина предварительной очистки
- ОВП** - очиститель вороха передвижной
- МПРО** - машина первичной очистки
- МВО** - машина вторичной очистки
- БТ** - блок триерный
- СПС** - стол пневматический сортировальный
- ЗМ** - зерновой материал

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Послеуборочная обработка зерна (ПУОЗ) - один из наиболее трудоемких этапов его производства. Внедрение поточной технологии обработки зерна, которая характеризуется комплексной механизацией всех процессов и операций, привело к резкому снижению затрат труда и, вместе с тем, показало наиболее частое нерациональное применение агрегатов и комплексов, используемых для различных хозяйственных условий. Кроме того, в известных расчетах по обоснованию параметров процесса послеуборочной обработки зерна в большинстве случаев не учитывают вероятностно - статистическую природу функционирования машин и агрегатов в условиях Украины и особенно в ее наиболее зернопроизводящих южных районах.

Разработка проектов строительства и реконструкции зернокомплексов проводится без учета фактической производительности зерноочистительных машин (ЗОМ) и достаточных информационных и методических расчетных баз для конкретного хозяйства и реальных зональных условий, а это выдвигает задачу разработки и совершенствование методики расчета параметров технической оснащенности (ТО) ПУОЗ.

Под технической оснащенностью ПУОЗ имеется в виду совокупность технических средств, которые обеспечивают выполнение технологических процессов послеуборочной обработки зерна в конкретных зональных условиях с заданными агротехническими требованиями.

Из анализа производства зерна в Украине за последние 10 лет (2004... 2013 гг.) установлено, что наибольший валовой сбор зерна составил 63 млн. т. в 2013 году. В южном регионе Украины - АРК, Херсонской, Николаевской, Одесской и Запорожской областях собрано зерна в 2013 году около 7,0 млн. т.

В результате использования перевалочного метода обработки зерна, отсутствии полнопоточной технологии ПУОЗ эксплуатационные расходы в зависимости от назначения обрабатываемого зерна составляют от 35 до 90 грн./т [1].

Такое положение вещей создает **народнохозяйственную проблему**, суть которой заключается в несвоевременности и низкой технико-экономической эффективности выполнения технологических операций

тех или иных технологий послеуборочной обработки семенного и товарного зерна.

Решение данной народнохозяйственной проблемы невозможно без решения соответствующей **научно - технической проблемы**. Решение этой проблемы возможно за счет обоснования оптимального состава и функциональных параметров технических средств ПУОЗ, их конструктивных, технологических, кинематических параметров и режимов работы, предусматривающих снижение удельных энергозатрат и повышения качества семенного и товарного зерна.

Рациональный подбор технических средств и их параметров в условиях хозяйств региона позволит по усредненным расчетам снизить эксплуатационные расходы на 15...20 грн./т [1], и только для южных регионов Украины получить экономию средств в размере 105...140 млн.грн., что подтверждает актуальность темы.

Связь работы с научными программами, планами, темами. Диссертационная работа выполнена в соответствии с: "Концепцією державної програми реалізації технічної політики в Агропромисловому комплексі на період до 2011 року", утверждённой распоряжением Кабинета Министров Украины № 785 от 30 мая 2007, "Державної цільової програми розвитку українського села на період до 2015 року", утверждённой распоряжением Кабинета Министров Украины № 1158 от 19 сентября 2007, "Державної програми сталого розвитку сільських територій України", утверждённой Указом Президента Украины № 500 /2011, научно - технической программы № 1 Таврической государственной агротехнической академии на 2004-2010 годы "Розробка наукових основ систем технологій и технічних засобів для забезпечення продовольчої безпеки Південного регіону України" (государственный регистрационный № 0102U000678), научно - исследовательской работы "Розробка технології та технічних засобів для рослинництва в умовах зрошувального землеробства півдня України" № госрегистрации 01070008955 по тематическому плану НИОКР Таврического государственного агротехнологического университета на 2011 - 2015 гг.

Цель исследования - повышение эффективности послеуборочной обработки семенного и товарного зерна путем формирования

методологии обоснования состава и функциональных параметров технических средств.

Задачи исследования:

1. Дать оценку уровня технической оснащенности послеуборочной обработки зерна в хозяйствах юга Украины.

2. Разработать многоуровневую систему ТО ПУОЗ, математические модели функционирования технических средств, оценочные показатели и критерии их оптимальности.

3. Разработать методологию покомпонентной процедуры обоснования состава и функциональных параметров технических средств послеуборочной обработки зерна.

4. Провести оценку условий функционирования технических средств ПЗОЗ.

5. Обосновать состав технических средств, оптимизировать их конструктивные, технологичные, кинематические параметры и провести их испытания в производственных условиях.

6. Оценить вероятностно - статистические связи технических средств и разработать математические модели прогнозирования качества работы серийных и экспериментальных машин и агрегатов ПУОЗ.

7. Разработать методику обоснования состава и функциональных параметров технической оснащенности процесса ПУОЗ.

8. Выполнить практическую реализацию и экономическое обоснование разработанной методики расчета функциональных параметров и состава серийных и экспериментальных технических средств ПУОЗ.

Объект исследования - технологический процесс послеуборочной обработки зерна в условиях хозяйств юга Украины.

Предмет исследования - взаимосвязи состава и функциональных параметров технических средств послеуборочной обработки зерна с показателями качества их работы и приведенными затратами.

Методы исследования.

Работа выполнена теоретико - экспериментальным методом с применением элементов системного анализа. Для разработки математических моделей и методов расчета использованы основные положения высшей математики, теории вероятностей и массового обслуживания,

методы идентификации и имитационного моделирования. Проверка гипотез и обработка экспериментальных данных выполнена по стандартным и разработанным программам.

Научная новизна полученных результатов:

1. Впервые для условий юга Украины предложена система оценок статистических характеристик ряда агробиологических и физико - механических свойств зерна с высоким уровнем корреляционных связей (0,8 ... 0,9) между засоренностью и натурой зерновых материалов (ЗМ). Это применимо при планировании имитационного эксперимента для определения времени обработки и пребывания ЗМ в технологическом цикле, производительности технических средствах ПУОЗ и рекомендуется использовать в качестве косвенного метода для разработки экспресс - анализаторов засоренности зерна.

2. Получила дальнейшее развитие методология покомпонентной процедуры обоснования состава и функциональных параметров машин и агрегатов послеуборочной обработки зерна позволяет осуществить анализ влияния различных факторов на процесс функционирования зернокомплексов, и синтез - обоснования состава и функциональных параметров машин и оборудования.

3. Получили дальнейшее развитие информационные и концептуальные модели технологических процессов послеуборочной обработки зерна, позволяющие определять технологические допуски показателей качества работы ЗОМ в условиях их эксплуатации и совершенствовать методики расчета состава и функциональных параметров технических средств.

4. Разработаны новые идентификационные регрессионные модели прогнозирования качества функционирования серийных и экспериментальных машин и агрегатов, что позволило определить фактические показатели качества их работы в производственных условиях и использовать их для обоснования состава и функциональных параметров процессов ПУОЗ типичного хозяйства.

5. Получила дальнейшее развитие методика обоснования функци-

ональных параметров технических средств ПУОЗ с использованием имитационного моделирования, которая позволила обосновать состав и параметры новых и существующих зернокомплексов хозяйств юга Украины.

6. Получила дальнейшее развитие методика оценки эффективности работы технических средств послеуборочной обработки зерна, позволяет принимать оптимальные решения в выборе их состава и функциональных параметров.

7. Разработана новая технологическая схема ворохоочистителя скальператорного типа, что позволило увеличить удельную производительность цилиндрического решета более чем в два раза. Усовершенствованная технологическая схема универсального сепаратора УСВ - 0,5 линии для обработки вороха на стационаре, что позволило улучшить показатели работы сепаратора за счет изменения конструктивных параметров решетного состояния и технологических параметров пневмосепарационной камеры, аспирационной системы и пневмотранспортера.

Практическое значение полученных результатов.

1. Установлено фенологические сроки поступления зерна на зернокомплексы и максимальное суточное его значение в условиях хозяйств юга Украины, что позволило определить потребности зернокомплексов в их ТО.

2. Определены засоренность, натура и влажность зерновых материалов, поступающих на серийные и экспериментальные зерноочистительные машины и агрегаты, что позволило определить фактические показатели качества работы оборудования при возделывании зерновых культур и использовать их для проектирования и реконструкции зернокомплексов.

3. Разработаны проекты и осуществлена реконструкция зернокомплексов в хозяйствах Красногвардейского района Автономной Республики Крым, Васильевского района Запорожской области, Приазовского района Запорожской области и учхозе Таврического государственного агротехнического университета "Лазурное". Это позволило обеспечить поточность технологического процесса ПУОЗ, увеличить его производительность и качество зерна семенного и товарного назначения.

4. Разработаны рекомендации по совершенствованию технологических процессов ПУОЗ товарного и семенного зерна приняты НПО "Элита" Автономной Республики Крым и главным управлением АПР

Запорожской облгосадминистрации для проведения реконструкций и проектирования технологических комплексов ПУОЗ в хозяйствах.

5. Разработанный ворохоочиститель скальператорного типа и усовершенствованная линия для обработки вороха на стационаре внедрены в ННЦ «ИМЕСХ» (пгт. Глеваха), ГСКБ жаток (г.Бердянск), дочернее предприятие "Гуляйпольский механический завод" "ОАО Мотор Сич" (г. Гуляйполе). Это позволило повысить качество зерновых материалов и снизить удельные затраты энергии на их очистку. При этом линия для обработки вороха на стационаре обеспечивает выполнение шести технологических операций, а ворохоочиститель скальператорного типа создает условия минимального травмирования семян и имеет высокую эксплуатационную надежность по сравнению с аналогами (МПО- 50, СПО -50).

6. Установлены статистические характеристики качества зерновых материалов, показатели качества работы серийных и экспериментальных ЗОМ, динамика поступления на зернокомплексы ЗМ, которые являются основой рационального подбора технических средств ПУОЗ.

Личный вклад соискателя.

Основные результаты, которые отражают суть диссертационной работы, получены автором самостоятельно. Постановка задач, анализ и трактовка результатов выполнено совместно с научным консультантом.

В научных трудах, написанных в соавторстве, личный вклад соискателя заключается в:

- анализе, разработке и исследовании технических средств для послеуборочной обработки зерна [3, 5, 6, 12, 17, 19, 31-36];

- определении причин травмирования семян зерновых культур и разработке направлений совершенствования технологий послеуборочной обработки семян, позволяющие снизить травмирование семенного фонда [16];

- определении статистические характеристики зернового вороха [15, 22];

- обосновании функциональных параметров технических

средств послеуборочной обработки зерна [18];

- определении направлений снижения энергозатрат в поточных линиях очищение зерна [13,14].

Исследования проводились в научных лабораториях ТГАТУ и в производственных условиях - в аграрных хозяйствах Одесской, Херсонской, Николаевской, Запорожской областях и Автономной Республике Крым.

Апробация результатов диссертации

Основные результаты исследований, полученные в диссертации, заслушаны и обсуждены на международных научно - технических семинарах, симпозиумах и конференциях:

1. Всесоюзная научно-техническая конференция «Проблемы механизации сельскохозяйственного производства» (г. Москва, ВИМ, 1985 г.)
2. Международные научно - технические конференции памяти П.Н. Василенко (г.. Мелитополь ТГАТУ 2006, г.. Киев, НАУ, 2007, г.. Львов, ЛНАУ, 2008, г.. Днепропетровск, ДГАУ, 2009).
3. Международная научно-техническая конференция «Перспективные технологии уборки зерновых культур, риса и семян трав» (г. Мелитополь, ТГАТА, 2003 г.).
4. Международная конференция «Системное моделирование процессов агропромышленного комплекса» (г. Санкт-Петербург-Пушкин, СПбГАУ, 2007 г.)
5. Международная научно-практическая конференция «Моделирование процессов в АПК» (г. Мелитополь, ТГАТУ, 2010 г.).
6. Международная научно-техническая конференция «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве», посвящённая 65-летию Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства» Республика Беларусь, (г. Минск, 2012 г.)
7. VII Международная научно - техническая конференция «Енергобіотехнології - 3» (г. Львов, ЛНАУ, 2013г.)
8. IX Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК» (г. Ставрополь, СГАУ, 2013 г.)

9. XIV Международная научная конференция, посвященная памяти академика Леонида Погорелого «Науково-технічні засади розробки, випробування та прогнозування сільськогосподарської техніки й технологій» (смт. Исследовательское, Киевская область, Укр НДИПВТ им. Л. Погорелого, 2013г);

10. Научные конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов ЛСХИ, СПбГАУ (г. Санкт-Петербург-Пушкин, 1981 – 1995 гг.);

11. Научные конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов МИМСХ, ТДАТА, ТГАТУ (г. Мелитополь, 1982 – 2013гг.).

Публикации. Основные результаты исследований по теме диссертации изложены в 42 опубликованных работах, в том числе в монографии, 34 профессиональных статьях и тезисах, из них 17- самостоятельно, 5 в научных зарубежных изданиях, 3- х авторских свидетельствах СССР и 4-х патентах Украины на полезную модель.

Структура и объем работы: диссертационная работа изложена на 413 страницах машинописного текста формата А4 и включает введение, 7 глав основной части, выводы, список использованных литературных источников (284 наименования, из них 129 на иностранном языке). Работа содержит 25 таблиц, 55 рисунков и 9 приложений.

РАЗДЕЛ 1

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО УРОВНЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ОСНАЩЕННОСТИ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

1.1 Условия функционирования технических средств послеуборочной обработки зерна

1.1.1 Характеристика уровня технических средств послеуборочной обработки зерна в Украине

На протяжении четырех последних десятилетий на Украине в хозяйствах, агрофирмах, фермерских и арендаторских хозяйствах используются агрегаты, зерноочистительно-сушильные комплексы, семяочистительные приставки, отделения вентилируемых бункеров, передвижные зерноочистительные, погрузочные машины и прочее оборудование для послеуборочной обработки и хранения зерна, разработанные в России, Германии и Украине.

На Украине в УНИИМЭСХе (с 1975 года и дальше) под руководством Е. С. Гончарова [92 – 95, 159,163] разработаны виброцентробежные сепараторы, которые повышают производительность труда в 2...3 раза в сравнении с существующими ЗОМ. Комплекты оборудования для реконструкции и строительства зерноочистительных комплексов и агрегатов представлены на (Рис.1.1) . В Харьковском национальном техническом университете сельского хозяйства им. П. М. Василенко под руководством П. М. Заики созданы средства сепарации трудноразделяемых семенных смесей, которые повышают производительность труда в селекции и первичном семеноводстве в 1,7...5 раз [119, 127 - 129]. УНИИМЭСХом совместно с ГСКБ по жаткам г. Бердянска и Та

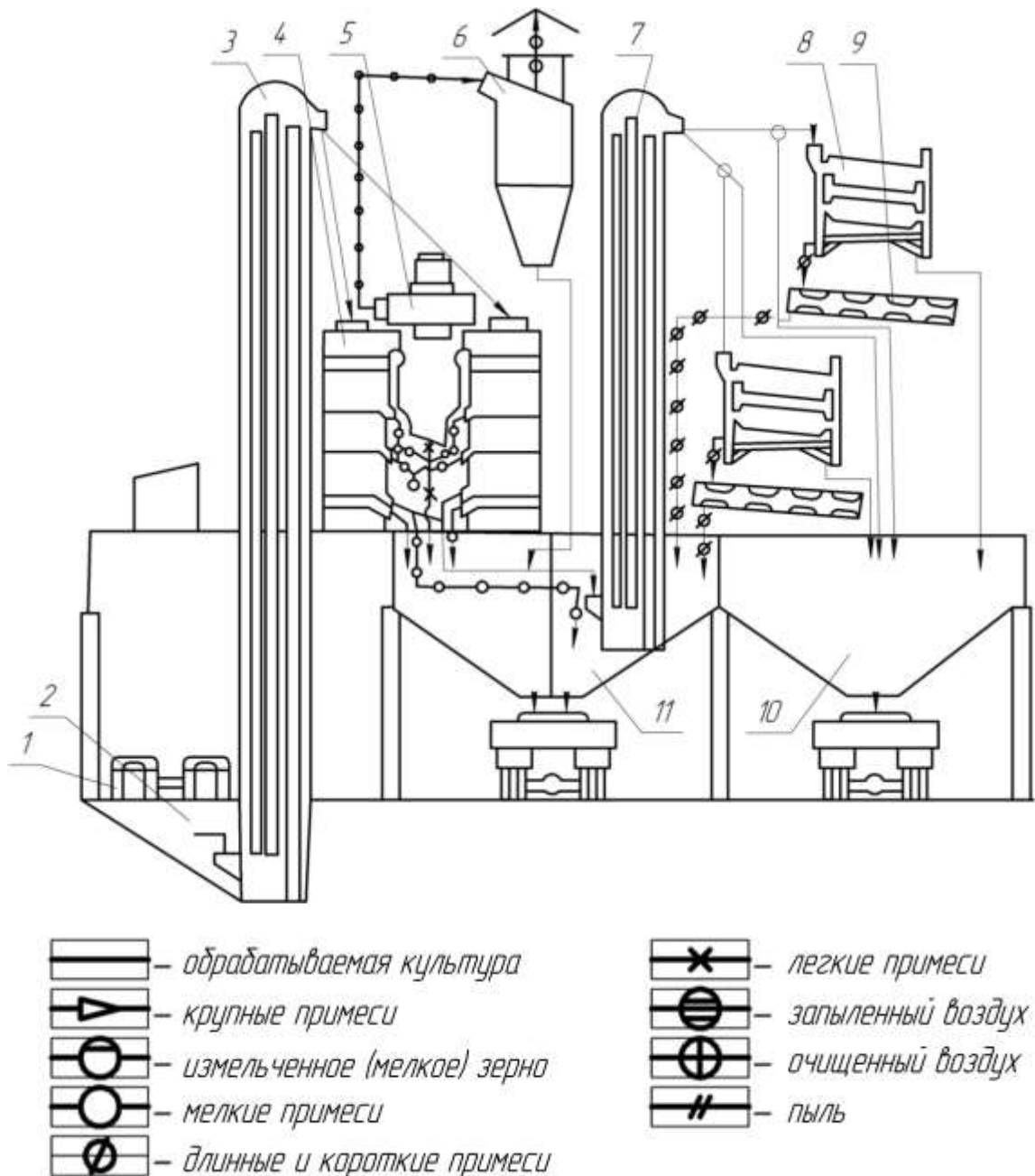


Рис. .1.1 - Схема технологического процесса реконструированного зерноочистительного агрегата ЗАВ-40[92]:

1 - автомобилепогрузчик; 2 - завальная яма; 3 - нория загрузочная 2НПЗ-20; 4 - виброцентробежный зерновой сепаратор Р БЦС-50; 5 - вентилятор; 6 - пылеотделитель ЦОЛ-6; 7 - нория промежуточная 2НПЗ-20; 8 - блок триерный ЗАВ 10.90. 000; 9 - шнек отходов ЗАВ 40.09. 000; 10 - бункер чистого зерна; 11 - секция зерновых отходов; 12 - секция незерновых отходов.

вической государственной агротехнической академией (ТГАТА) г. Мелитополя разработан универсальный сепаратор для домолота, очистки и сепарации вороха семян трав и зерновых культур.

В ТГАТА вместе со СПГАУ (г. Санкт-Петербург) созданы рабочие органы скальператорного типа, которые повышают удельную производительность скальператора более чем в 2 раза и способны работать на зерносоломистой несypучей массе. (А.С. СССР №1586788; пат. Украины №.61469).

Работы по созданию рабочих органов и технологических схем ЗОМ проводятся и другими научными коллективами государства. В условиях распада СССР основные заводы-изготовители техники для ПУОЗ оказались за пределами Украины за исключением ВАТ Житомирский завод "Вибросепаратор", который выпускает технику и оборудование для оснащения зернотоков, элеваторов, мельниц и хлебоприемных предприятий. Это: - сепараторы виброцентробежные зерноочистительные - предназначенные для очистки зерна и семян зерновых, крупяных и бобовых культур от сорных и зерновых примесей:

Оборудование для зерноочистки и возделывания зерна разработано и выпускается на Украине: Могилев-Подольским машиностроительным заводом; Хорольським механическим заводом; Луганским предприятием "Алмаз"; Карловским машиностроительным заводом и другими предприятиями.

1.1.2 Требования к качеству семенного зерна и критерии его оценки

При послеуборочной обработке важнейшие показатели, которые обуславливают качественные и количественные характеристики работы технических средств - влажность, засоренность и натура зерновой массы. В значительной мере они определяют технологию обработки, а также тип и производительность зерноочистительного оборудования.

После обработки качество продовольственного зерна должно отвечать базисным кондициям (таблица 1.1.), а семена - требованиям к их посевным качествам (таблица 1.2.) [1].

Ограничительные кондиции на зерно, продаваемое государству:

- влажность - не больше 19 %;
- зерновая примесь - не больше 15 % (в том числе проросших зерен - до 5 %);
- сорная примесь: пшеница и рожь - 5%; другие зерновые и бобовые - до 8%.

Контролируют и оценивают следующие показатели:

- продовольственное зерно - влажность, засоренность (сорной и зерновой примесями отдельно), потери полноценного зерна в отходы;
- семена - влажность, всхожесть, чистоту, содержание семян культурных и сорных растений, потери полноценного зерна в отходы, травмирование.

Для определения указанных показателей отбирают средние образцы от исходного и обработанного материалов, а также из фуражных и незерновых фракций для определения потерь полноценных семян в

Таблица 1.1

Базисные кондиции на зерно, продаваемое государству [1]

Культура	Влажность, %	Засоренность,		Натура, г/л
		Сорная примесь	Зерновая примесь	
Рожь	14,5	до 1 вкл.	до 1 вкл.	680
Пшеница озимая	14,5	1	3	730
Пшеница яровая мягкая	14,5	1	2	730
Пшеница яровая и озимая твердая	14,5	1	2	760
Овес	14,5	1	2	460
Ячмень	14,5	2	2	570

Таблица 1.2

Требования к посевным качествам семян зерновых культур по классам [1]

Показатели	Культура и норма для класса								
	Пшеница			рожь			Ячмень, овес		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Чистота семян (не меньше) %	99,0	98,0	97,0	99,0	98,0	97,0	99,0	98,0	97,0
Состав семян других растений (не больше) шт. на 1 кг	10	40	200	10	80	200	10	80	300
В том числе семян сорняков (не больше) шт. на 1 кг	5	20	70	5	40	70	5	20	70
Всхожесть (не меньше)	95 90	92 87	90 85	95	92	90	95	92	90
Влажность (не больше)	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0

Примечание. В числителе показана всхожесть для семян мягкой пшеницы, а в знаменателе для твердой [1].

отходы. Образцы семян отбирают из кузова автомашины при транспортировании их от комбайнов (исходный материал) или при разгрузке из бункеров накопителей (обработанного материала, отходов и др.).

Анализ качества зерновых материалов в южном регионе Украины приведен в разделе 4.

1.1.3 Факторы, влияющие на качество зерна в процессе послеуборочной обработки

Основными факторами, влияющими на качество зерна в процессе его послеуборочной обработки являются – влажность, засоренность, аэродинамические свойства, уровень дробления и травмирования, подбор технологических операций, параметров, режимов работы технических средств и др.

В большей степени качество зерна и семян зависит от их дробления и травмирования.

По агротехническими требованиями дробление семенного зерна не должно превышать 1%. На практике же в большинстве случаев оно составляет от 2 до 10%. При этом с ростом процента дробления увеличивается и количество семян с микротравмами, которые представляют большую опасность для семеноводства, так как их практически нельзя отделить на очистительных и сортировальных машинах. Большое влияние на травмирование семян представляет их влажность. Семена, как с низкой, так и с высокой влажностью легко повреждаются, поэтому убирать их нужно при оптимальной влажности, которая зависит от зоны и культуры (для зерновых - в пределах 12 ... 20%). Следует также учитывать, что семена с выпуклым зародышем всегда повреждаются сильнее. Установлено, что прочность зерна со снижением температуры уменьшается, в результате чего оно становится более хрупким. При температуре ниже нуля зерно становится ломким. Именно поэтому зимняя обработка часто приводит к значительному травмированию и ухудшению посевных качеств семян. Сортирование пшеницы при минусовой температуре увеличивает травмирования на 50%, ржи - на 40%, при этом всхожесть снижается в среднем на 20% [1, 231 - 234].

Так, по данным И. Г. Строны травмирования семян кукурузы составляет 90 ... 95%, ржи - 85 ... 90%, твердой пшеницы 80 ... 85%, мягкой пшеницы 45 ... 50%. На этом же уровне находится травмирования тех-

нических, зернобобовых и крупяных культур [232], что делает актуальной рассматриваемую проблему.

Агрегаты сельскохозяйственного назначения по степени влияния на травмирование семян можно классифицировать [232, 234]:

- зерноуборочный комбайн - 30 ... 36%;
- сушильные агрегаты - 6,3 ... 11,4%;
- воздушно-решетные машины - 2,71 ... 5,4%;
- транспортирующие механизмы - 2,5 ... 4%;
- триерные блоки - 0,32 ... 2,33%;
- пневмосортировальные машины - 0,17%.

Представленные данные свидетельствуют о том, что улучшение конструктивных особенностей рабочих органов машин, эксплуатируемых как отдельно, так и в составе поточных линий по переработке семенного материала подчеркивают актуальность проблемы. Усиление требований, предъявляемых к посевным качествам семян, при одновременном росте производительности семяочистительных машин влечет за собой повышение уровня механических нагрузок на обрабатываемую культуру, а модернизация существующих поточных линий по переработке семенного материала за счет увеличения протяженности технологических линий приводит к увеличению травмирования.

Зерна с травмированными оболочками и обнаженным зародышем и эндоспермом при определенных условиях становятся питательной средой для микроорганизмов.

Таким образом, ущербность травмированных семян обусловлена нарушениями физиологических процессов, протекающих при прорастании. Травмированные семена резко снижают урожайность культур (Рис.1.1,1.2). Опасность травмирования усугубляется тем, что его действия не проявляются сразу, а носят скрытый характер, в результате часто рассматриваются другие причины снижения урожайности. При этом высеваются семена по заключению семенной инспекции вполне кондиционные и даже относятся к 1 классу.

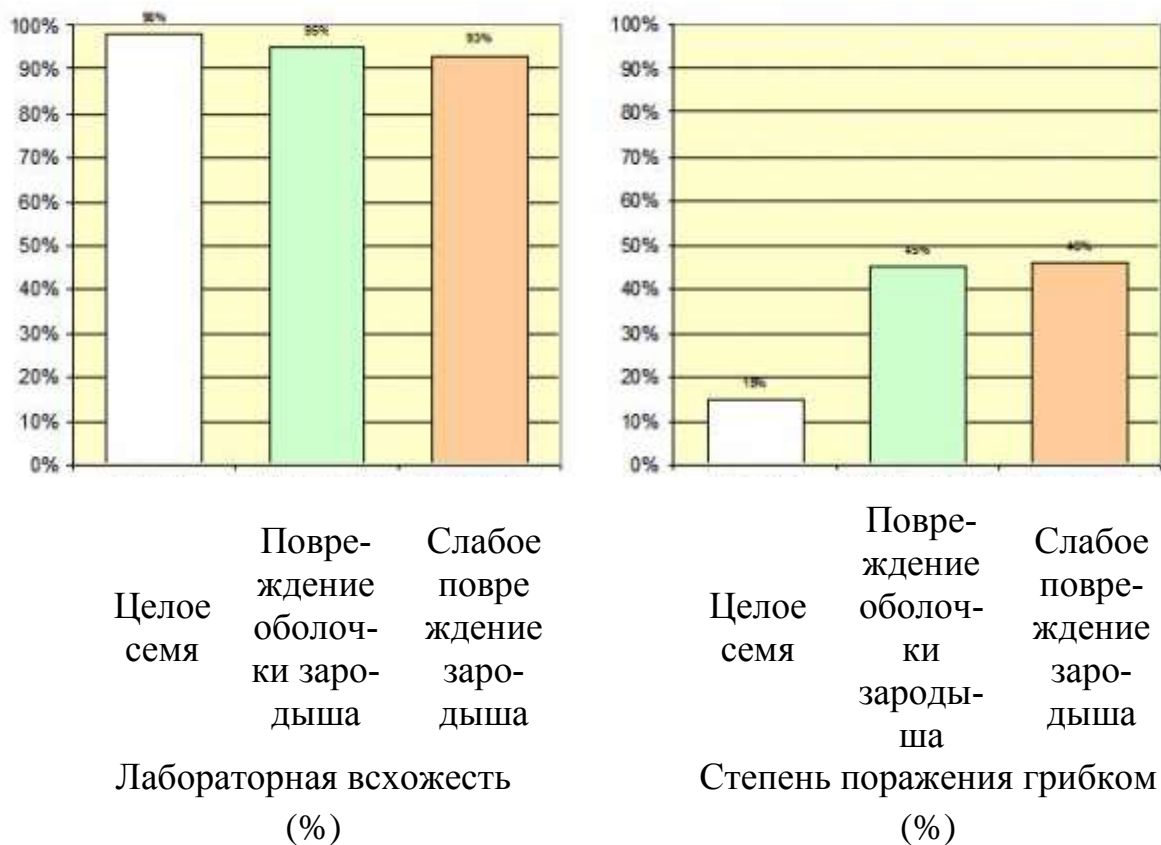


Рис. 1.1 - Всхожесть семян в зависимости от характера травм и поражения грибами [232].

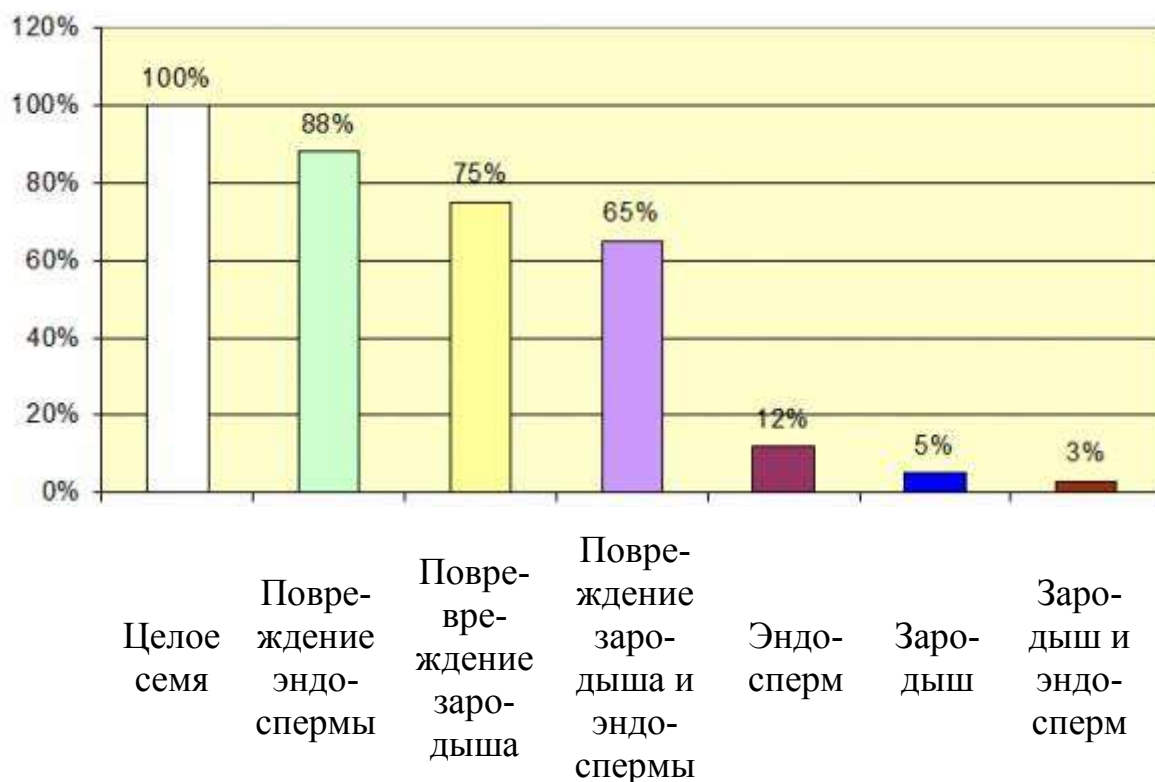


Рис. 1.2 - Снижение урожая яровой пшеницы в зависимости от травм семян. Урожай зерна с 500 шт. семян (% к целым) [232].

Причины недобора урожая при травмировании семян - снижение продуктивности растений. Так, при исходном семенном материале, травмированность которого составляет в озимых культурах - 40%, и у яровых культур - 60% имеем следующие последствия:

- Семена, не дающие всходов составляют для озимых культур - 15%, для яровых культур - 25%;

- Снижение полноты всходов составляют для озимых культур - 7%, для яровых культур - 20%;

- Выпадение растений во время вегетации составляют 10% от количества всходов травмированных семян [232].

Травмы семена не только снижают урожай, но и резко ухудшает его качество. Хранение травмированного зерна связано с большими осложнениями, так как надо создавать условия для подавления развития грибов, что требует значительных затрат и средств.

Снижение урожайности, вызванное травмированным посевным материалом, особенно проявляется в засушливые годы. Так, по данным Х. Уоллес (Канада), при недостатке почвенной влаги всхожесть неповрежденных семян составляла 60%, а поврежденных 16%. Поврежденные семена сильно снижают всхожесть и при низких температурах почвы, и при неоптимальной глубине заделки [232].

При очистке, сортировке, сушке, а также транспортировке зерно подвергается механическим повреждениям в ряде случаев больше чем при обмолоте его комбайнами. Картина осложняется еще и тем, что с целью повышения качества очистки, зерно пропускают через зерноочистительные машины многократно. К тому же зерно при хранении несколько раз перекачивают из силоса в силос. Так, средний путь прохождения семян по транспортировочным механизмам составляет более 100м, из них по транспортерной ленте со скоростью 4,5 м/с - 60м; в ковшах норий со скоростью до 3 м/с - 60м; в бункерах и самотечных трубах

- 20м. Пройдя такой путь, зерно попадает в силос с высоты 30м.(в условиях элеваторов)

Сильно травмируют зерно зернометатели. Так в зерне, брошенном зернометателем на 4м, повреждения выросли на 11%, а на 8м - на 17%, или в два раза по сравнению с исходным образцом [232].

Чтобы довести семена до высоких посевных кондиций, очень часто хозяйства несколько раз пропускают зерновую массу через сортировальные машины. При этом установлено, что один пропуск через погрузчик травмирует от 2 до 9% семян, через ОВП-20 и ОВС-25-от 3 до 8%, а через ОС-4, 5М и СМ-4 - от 2 до 7%. После таких обработок общее травмирование семян может достигать 100%, а полевая всхожесть может снизиться до 40%.

Опасность травмирания усугубляется тем, что его действие не всегда проявляется сразу, а по большей части имеет скрытый характер, вследствие чего допускаются другие причины снижения урожая. По данным ИР им. В. Я. Юрьева НААН Украины, при высеве травмированных семян урожай озимых культур снижается в среднем на 3,5 ц / га, яровых - на 6,4 ц / га, а кукурузы - на 6,4...7,3 ц / га [231].

Нами проведены полевые исследования по определению качества семенного зерна в условии хозяйств юга Украины (рис.1.3)

Такие данные получены при сборе семенной пшеницы в хозяйстве «Колос» Мелитопольского района Запорожской области. При этом засоренность зернового материала примерно до 40-го опыта характеризовалась повышенным присутствием зерновой примеси.

Это происходило вследствие того, что наиболее характерной особенностью процесса уборки является тенденция экипажей полевых уборочных машин видеть конечным результатом своей работы количество убранного зернового материала. Качество, как правило, отходит на второй план. По этой причине комбайны были остановлены, режимы функционирования рабочих органов были приведены в более щадящие и качество зернового материала заметно изменилась.

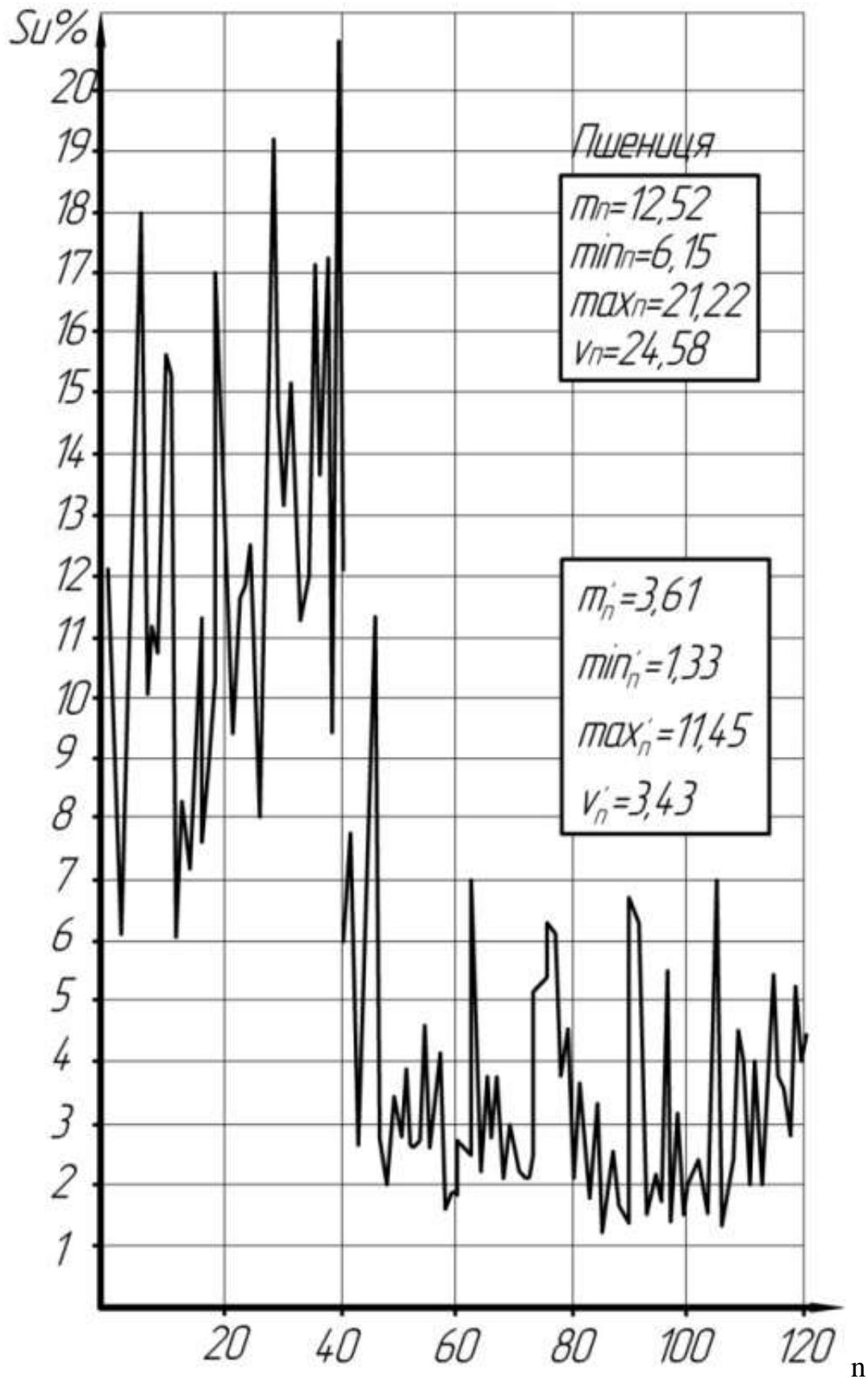


Рис. 1.3 - Качество исходного зернового материала по засоренности S и (t) при $n = 120$.

Так, со второй части рис. 1.3 (от 40-го опыта и далее) видно, что значение засоренности представлены математическим ожиданием $m'_n = 3,61\%$; минимальное значение $\min'_n = 1,33\%$; максимальное $\max'_n = 11,45\%$ при коэффициенте вариации $V'_n = 3,43\%$.

Учитывая то, что зерновые примеси составляют не менее 50% общей засоренности свежесобранного зернового материала, принятие решения об остановке комбайнов и их последующем регулировании было вполне обоснованным. Это позволило в 3 ... 4 раза уменьшить потери полноценных семян из-за его дробления.

Травмирование семян возрастает в период его послеуборочной обработки на воздушно - решетных машинах, триерах, калибраторах.

При обработки семян на стандартных штампованных решетках, расположенных заусенцами вниз, их травмирования составляет 3,25 ... 3,75%, а при установке их заусенцами вверх - 4,8...5,6%. Сварные проволочные сита травмируют в 1,5...2,0 раза меньше семян, чем стандартные штампованные.

Большой уровень травмирования семян при очистке на стандартных штампованных решетках (ситах) объясняется большими напряжениями в зерновках в результате столкновения их с кромками отверстий.

Ячейки триерного барабана захватывают семена соответствующего ячейкам размера и протягивают их через весь объем зерна, пересыпая в барабане. Зерна, соприкасаясь с перегородками, при этом работают на изгиб (излом) и на срез.

А когда семена, отобранные ячейками барабана, попадают в приемный лоток, то удаляются из него шнеком, который добавляет травмирование.

В калибраторах барабанного типа причина и механизм травмирования аналогичный - зерно, застрявший в отверстиях барабана, протягивается через массу пересыпающегося зерна.

На пневмосортировальных машинах удается значительно уменьшить влияние машины на состояние зерна в восходящем потоке воздуха. При лабораторно-хозяйственных испытаниях установлено, что травмирование зерна в среднем составляет 0,17% [233].

Предлагаются некоторые направления путей снижения травмирования семян [234].

Наиболее рациональным следует считать ярусно-каскадное расположение зерноочистительных машин (рис. 1.4), что обеспечивает самостоятельное перемещение обрабатываемого материала под действием гравитационных сил. Это исключает использование промежуточных норий, шнеков, транспортирующих устройств, которые приводят к значительному травмированию семян и разрушению их плодовой оболочки.

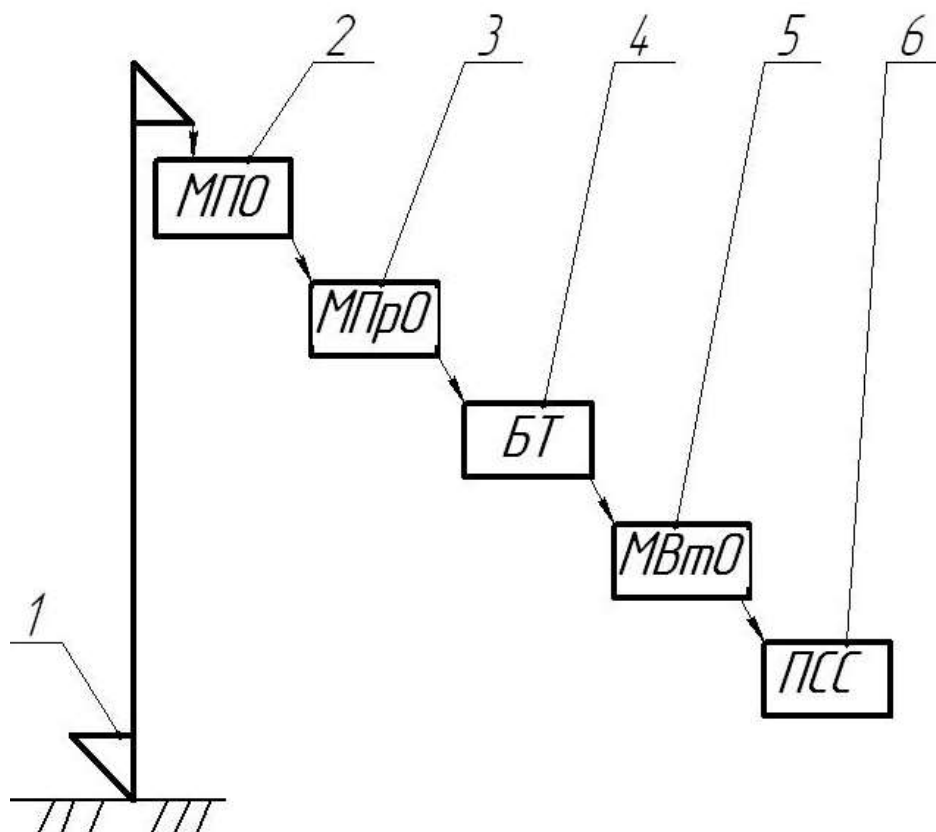


Рис. 1.4 - Технологическая линия очистки семян каскадного типа

1 - нория тихоходная, 2 - машина предварительной очистки зерна
3 - машина первичной очистки зерна 4 - блок триерный 5 - машина вторичной очистки зерна 6 - стол пневмосортировальный.

В условиях существующих в хозяйствах зерноочистительных машин и агрегатов следует соблюдать поточную технологию. Обязательным является проведение предварительной очистки зерна на пути от завальной ямы до машины первичной очистки зерна.

Для выполнения операции предварительной очистки зерна можно использовать экспериментальный пневмосепаратор конструкции ТДА-ТУ [1]. Очевидное достоинство экспериментального пневмосепаратора – простота конструкции, малая металлоемкость, отсутствие вибраций и знакопеременных нагрузок, высокая технологическая надежность, создание условий наименьшего травмирования семян.

Травмирование семян нельзя исключить, но можно уменьшить. Задача состоит из трех составляющих:

- Максимально сократить количество машин по пути перемещения семян от уборочно-транспортных комплексов к зернокомплексам;
- Технологические комплексы должны соответствовать условиям минимального травмирования семян в процессе их уборки, послеуборочной обработки, сушки, транспортировки и хранения;
- Эффективность эксплуатации машин и оборудования должна осуществляться по критерию минимизации травмирования семян путем оптимального их регулирования.

1.1.4 Структура и динамика производства зерна в Украине

Мировой рынок зерна условно можно разделить на рынок пшеницы, грубого зерна и риса. Именно эти группы зерна составляют основу мирового производства и торговли [2, 3].

Высокие цены на зерно на протяжении предыдущих сезонов повлияли на расширение посевных площадей под зерновые культуры, что привело к увеличению производства зерна. По предыдущим прогнозам министерства сельского хозяйства США (USDA), мировое производ-

ство зерна составило 2224,4 млн. т. Наибольший вклад в рост мирового производства зерна внесли страны Европейского Союза, которые увеличили производство на 54,6 млн. т против прошлого периода, Российская Федерация (+ 24,1 млн.т), Украина (+ 21,5 млн.т). Тем не менее в некоторых странах наблюдается уменьшение производства зерна, в частности, в США - на 11,6 млн.т, в Аргентине - на 9,6 млн.т.

Следует указать, что увеличение производства зерна не будет влиять на рост торговли, а приведет к повышению уровня его запасов. Так, предполагается, что объемы мировой торговли будут составлять 259,7 млн.т, а это меньше на 4,2%, если сравнить с предыдущим сезоном. При этом переходные остатки сформируются в объеме 409,5 млн.т, или на 15,6% будут превышать прошлогодний показатель.

Объемы предложения зерна и его потребление увеличиваются одинаковыми темпами. Мировое производство пшеницы будет составлять 682,9 млн. т, что на 11,9% (72,7 млн.т) превышает предыдущий сезон. Предполагается, что экспорт пшеницы увеличится (Рис. 1.5).

Как следствие, наибольший удельный вес в структуре экспорта пшеницы будут иметь Соединенные Штаты - их частица будет составлять 22%. Украина обеспечит 7% мирового экспорта пшеницы. Доля Аргентины и Казахстана уменьшится, сравнительно с предыдущим периодом, на 4 и 2%, соответственно.

Зерновые сезоны в Украине отличились рекордными урожаями. Стремительный рост цен на продовольственные товары привел к существенному увеличению посевов сельскохозяйственных культур, что вместе с благоприятными погодными условиями дало возможность получить высокую урожайность и, соответственно, валовой сбор. [3 - 6]

В 2008 году валовой сбор зерна в Украине составил 53,3 млн. т (с учетом кукурузы) (Рис.1.6). Против предыдущего года его производство увеличилось в 1,8-раза. Вдобавок, 13,8 млн. т, или 25,9%, из указанного объема - это продовольственное зерно. В 2013 году собран рекордный урожай зерновых – 63 млн.т.

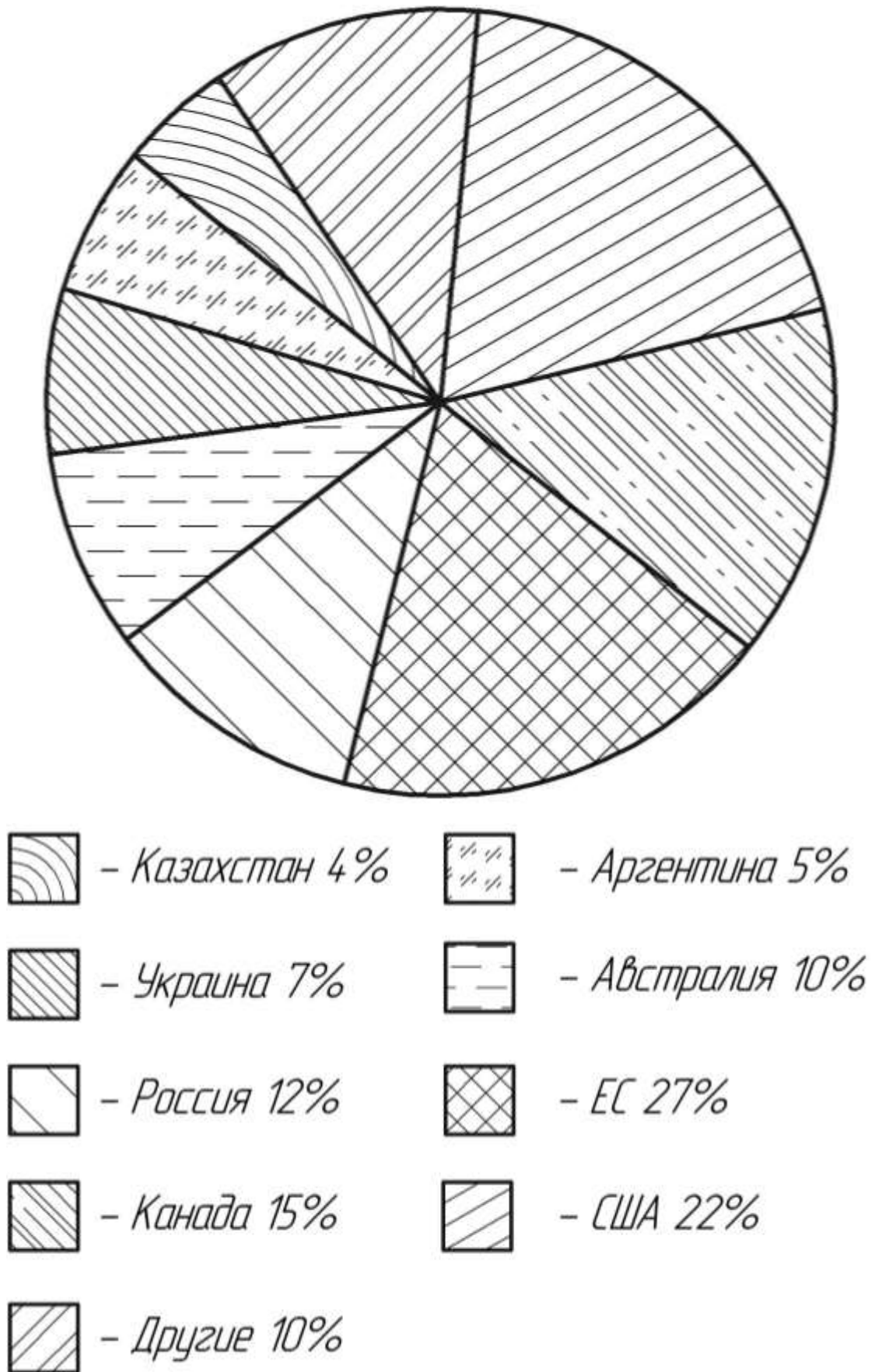


Рис. 1.5 - Структура мирового экспорта пшеницы [2].

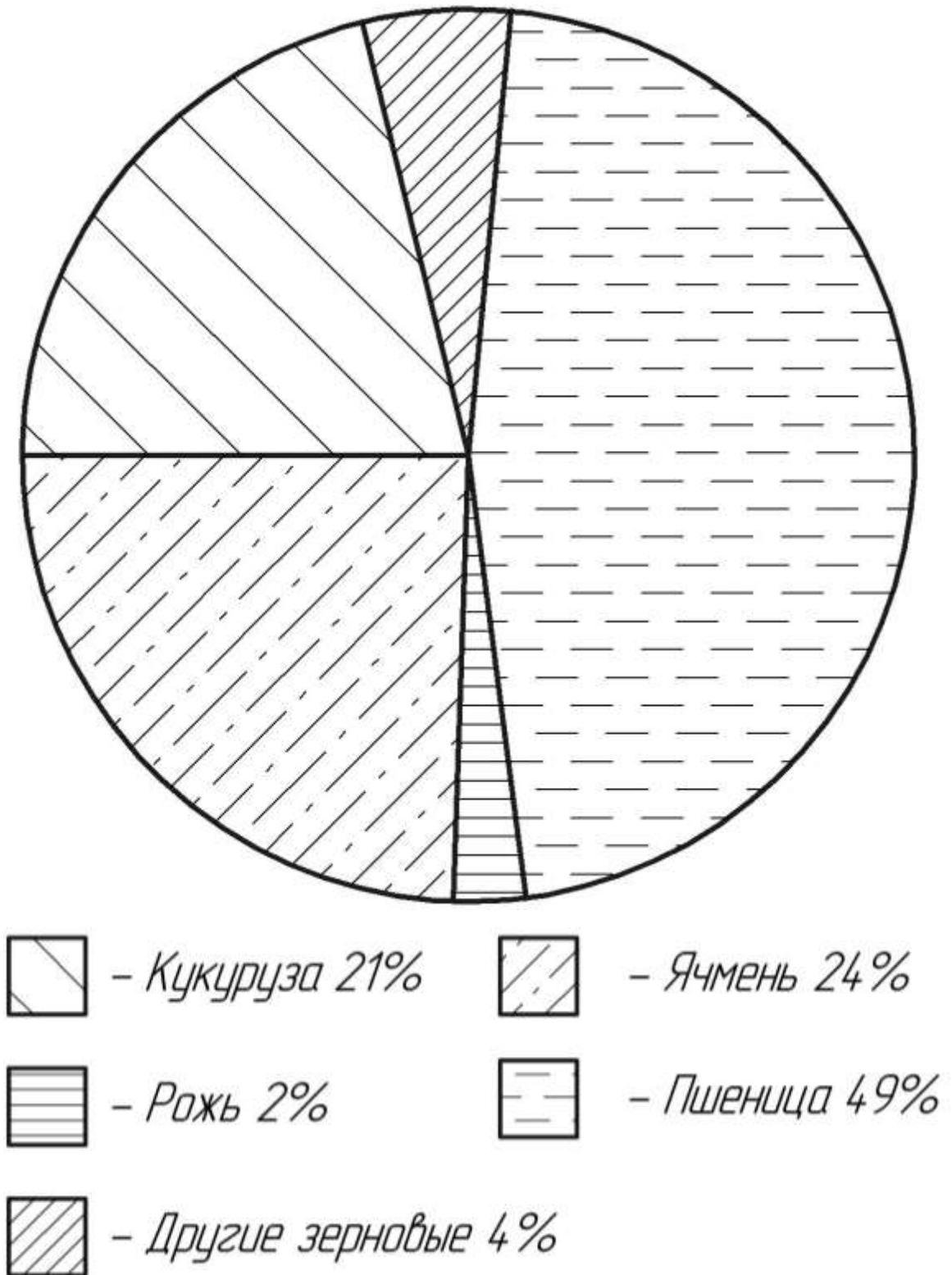


Рис. 1.6 - Структура производства зерна урожая 2008 года в Украине [3]

Увеличение валового производства зерна обусловлено повышением урожайности зерновых культур на 12,9 ц/га или в 1,6 раза, и увеличением площади уборки на 1,9 млн. га, или на 14,4%. Рост объемов производства зерна был почти во всех его видах. Урожай пшеницы составлял 25,9 млн. т, что в 1,9 раза больше, чем в предыдущем году; ячменя собрали 12,6 млн. т (в 2,1 раза больше); кукурузы на зерно - 11,4 млн. т (+ 1,5 раза); ржи - 1,1 млн. т (+ 1,9 раза); овса - 0,9 млн. т (+ 1,7 раза); проса - 220 тыс. т (+ 2,6 раза); гречки - 240,6 тыс. т (+ 10,7%). Лишь урожай риса - 100,7 тыс. т - оказался на 6,8% меньшим, чем в 2007 году (Рис.1.6) [3].

подавляющее большинство зерна (а именно: 42,1 млн. т) выработали сельскохозяйственные предприятия, что составляет 79% общего валового сбора. При этом хозяйства населения прибавили к общему валу 11,2 млн. т, или 21%. Урожайность зерновых культур в сельскохозяйственных предприятиях была на уровне 35,5 ц/га, что превышало соответствующий показатель деятельности хозяйств населения на 3,6 ц с гектара (Рис. 1.7). Следует добавить, что высокий урожай в 2008-2009 зерновом сезоне стал возможным по большому счету из-за благоприятных погодных условий. При этом уровень технологической эффективности производства нуждается в усовершенствовании, о чем свидетельствует невысокое качество собранного урожая. С учетом переходных запасов на уровне 6,5 млн. т. и прогнозируемого импорта (200 тыс. т) общее предложение зерна на внутреннем рынке в 2008-2009 маркетинговом году будет составлять 60,0 млн. т. При этом для удовлетворения внутренних нужд нам нужно 27,3 млн. т. Из этого для обеспечения продовольственного потребления достаточно 7 млн. т, для формирования семенного фонда - 3,1, удовлетворение нужд области животноводства - 15, для непищевой переработки - 1,7, вдобавок, возможные потери оцениваются около 0,5 млн. т.

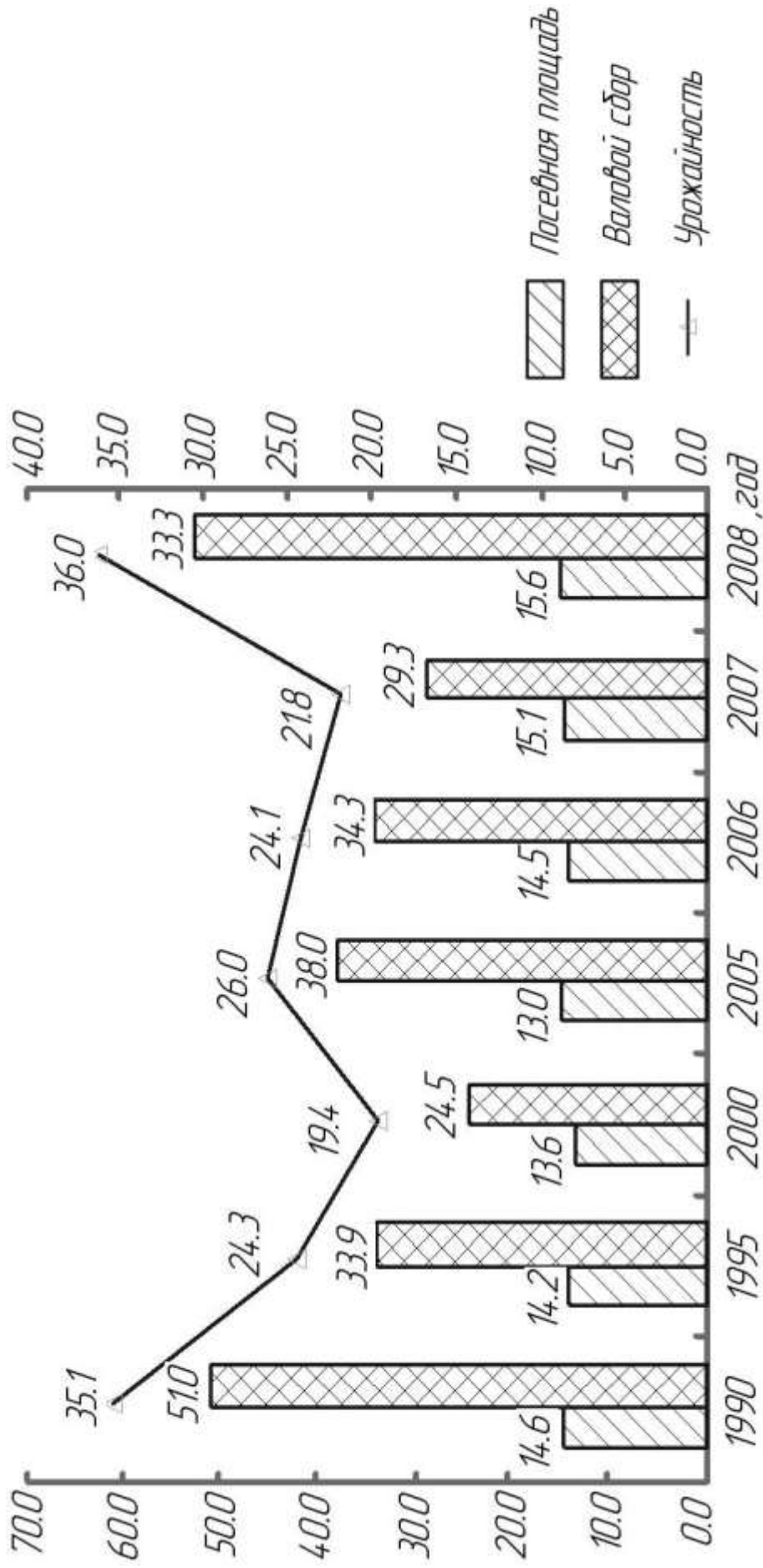


Рис. 1.7 - Динамика производства зерна в Украине за период 1990-2008 г.г. [3]

При полном обеспечении внутренней потребности и формировании необходимых переходных запасов возможный экспорт зерна в течение сезона будет составлять 25,2 млн.т., что почти вдвое превышает объемы нашего общего экспорта за два последних сезона. При условии сказанного выше использование зерна, его переходные запасы на конец 2008...2009 МГ будут составлять около 7,5 млн. тонн. Заметим, что за шесть месяцев текущего сезона уже было использовано 25,8 млн.т зерна, из которых на экспорт поступило 12,5 млн. тонн.

Следует отметить, что в последнем сезоне проблема качества зерна встает очень остро. В условиях существенно возрастающего предложения и снижения цен на мировом рынке именно качество зерна имеет решающее значение, так как рынку нужно недорогое, но качественное продовольственное зерно.

Еще одной особенностью развертывания событий на мировом рынке зерна не в пользу Украины может стать поддержка Россией собственного экспорта зерна, т.е. введение его субсидирования. В свою очередь Украина не будет иметь возможности обратиться к таким методам, поскольку они будут противоречить условиям нахождения нашей страны в Мировой организации торговли.

Учитывая состояние ТО ПУОЗ в хозяйствах юга и других регионов Украины, которая и в предыдущие годы не обеспечивала организацию поточной технологии ПУОЗ более чем на 50%, ещё более острой становится проблема реконструкции существующих и строительство новых высокопроизводительных зернокомплексов.

1.2 Анализ применяемых технологий послеуборочной обработки зерна

В общем производственном процессе обработки, уборки и послеуборочной обработки зерновых культур основные затраты (в зависимости от климатических условий - 30...40 %) приходятся на послеубороч-

ную обработку зерна, особенно семена. Основная задача ПУОЗ состоит в своевременном доведении зерна без потерь к установленным кондициям по чистоте, влажности и другим показателям. Эта задача в условиях хозяйств может быть успешно решена при обоснованном подборе необходимого количества технологических линий и машин; определении их производительности и вместительности приемочных емкостей и отделений временного хранения семян; создании условий биологической сохранности зерна.

В истории механизации процессов послеуборочной обработки зерна в условиях СССР В. П. Елизаров и В. М. Дегтев выделяют три этапа [9, 10].

Первый этап - обработка зерна на отдельных машинах. В дореволюционной России и в первые годы Советской власти такими машинами были веялки, сортировки и триеры, как правило, с ручным приводом. Машин было недостаточно, и выработывались они за границей.

Индустриализация и социалистические превращения в селе создали предпосылки для разработки и внедрения в сельскохозяйственное производство отечественной техники. Первой отечественной зерноочистительной машиной была "Союзнаркозем", созданная в 1934 году во Всесоюзном институте механизации (ВИМе) под руководством Н.Н. Ульриха. Производительность машины составляла 6...8 т/ч семян и до 10 т/ч товарного зерна. По технологической схеме она превосходила наиболее совершенную в то время импортную машину "Петкус-Хохенгхайм" фирмы "Ребер".

Первой отечественной стационарной сушилкой, изготовленной промышленностью для применения в колхозах и совхозах, была сушильная установка, спроектированная во Всесоюзном институте сельскохозяйственного машиностроения (ВИСХОМе). Технологические характеристики этой сушилки были на уровне лучших импортных и отечественных образцов [11].

При остром дефиците сельскохозяйственной техники и недоста-

точности квалифицированных кадров наибольшее распространение вплоть до 60-х лет получили простые по схеме и удобные в эксплуатации передвижные ЗОМ типа ВИМ-2, ВИМ-СМ-1, ВИМ-СМ-1Р, ВИМ-СМ-2 и др., и стационарные зерносушилки, массовое производство которых было налажено в 30-х годах.

Второй этап - строительство в хозяйствах стационарных пунктов для очистки и сушки зерна. Первые пункты были построены уже в начале 50-х годов. Основной частью этих пунктов стала поточная линия, составленная из машин, которые выпускаются промышленностью. Линия устанавливалась в специально построенном или переоборудованном для этой цели помещении. Применение поточной технологии ПУОЗ на стационарных пунктах позволило сократить затраты на очистку, сушку и отгрузку зерна до 8 раз по сравнению с затратами при обработке на разрозненных машинах [11].

В 1961 году в стране была принята новая организация семеноводства, которая нашла отображение в системе машин для поточной технологии ПУО семенного и продовольственного зерна в колхозах и совхозах. При этом, в каждом хозяйстве с посевными площадями до 3 тыс.га, предполагался универсальный пункт ПУОЗ, в состав которого входили две поточные линии: одна для семенного зерна, другая - для продовольственного и фуражного. Типоразмерный ряд предусматривал линии для обработки семенного зерна производительностью 1,25; 2,5 и 5 т/ч и линии для продовольственного и фуражного зерна производительностью 5, 10 и 20 т/ч. Был организован выпуск комплектов зерноочистительного (типа ЗП) и зерноочистительно-сушильного (типа ЗПС) оборудования производительностью 10 и 20 т/ч.

Третий этап - промышленное изготовление комплектов оборудования высокой заводской готовности - создание семейства зерноочистительных агрегатов (типа ЗАВ) и зерноочистительно-сушильных комплексов (типа КЗС), переключение затрат работы на строительство комплексов из сельского хозяйства в промышленность.

Было установлено, что для нормального функционирования любого зернокомплекса необходимы емкости приема и временного хранения зерна, которые позволяют создать условия резервирования зерна в случае поступления его от комбайнов и необходимости размещения чистого зерна и других его фракций до погрузки их в автомобили и транспортировки к местам хранения.

ГСКТБ по комплексу машин для послеуборочной обработки зерна (г. Воронеж) был разработан и в 1967 году поступил в хозяйства базовый агрегат семейства зерноочистительных и зерноочистительно-сушильных комплексов ЗАВ-20. В дальнейшем на основе агрегата ЗАВ-20 были разработаны и поставлены на производство зерноочистительные агрегаты ЗАВ-10, ЗАВ-40, ЗАВ-25, ЗАВ-50 и ЗАВ-100; зерноочистительно-сушильные комплексы КЗС-10Ш, КЗС-10Б, КЗС-20Ш, КЗС-20Б, КЗС-40, КЗС-25Ш, КЗС-25Б и КЗС-50. С целью доведения зерна до семенных кондиций выпущены семяочистительные приставки СПЛ-5, СП-10А и семяочистительно-сушильные пункты по типовому проекту 812-10,812-57,812-58.

Кроме того, в хозяйства поступили агрегаты ЗАР-5, КЗР-5, АЗС-30; семяочистительно-сушильные линии КОС-0,5 и КОС-2 для обработки семян трав.

Комплексная механизация приема, обработки и отгрузка зерна и применение высокопроизводительного оборудования позволила сократить затраты труда на зерноочистительных агрегатах до 0,03...0,12 чел.-ч./т и на зерноочистительно-сушильных комплексах до 0,14...0,55 чел.-ч./т в зависимости от их типоразмеров.

Схема возможных вариантов последовательности основных технологических процессов послеуборочной обработки и складирования семян, рекомендованная для разных климатических зон, представлена на рис. 1.8. [7]. При обработке семенного материала в сухих зонах включается сушка.

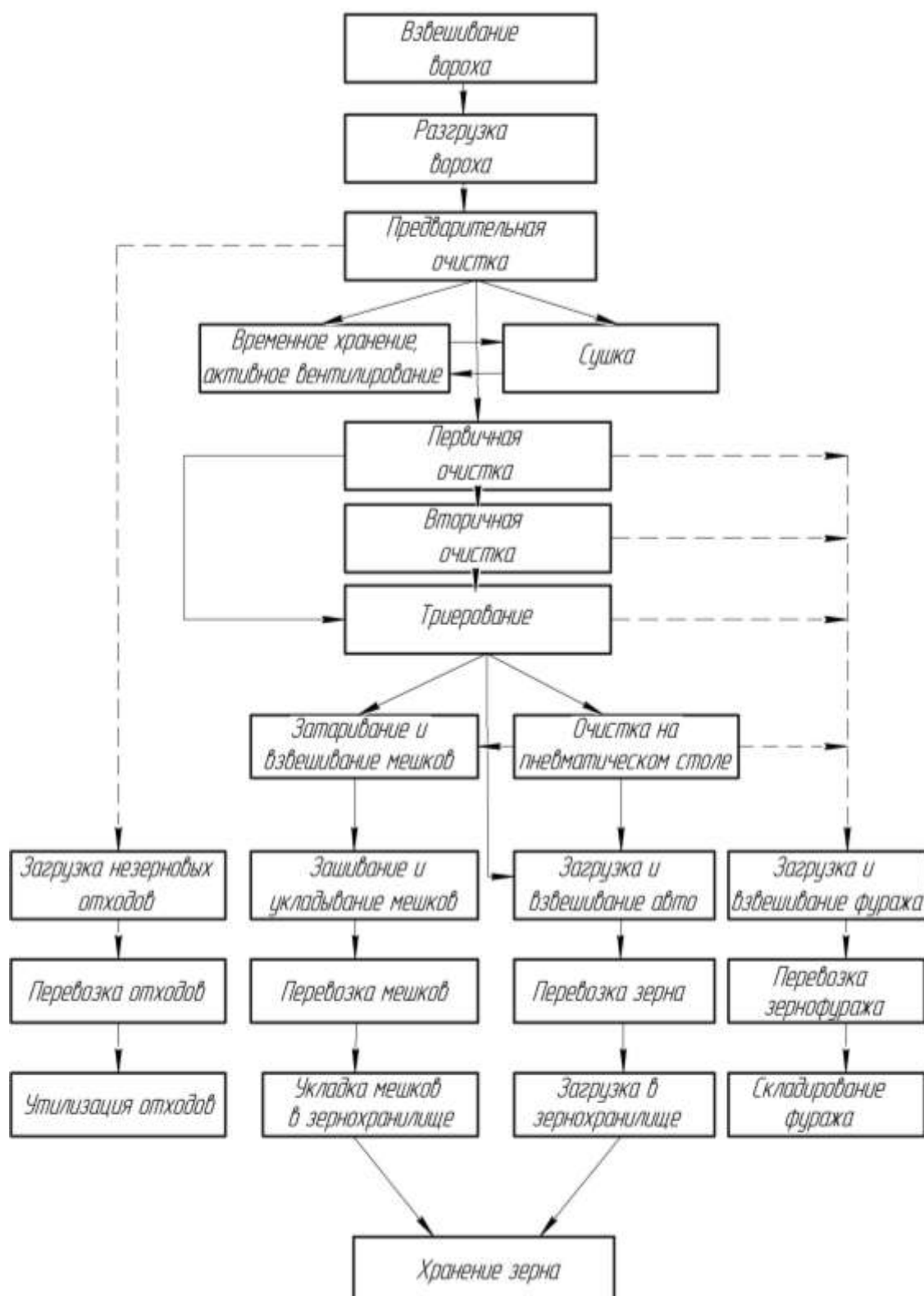


Рис. 1.8 - Схема возможных вариантов последовательности основных технологических процессов послеуборочной обработки и складирования семян [1]

В государствах СНГ и других странах проводились и ведутся работы по обоснованию способов уборки с обработкой хлебной массы на стационаре. Такие технологии предусматривают значительное сокращение количества полевых операций и упрощение полевых машин с перенесением выполнения сложных процессов обработки хлебной массы на стационарные и полустационарные зернопункты. В это время разработано несколько вариантов агропромышленных технологий уборки зерновых с обработкой на стационаре [13]:

1. Трехфазный способ уборки зерновых (разработанный ВИМ и ГСКБ ПО "Ростсельмаш", г. Ростов-на-Дону).
2. Уборка зерновых в Нечерноземной зоне с подсушиванием массы на стационаре перед обмолотом "Гигрокомплекс" (технология разработана ВИМ, ЛатвНИМЭСХ, СиБИМЭ, ЦНИИМЭСХ).
3. Кубанская индустриальная безотходная технология уборки зерновых (разработанная Кубанским СХИ, хозяйством им. Калинина Каневского района Краснодарского края).
4. Уборка зерновых по схеме "Невейка" (разработанные ВИМ СКФ ВИМ, ВНИПТИМЭСХ, УНИИМЭСХ, СиБИМЭ, ГСКБ "Таганрогский комбайновый завод", г. Таганрог).
5. Уборка зерновых с обработкой массы на стационаре (разработанные НПО "Казсельхозмеханизация", ВИМ, ГСКБ ПО "Ростсельмаш", г. Ростова - на-Дону).
6. Уборка зерновых методом очеса растений на корню (разработанные ТГАТА, г. Мелитополь) [13 - 26, 126] и др.

Технологии уборки зерновых с обработкой массы на стационаре предусматривают дополнительно сепарацию и домолот, другие операции выполняются на известных зернокомплексах типа ЗАВ, КЗС и др. [25].

Наиболее характерные для использования в хозяйствах зернокомплексы следующие [7, 27 - 30].

Зерноочистительный агрегат ЗАВ-25 (рис. 1.9) состоит из отделения приема, временного хранения и предварительной очистки зерна ОП-50 и очистительного отделения 03-25. В отличие от известных агрегатов типа ЗАВ имеет дополнительную машину предварительной очистки МПО-50 производительностью 50 т/ч и аэрируемые емкости временного хранения зерна, оборудованные аэрожелобами [49].

Семяочистительно-сушильный пункт по типовому проекту 812-10 (рис. 1.10) содержит в себе такие дополнительные процессы и операции, такие как активное вентилирование, очистка и сортировка по плотности, протравливание, взвешивание порций зерна, зашивание мешков и др.

Зерноочистительно-сушильный комплекс "F-D-A" (рис. 1.11) японской фирмы "Koneko" [49] предусматривает прием, очистку, сушку и промежуточное хранение зерна.

Сушка зерна проводится в две стадии: в самостоятельной переносной установке и в стационарной шахтной зерносушилке. Управление работой комплекса осуществляется в автоматическом и ручном режимах. Производительность норий в 4...6 раз выше, чем производительность машин основных линий, которая позволяет одновременно с очисткой загружать бункера временного хранения зерна.

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» (Центр) совместно с рядом отечественных предприятий осуществляет разработку технических средств для механизации послеуборочной обработки зерна и семян [50].

Так, ОАО «Брестсельмаш», при научной поддержке Центра были разработаны зерносушилки производительностью 16 и 20 пл. т/ч, а совместно – зерносушилка шахтная СЗШМ-30 производительностью до 30 пл. т/ч (рис. 1.12), на базе которой ОАО «Брестсельмаш» поставил на производство с 2009г. зерноочистительно-сушильный комплекс ЗСК-30 (рис.1.13).

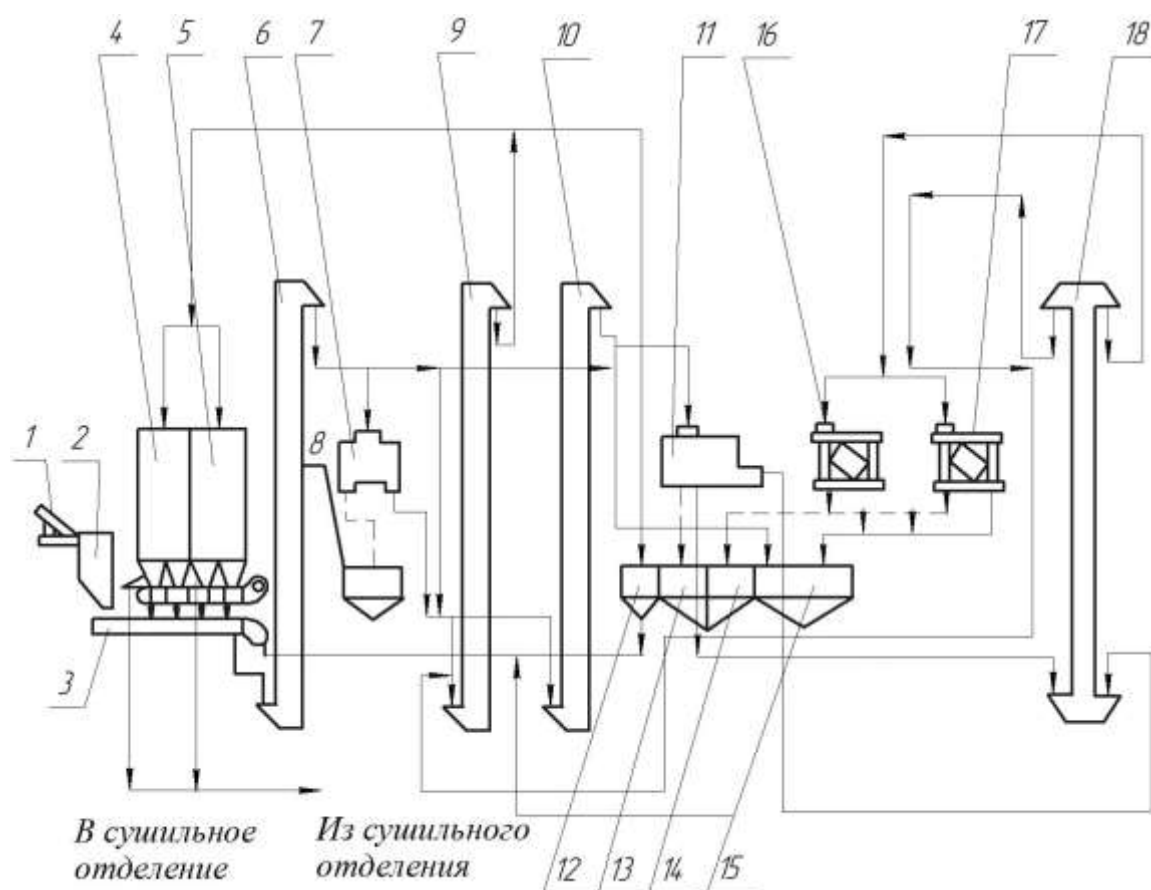


Рис. 1.9 - Технологическая схема зерноочистительного агрегата ЗАВ-25 [49]:

- 1 - автомобилепогрузчик;
- 2 - приемный бункер-дозатор;
- 3 - транспортер;
- 4, 5 - бункера временного хранения зерна;
- 6, 9, 10, 18 - нории;
- 7 - машина предварительной очистки;
- 11 - машина первичной очистки;
- 12 - бункер предварительно очищенного зерна;
- 8, 13, 14 - бункера отходов;
- 15 - бункер чистого зерна;
- 16, 17 - триерные блоки

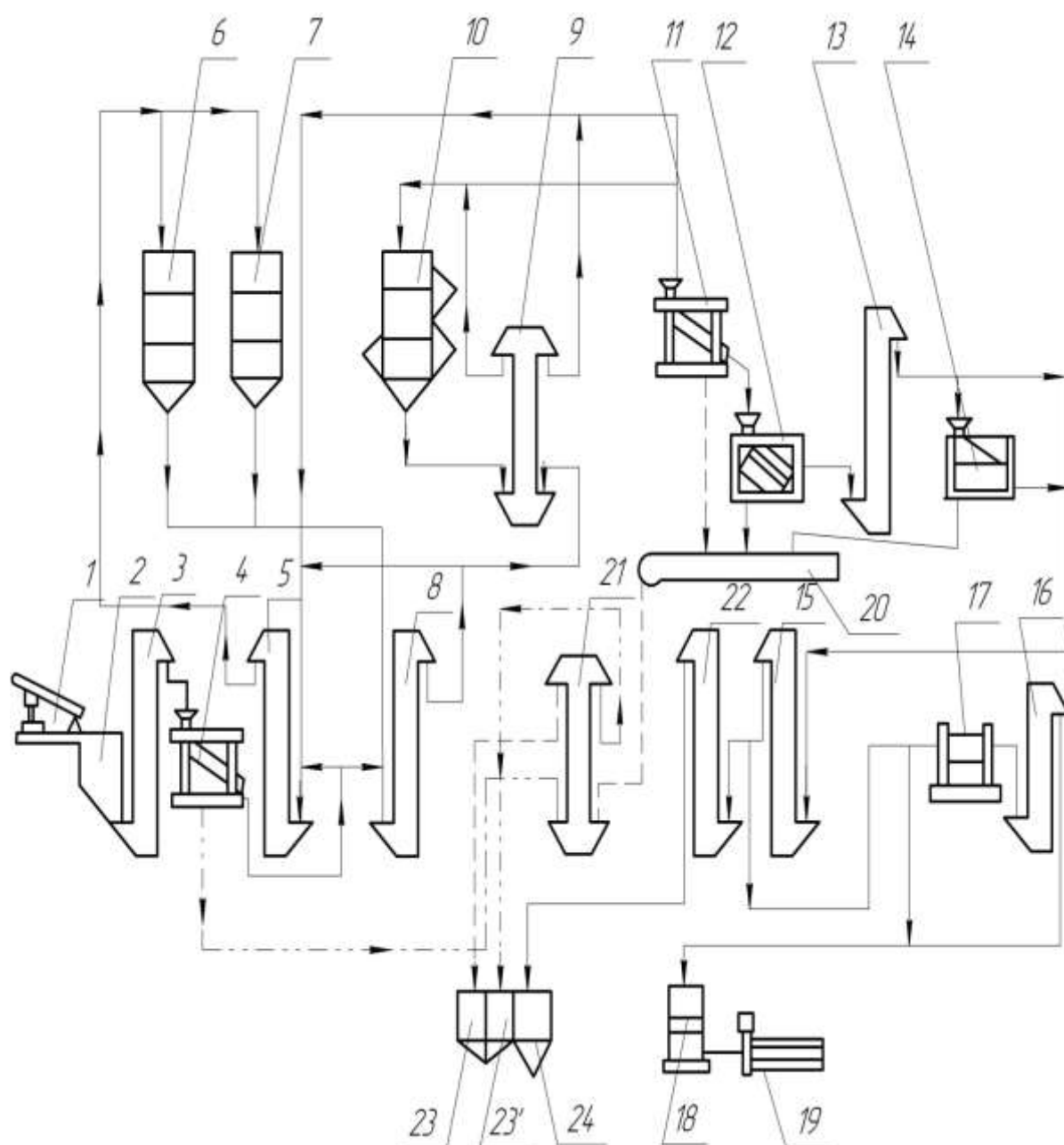


Рис. 1.10 - Технологическая схема семяочистительно-сушильного комплекса по типовому проекту 812-10 [49]:

1 - автомобилеподъемник; 2 - завальная яма; 3, 5, 8, 9, 13, 15, 16, 21, 22 - нории; 4 - машина предварительной очистки; 6, 7 - бункера активного вентилирования; 10 - шахтная зерносушилка; 11 - машина вторичной очистки; 12 - триер; 14 - пневматический сортировальный стол; 17 - протравитель; 18 - автоматические порционные весы; 19 - мешкозашивочная машина; 20 - транспортер отходов; 24 - бункер чистого зерна.

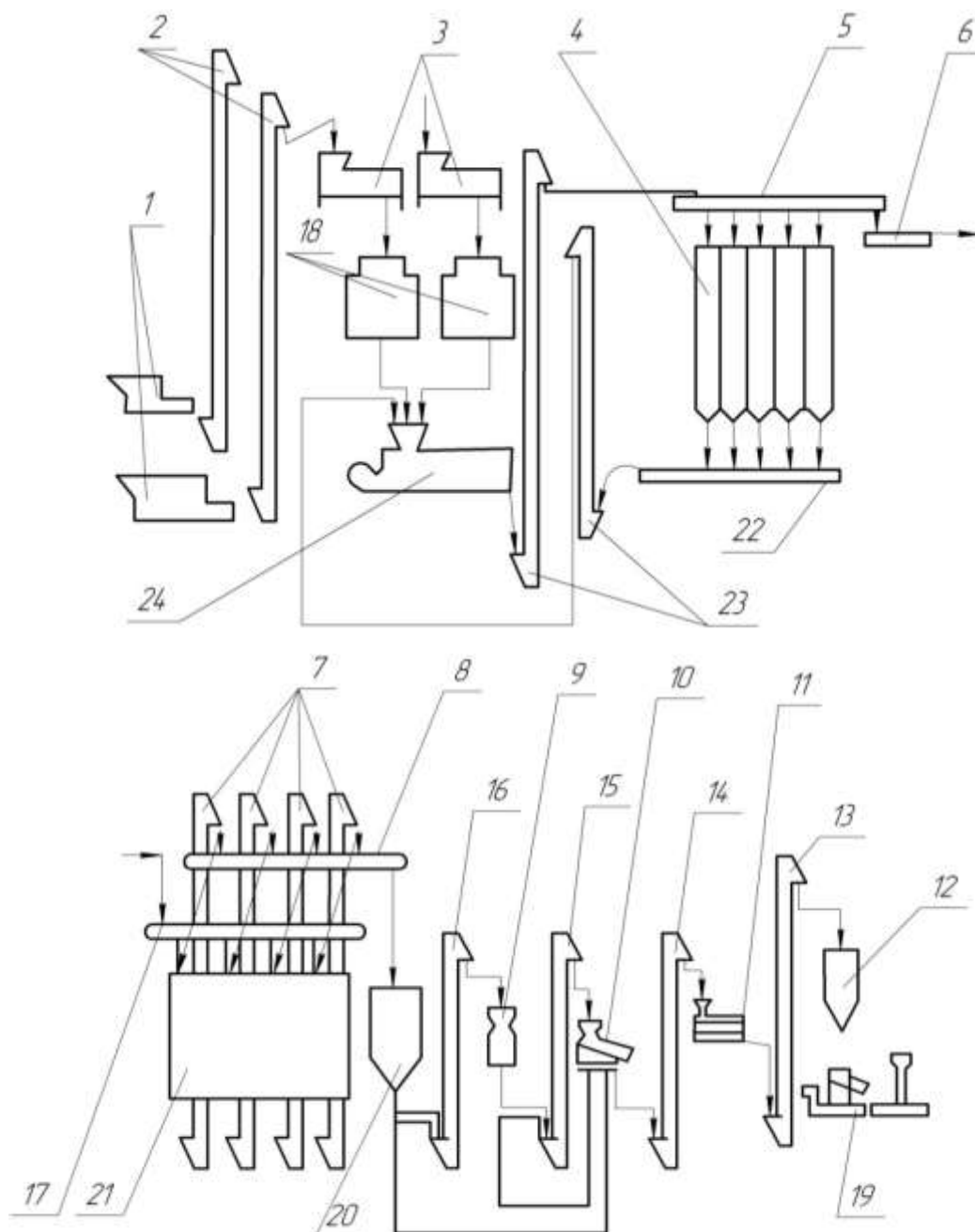


Рис. 1.11 - Технологическая схема зерноочистительно-сушильного комплекса F-D-A System120 фирмы "Koneko"[49]:

1 - приемник зерна; 2,7,13,14,15,16,23 - нория; 3,18 - соответственно отделители больших и мелких примесей; 4 - бункера временного хранения; 5,6,8,17,22 - горизонтальный транспортер; 9 - очиститель; 10 - вибрационный сепаратор; - 11 - машина окончательной очистки; 12 - автоматические весы; 19 – мешкозашивочная машина; 20 - компенсирующая емкость ; 21 - шахтная зерносушилка; 24 - машина предварительной подсушки



Рис. 1.12 – Зерносушилки СЗШ-16, СЗШ-20, СЗШ-30.



Рис. 1.13 – Зерноочистительно-сушильный комплекс ЗСК-30.

В 2008 г. ООО «Амкодор-Можа», при научной поддержке Центра, разработало зерноочистительно-сушильный комплекс ЗСК-40Ш производительностью 40 пл. т/ч. Комплекс успешно прошел приемочные испытания и поставлен на производство с 2009 г. Отличительной особенностью комплекса является то, что он оснащен универсальными воздушнонагревателями, работающими как на жидком, газообразном, так и на местном топливе (дрова, рапсовое масло).

Заводы-изготовители республики в настоящее время могут обеспечить ежегодную поставку комплексов производительностью 30 и 40 пл. т/ч для сельскохозяйственных предприятий с валовыми сборами зерна до 15000 т.

В сельскохозяйственных предприятиях с валовыми сборами зерна 15000 т и более необходимы зерноочистительно-сушильные комплексы производительностью 60–80 пл. т/ч и зерноочистительные машины для их оснащения с производительностью 120–150 т/ч и 30–60 т/ч на предварительной и первичной очистке соответственно.

Вопросом совершенствования технологии послеуборочной обработки семян посвящены нормативные документы и работы Н.Н. Ульриха, А.М. Уварова, В.И. Алейникова, В.И. Анискина и В.П. Елизарова,

В.А.Дидура, Б.А. Карпова и П.М. Шибаета, Л.И. Кроппа, Б.В. Ходановича, Ю.М. Яблокова, П.П. Колышева, М.В. Киреева, А.И. Завгороднего, С.М. Григорьева и Ю.К. Ковальчука, Е.М. Зимина, Р.Н. Волика, В.В. Носкова, Д.В. Кривенко, С.И. Пастушенко, Г.П. Павловского, Г.А. Ровного и Г.И. Боровика, В.Д. Бабченко, Ю.А. Чурсинова, А.С. Матвеева, П.В. Яговкина и др., Г.И. Гозмана, А.Н. Зюлина и др. [31 - 51].

Общие вопросы послеуборочной обработки зерна рассмотрены в работах И.Е. Кожуховського, Г. П. Павловського, В.Д. Олейникова, М.Г. Голика, В.Н. Делидовича, Б.Е. Мельника, В.А. Кубышева, А.Г. Чижикова, В.Д. Бабченко, Е.А. Машкова, А.Е. Иванова, И.И. Митрофанова, Ф.Н. Ерка, Е.Л. Ревякина, А.В. Авдеева, Е.С. Гончарова М.Ф. Машковца У.М. Полуэктова, В.А. Германова, Л.Н. Фай, С.А. Аристова, Г. Бауманса, В.Е. Круглени и других зарубежных ученых [52 – 75, 79, 80, 94].

За границей все большее распространение находят поточные технологические линии для ПУОЗ, которые представляют собой простейшие системы (для мелких фермерских хозяйств) в виде приемника зерна и, в основном, вентилируемых хранилищ, до сложных предприятий и заводов, которые специализируются на комплексной обработке и переработке зерна.

Следует отметить, что в отечественном аграрном секторе эксплуатируется значительное количество ЗАВ и КЗС прошлого поколения, поэтому их модернизация должна предусматривать, в первую очередь, оснащённость ПУОЗ механизированными зернохранилищами, машинами и оборудованием для очистки семенного зерна.

На Украине житомирским ОАО “Вибросепаратор” осуществляется реконструкция существующих агрегатов ЗАВ-20, ЗАВ-40 и строительство зерноочистительных комплексов КЗ-25, КЗ-50.

Создание и реконструкцию поточных линий следует осуществлять с учетом назначения и мощности хозяйств, которые производят зерно.

1.3 Современный уровень технических средств послеуборочной обработки зерна

Зерновой ворох, поступающий на послеуборочную обработку, представляет собой смесь зерна (семян) основной культуры, семян других растений (культурных и сорных), минеральных (комочки земли, песок и т.п.) и органических (полова, частицы растений) примесей.

Средства послеуборочной обработки зерна представляют набор оборудования, где основными являются зерноочистительные машины, установки активного вентилирования и сушки зерна. К другому оборудованию относятся разные емкости для временного приема и хранения зерна, зернопогрузчики и зернометатели, транспортирующие устройства, весы, автомобилеподъемники и др. Зернокомплексы оснащаются стационарными и передвижными механизмами.

Технический уровень технологических линий в целом и качество обработки материала определяют зерноочистительные машины: предварительной, первичной, вторичной очистки; триеры и пневматические сортировальные столы.

Работа ЗОМ основана на использовании одного или нескольких способов разделения зерновых смесей.

Разделение зерновых материалов может выполняться на решетчатых и триерных поверхностях - по геометрическим размерам; в пневмосепараторах и воздушных каналах - по аэродинамическим свойствам; по комплексу аэродинамических свойств и плотности - в сепараторах с псевдооживленным слоем; по форме и состоянию поверхности - на фрикционных рабочих органах (горках, винтовых сепараторах - змейках, фрикционных триерах). Разделение выполняется также по упругости, цвету, электропроводности, диэлектрической проницаемости и другим свойствам.

Наиболее представительная группа ЗОМ - воздушно-решетные сепараторы.

На основании анализа литературных источников можно классифицировать решета по конструктивному оформлению, способу использования и типу привода [1].

По конструктивным оформлением решета можно разделить на цилиндрические, конические, транспортерного типа, с активными элементами, с гибкими элементами, пространственные, плоские штампованные и др.

Решета по способу изготовления бывают пробивные, тканые, плетеные, рубчатые, наборные.

По типу привода - качающиеся, вращающиеся, вибрационные, гирационные, вибрцентробежные.

Пневмосепарирующие системы, которые используются в воздушно-решетных машинах бывают нагнетательные, всасывающие, нагнетательно-всасывающие и замкнутых типов с вертикальными, наклонными или кольцевыми пневматическими каналами. Они оснащены осадочными камерами, инерционными пылеотделителями, циклонами. Сепарация в воздушном потоке происходит под действиями двух групп внешних сил: аэродинамических и массовых - сил веса и сил инерции в основном поступательного движения.

Машины предварительной очистки зерна представляют собой сочетание мощной аспирационной системы, предназначенной для выделения легких примесей, и решетных очистителей для просеивания основного материала и отделения грубых, крупных примесей.

Машины первичной очистки включают в себя аспирационную очистку от легких примесей и хорошо развитую решетную очистительную часть. Она позволяет отделить от основной культуры вегетативные примеси - части колосков, мелкую соломку, головки осота, соцветие сорняков, дробленое зерно и т.п.

Машины вторичной очистки, как и машины первичной очистки, имеют в своем составе аспирационную часть и решета. Отличие от машин первичной очистки заключается в том, что исходный материал аспирируется, как до решетной очистки, так и после нее, а на решетную поверхность дается меньшая нагрузка.

Триерная очистка позволяет выделить примеси, которые отличаются от основной культуры длиной. Для этого используют триеры, которые выделяют из пшеницы и др. культур короткие (зерно битое поперек, семена сорняк-куколь, гречишку) и длинные (овес, овсюг и т.п.) примеси.

Пневматические сортировальные столы выполняют разделение материалов по плотности, что позволяет выделить ценнейшую семенную фракцию.

В государствах СНГ в основном используются машины и оборудование, разработанные в России, Украине и Германии.

Так, разработаны и используются на Украине - машина предварительной очистки МПО-100, машины вторичной очистки СВУ-10 и МВО-20, пневматический сортировальный стол производительностью 9 т/ч и др. /ГСКБ "Зерноочистка" г. Воронеж, Россия)

Наибольшими предприятиями в мире являются "Петкус Вута" (Германия) и "Кимбрия Хайд" (Австрия), которые специализируются на производстве техники для обработки зерна и семян, и характеризуется высокими показателями качества очистки зерновых материалов.

В процессе послеуборочной обработки и хранения собранного урожая в отдельных случаях, во избежание самосогревания и порчи зерна, необходимо выполнять его сушку и активное вентилирование. Вентиляционные установки делятся на передвижные, напольные, переносные и стационарные.

В хозяйствах используются бункера БВ-25, БВ-40 и отделение

приема зерна ОП-50 российского производства и немецкие бункера К-878, К-878А и др. На базе БВ-25 и БВ-40 используются отделение вентилируемых бункеров ОБВ-160.

Для сушки зерна используют стационарные и передвижные сушилки -шахтного, барабанного, конвейерного, ленточного, карусельного, ящичного, платформенного и лоточного типов: СЗШ-8, СЗШ-16, СЗШ-16Г, ЗСПЖ-8, СЗСБ-4, СЗСБ-8, СЗСБ-2,5, Т-685, СИЯ-16?8, СП-18, и др.

Оборудование для сушки и хранения зерна выпускается ВАТ "Карловский машиностроительный завод" (Украина, г. Карловка) и предприятием "Агро-Союз"

Для интенсификации процесса разделения зерновых материалов проводится значительная работа по усовершенствованию плоских решет. Так, предлагается выполнять решета не гладкими, а с продольными выступами и с размещением продолговатых отверстий во впадинах между ними. При этом увеличивается вероятность попадания зерен в отверстия за счет ориентации их длинной осью вдоль отверстия. Предусматривается также достичь повышения производительности решет выполнением отверстий решета с наклонными кромками.

С целью интенсификации процесса сепарации на плоских решетках применяют вибрационные колебания, а также используют цилиндрические виброцентробежные решета и другие.

Предлагаемые решения по усовершенствованию рабочего процесса плоских решет дают возможность повысить их производительность, но одновременно значительно усложняют конструкцию и металлоемкость зерноочистительных машин.

За границей предлагаются многорешетные машины с расположением решет одно под одним. Удельная производительность таких многорешетных машин приблизительно такая же, как у плоских решет, но сама машина выходит более компактной.

К числу перспективных рабочих органов относятся цилиндрические решета с внутренней рабочей поверхностью.

Созданы новые перспективные рабочие органы для сепарирования зерновых материалов- вертикальные цилиндрические виброцентробежные решета и пневмоцентробежные кольцевые воздушные каналы с восходяще-ускоренным воздушным потоком [92 – 95, 159, 163].

Конструктивно-технологической особенностью таких сепараторов является унифицированный очистительный блок. Применяя несколько таких блоков для параллельной и последовательной работы, можно обеспечивать разные технологические варианты обработки зерна при производительности 25...100 т/ч [95].

В пневмосепараторах наряду с применением аэродинамических и массовых сил используют центробежные и кориолисовы силы, а также силы, обусловленные вращением воздушного потока - вихревые генераторы и стоки. Различают 4 группы таких сепараторов: пневмогравитационные, пневмоинерционные, центробежно-пневматические и пневмоцентробежные [87, 96, 97, и другие].

Устройства для сепарации в псевдооживленном слое осуществляют рабочий процесс в спокойном или кипящем режимах. Они бывают нагнетательного, нагнетательно-всасывающего действия, с неподвижной или вибрирующей опорной воздухораспределительной перегородкой, с делительными устройствами (ножами, экранами, порогами и т.п.) и без них (А.С. СССР № 442836, 806161, 829212 и др.).

В последние годы созданы отечественные рабочие органы скальператорного типа [1, 91, 106 -110, 120, 130, 132, 136, 154, 156, 224 -227]. - решета с наружной рабочей поверхностью и горизонтальной осью вращения. Решета просты по конструкции, не имеют вибрирующих узлов и деталей, имеют небольшую металло-энергоёмкость и практически не травмируют зерно.

Дальнейшему совершенствованию технологических процессов и рабочих органов ЗОМ посвящены работы Н. П. Сычугова и А. И. Буркова, П.М. Заики, А.И. Завгороднього, Н. М. Чумакова, Ю. М. Гармаша, В. М. Дринчи, П. Н. Лапшина и Ю. А. Бахарева, И. И. Макарова, Я. Героба и К. Фрешера, Л. Г. Жмая, Х. Х. Валиева, Ф. Н. Ерка, С. А. Вайнруба, В. И. Резниченко и Ю. М. Помагаева, Б. Т. Тарасова и др., В. Н. Минаева и Х. Регге, В. П. Яговкина и В. А. Дурченкова, А. В. Миронова, А. П. Тарасенко и др. [98 – 105, 111 -116, 120 – 126, 146 – 148, 158 - 167].

1.4 Влияние методов формирования технической оснащённости на качество зерна

При создании новых технологических комплексов для ПУОЗ необходимо использовать методики, которые учитывают реальные условия функционирования машин и оборудования.

При этом необходимо учитывать, что недостаточно обоснованное изготовление экспериментального оборудования приводит к потерям времени, средств и материалов в связи со сложностью оборудования, продолжительностью проектирования, строительства и др.

Проведение натурных испытаний таких объектов за 1...2 сезона не позволяет получить достаточный и достоверный банк статистических данных, которые учитывают вероятностную природу условий функционирования рассмотренных объектов.

Таким образом, существует объективная необходимость разработки эффективных методик, которые позволяют делать расчеты параметров технологического процесса послеуборочной обработки зерна, основанных на реальных условиях функционирования объектов.

Последовательный ряд задач, которые необходимо решить при этом можно сформулировать так [1]:

1. Выбор сезонной производительности пункта.
2. Установка числа поточных линий и закрепление за ними культур (сортов, репродукций).
3. Определение состава технологических отделений.
4. Расчет производительности оборудования технологических отделений.
5. Выбор технологического оборудования и машин из перечня, что выпускает промышленность или экспериментальных.

В одной из первых методик [172] предлагается делать расчеты исходя из условий обработки яровых культур, так как уборка происходит в период наиболее неблагоприятных метеорологических условий. В ряде методик [55, 177 и др.] предполагается загрузку сушилок учитывать умножением количества обрабатываемого зерна на процент снятия влаги. Наиболее достоверно зависимость производительности ЗОМ от характеристик внешних условий (влажности, засоренности и др.) дана в работе [7]. Достаточно полно критерий оптимальной производительности зерноочистительной машины, агрегата - получение затрат, определяемым по данным агрооценки и нормативным показателям, представлен в методике [177].

Задача определения сезонной производительности зернокомплекса решается в работах Л. К. Аблина, Ф. С. Завалишина, Л. И. Кроппа, Ю.А. Нагаева, Ю. В. Пануса, В. И. Тимофеева и Р. Г. Шмидта, В. П. Слизарова, А. Х. Бекеева, М. В. Киреева и В. М. Дегтева, Р. Э. Штейна, А. М. Валге, А. Е. Иванова, И. Ф. Никкинена, Н. А. Громова, СМ. Григорьева, М. В. Киреева и Ю. К. Ковальчука и др. [167 – 179, 182, 200, 201 и др.].

Для определения числа поточных линий необходимо знать сроки созревания зерновых культур. Анализ, проведенный в п. 4.2 показывает, что в разные годы сроки созревания зерновых культур изменяются в значительных пределах.

Для расчета количества поточных линий важно знать не столько сроки уборки, а , их сдвиг относительно друг друга. Для региональных условий юга Украины наличие в хозяйстве одной линии или зерноочистительного агрегата не может решить проблему ПУОЗ.

В работе [9, 10] описывается статистическая модель, которая позволяет определить оптимальное количество линий для ПУОЗ. Авторы моделирования делают вывод, что для рассмотренных условий целесообразно иметь не менее двух поточных линий.

Ряд исследований [1, 7 и др.] показывает, что производительность зерноочистительного и сушильного оборудования зависит в основном от вида культуры, назначения зерна, его влажности и засоренности.

Известно [1], что снижение производительности ЗОМ относительно паспортной происходит соответственно на 2 % и 5 % при увеличении на 1% засоренности и влажности исходного материала. Снижается производительность ЗОМ также при обработке разных культур, что при расчетах учитывается введением коэффициента эквивалентности.

Нашими исследованиями определено, что вышеупомянутые расчеты требуют корректирования, даже с учетом того, что испытание ЗОМ проводились в условиях, когда влажность исходного материала составляла 13...15%, а засоренность - 5...6%, что должно способствовать повышению производительности ЗОМ в сравнении с паспортной.

Так, в хозяйстве "Колос" Мелитопольского района Запорожской области зерноочистительный агрегат ЗАВ-40, что работал в условиях высокой технологической надежности, на обработке пшеницы показал максимальную производительность 32...33 т/ч при необходимом допуске на потери зерна в отходы, которая не отвечает паспортным данным (40 т/ч).

При испытаниях машины ЗВС-20 с паспортной производительностью 20 т/ч в хозяйстве "Герои Сиваша" Краснопереконского района

Автономной Республики Крым на очистке риса была зафиксирована производительность 5...6 т/ч, хотя с учетом коэффициента эквивалентности по расчетам она должна была составить 10 т/ч.

Аналогичные результаты получены при испытаниях других зерноочистительных машин, которые работали на обработке культур. Таким образом, только по приведенным примерам можно сделать вывод, что коэффициенты эквивалентности для пшеницы $K_n=0,8$ а не 1,0, и для риса, - $K_p=0,3$ а не 0,5 [7], что необходимо учитывать при выполнении расчетов.

Приведем примеры нескольких наиболее распространенных методов расчета производительности оборудования зерноочистительно-сушильных пунктов.

Антипин В.Г. [169] определяет производительность машины предварительной очистки используя следующее выражения:

$$Q_B = \frac{G_c(100-W_k)}{D_k \eta_k a_1 (100-W_0)t_k}, \text{ Т/ч} \quad (1.1)$$

где G_c — сезонное поступление зерна, т;

W_k — кондиционная влажность зерна, %;

D_k — календарный срок уборки в днях;

η_k — степень использования календарного времени на работу комбайнов ($\eta_k = 0,90 \dots 0,95$);

a_1 — содержание зерна в зерновой смеси после комбайнов в долях единицы ($a_1 \approx 0,95$);

W_0 — относительная влажность убираемого зернового вороха ($W_0 = 16\%$);

t_k — возможное число часов чистой работы комбайнов в поле ($t_k = 10$ часов).

Олейников В.Д. и др. [53] расчетную производительность машины предварительной очистки определяет по формуле:

$$Q_B = \left(\frac{G(100 - W_K) \cdot \text{Ч}_K}{D_K(100 - W_0) \cdot \text{Ч}_0 \cdot \text{Ч}_K [1 - 0,05(W_0 - 16)][1 - 0,02(90 - \text{Ч}_0)]} + t_{6G} \right) \frac{1}{t_B \cdot \kappa_{\text{см}}}, \text{ т/ч} \quad (1.2)$$

где G – среднесуточное поступление зерна, т;

$W_K, \text{Ч}_K$ - базисная влажность и чистота зерна, %;

$W_0, \text{Ч}_0$ - средняя фактическая влажность и чистота зерна, %;

t - критерий Стьюдента ($t_{0,05} = 2$);

σ_G - среднее отклонение среднесуточного поступления, т;

t_B – продолжительность работы машины за сутки, ч;

$\kappa_{\text{см}}$ – коэффициент использования времени смены.

Таблица 1.3

Расчетная производительность МПО на ржи при валовом сборе 1000 т и 2000 т за сезон (производительность определена по формулам различных авторов)[157]

№ пп	Авторы (источники)	Формулы для определения производительности машины предварительной очистки зернового вороха	Расчетная производительность	
			по сырому зерну 1000т	паспортная 2000т
1	Антипин В.Г. [169]	$Q_B = \frac{Gc(100 - W_K)}{D_K \eta_K a_1 (100 - W_0) t_K}$	15,4/ 37,4	30,8/ 74,8
2	Олейников В.Д. [53]	$Q_B = \left(\frac{G(100 - W_K) \cdot \text{Ч}_K}{D_K(100 - W_0) \cdot \text{Ч}_0 \cdot \text{Ч}_K [1 - 0,05(W_0 - 16)][1 - 0,02(90 - \text{Ч}_0)]} + t_{6G} \right) \frac{1}{t_B \cdot \kappa_{\text{см}}}$	30,0/ 72,8	62/ 150
3	[53]	_____//_____//_____	21,0/ 51	42,0/ 102
4	Кубышев В.А. [1] (по паспортной производительности)	$V_{\text{зон}} = \frac{V_{\text{зон}}}{\kappa_T h \kappa_K (1 - \kappa_W \Delta W)(1 - \kappa_Z Z)}$	20,6/ 50	41,2/ 100

Из выражения (1.3.) определяем необходимую паспортную производительность ворохоочистителя:

$$V_{\text{зom}} = \frac{V_{\text{зom}}}{\kappa_{\text{т}} h \kappa_{\text{к}} (1 - \kappa_{\text{w}} \Delta W)(1 - \kappa_{\text{z}} Z)}, \text{ т/ч} \quad (1.3)$$

Валиев Х.Х. [11] приводит расчеты производительности машин предварительной очистки по выше указанным формулам для условий хозяйств Ленинградской области. Результаты расчетов по выбранным формулам представлены в таблице 1.8. [11]. Так, в формуле (1.1) автор учитывает неравномерности поступления и виды зерна и во всех (1.1,1.2,1.3) не учитывают назначения зерна и времени безопасного его хранения.

Киреев М.В. и др. [30,31] использует методы теории массового обслуживания и обосновывает потребную производительность машин предварительной очистки с учетом времени безопасного хранения зернового вороха в завальной яме в зависимости от назначения зерна.

Наиболее полное описание использования метода статистического моделирования, для расчета производительности оборудования предприятий послеуборочной обработки зерна, можно найти у Елизарова В.П. [27].

Метод статистического моделирования используется также в работе [33] для определения производительности зерноочистительных машин.

Имитационные модели в виде программ для ЭВМ позволяют учесть особенности процессов изменения внешних возмущений и функционирования машин технологической линии и наиболее точно прогнозировать значения параметров зерноочистительно-сушильных пунктов.

Дегтев В.М. [34] обосновывает основные параметры машин и оборудования зерноочистительно-сушильного пункта, имитирует

совместное функционирование уборочно-транспортного комплекса и технологической линии пункта. При имеющемся в хозяйстве составе уборочно-транспортного комплекса коэффициент использования машины предварительной очистки $K = 0,40$ [35], а ее производительность должна в 2,5 раза превышать производительность последующих машин поточной линии.

В. А. Кубышев и Ю. В. Панус [1] рекомендуют определять фактическую производительность ЗОМ по формуле:

$$q_{\text{ЗОМ}} = q_{\text{ЗОМ}}^{\text{П}} \cdot k_{\tau} \cdot h \cdot k_k \cdot (1 - k_w \cdot \Delta W) \cdot (1 - k_z \cdot Z) \quad (1.4)$$

где $q_{\text{ЗОМ}}$ - фактическая производительность машины, т/ч;

$q_{\text{ЗОМ}}^{\text{П}}$ - паспортная производительность машины, т/ч;

k_k - коэффициент, который учитывает вид обрабатываемой культуры;

k_w - коэффициент, который учитывает снижение производительности машины при влажности зерновой массы, которая превышает 14...16 %;

k_z - коэффициент снижения производительности из-за засоренности массы;

Z - засоренность массы, %;

h - коэффициент, который учитывает организацию работ. При поточной организации $h = 1$;

k_{τ} - коэффициент использования времени, $k = 0,7 \dots 0,8$;

ΔW - допуск на отклонение фактической влажности от кондиционной (16%)

$$\Delta W = W_3 - 16, \quad (1.5)$$

где W_3 - влажность зерна, %.

Аналогичные формулы предлагаются в работах [38], однако коэффициенты k_w и k_z имеют другие значения.

В работе [47] рекомендуется $k_w=0,05$ на каждый % влажности свыше 18% и $k_z=0,02$ на каждый % засоренности свыше 10%.

По другим расчетам [9] задается $k_w=0,03$ на каждый процент влажности свыше 18% и $k_z=0,02$ на каждый % засоренности свыше 10%.

В зависимости от вида культуры и характеристик зерновой массы по ОСТ 70.10.2 - 83 определяют производительность ЗОМ по формуле [9]:

$$q_{\text{ЗОМ}} = q_{\text{ЗОМ}}^{\text{П}} \cdot k_k \cdot k_{wz}, \quad (1.6)$$

где $q_{\text{ЗОМ}}$, $q_{\text{ЗОМ}}^{\text{П}}$ соответственно фактическая и паспортная производительности машины, т/ч;

k_k - коэффициент, который зависит от вида культуры;

k_{wz} - коэффициент, который зависит от начальных влажности и засоренности массы. Оба коэффициента влияет на снижение паспортной производительности ЗОМ.

Обеспечение поточности ПУОЗ при минимальных приведенных затратах является одной из важнейших задач расчета производительности технологических отделений. При этом необходимо учитывать ряд ограничений технологического и организационного плана - режим работы, характер заявок, качество поступающего материала и т.п.

Ф.С. Завалишин [72] различает три типа комплексов ПУОЗ:

1. Продолжительность работы комплекса равняется продолжительности работы машин, от которых поступают материалы на обработку. Средняя интенсивность потока в отдельных звеньях производственного потока будет одинаковой. В этом случае организуется непрерывный поток из трех звеньев: уборка - транспортировка - послеуборочная обработка.

2. Весь материал, который поступил на комплекс на протяжении суток, за те же сутки должен быть переработан.

3. Количество обрабатываемого материала должно равняться количеству материала, который поступил за весь сезон.

При расчете параметров технологического оборудования процесса ПУОЗ важно учитывать сложную вероятностно-статистическую природу изменения характеристик зернового материала.

Многолетние наблюдения за изменением влажности и засоренности в разных зонах СНГ показали, что их распределение можно описать нормальным законом [12, 1].

Процессы изменения влажности и засоренности ЗМ в условиях юга Украины изучены недостаточно полно. По имеющимся данным считают [10], что процессы $W(t)$ и $S(t)$ (W - влажность, S - засоренность зерна) являются стационарными и эргодичными, хотя оба эти условия нередко нарушаются.

Много авторов при расчетах учитывают характер неравномерности поступления зернового материала на зернокомплексы. Так, принимая гипотезу о простейшем потоке, предлагается использовать аналитический метод теории массового обслуживания [9, 42, 204], что позволяет с учетом динамики поступления зернового материала на обработку, определять не только производительность оборудования приемного отделения, но и вместительность завальной ямы (компенсационной емкости), что обеспечивает бесперебойную разгрузку зерна из автомобилей.

Следует отметить, что в большинстве прежде предложенных методик наличие одновременно нескольких поступающих культур не учитывалось, и наиболее полно, как представляется, этот вопрос решен в работе [182]. Одним из методов, которые помогают более полно выяв-

лять особенности создания комплексов, может стать математическое моделирование комплекса, при котором используются результаты натурных испытаний отдельного оборудования или комплекса в целом при определенных внешних условиях.

Существующие методики формирования средств ТО ПУОЗ, имея в своей основе детерминистические принципы и упрощающие предположения относительно реальных условий процесса, учитывают пересчитанные особенности лишь в крайне ограниченном объеме. На наш взгляд, наиболее достоверные результаты по обоснованию параметров технической оснащенности ПУОЗ может дать метод имитационного моделирования, который учитывает комплекс качественных показателей функционирования зерноочистительных машин.

Метод имитационного моделирования детально изложен в монографиях Дж. Клейнена [180], Р. Шеннона [181] и используется многими учеными. [182 - 191 и др.]

В работах [178,179] выполняется расчет производительности оборудования технологических отделений, который учитывает сложную вероятностно-статистическую природу динамики поступления зерна и изменения его характеристик.

В работах В. П. Слизарова, Б. А. Макарычева, А. Х. Бекеева, В. М. Дегтева, Р. Э. Штейна описывается построение отделений работы колхозных и совхозных предприятий ПУОЗ. Авторами разработаны программы, которые имитируют процессы функционирования разных машин, оборудования, технологических линий. Это позволяет оптимизировать структуру предприятия и основные параметры его оборудования.

Учеными Анискиным В. И., Зюлиным А. Н., Пивнем В. В., Кир-

пой М. Я. и другими предлагаются направления совершенствования технологий ПУОЗ [34, 51, 258, 267].

В работах американских ученых Т. К. Бриджеса, О. Дж. Лоуэра и Д. Дж. Оверхольца описаны системы программ для расчетов, которые позволяют делать подбор оборудования и проектирование процессов уборки, послеуборочной обработки и хранения зерна.

В последние годы имитационное моделирование получило широкое применение. В работах В.Г. Еникеева, Ю. Н. Блынського и Ю. Ф. Ладыгина, Б. Д. Цвика, А.С. Кушнарёва, А. И. Митрофанова и В. В. Степанова, В. В. Войцеховського, А. Д. Орлянського, П. А. Алексева и А. М. Рахманова, Б. И. Горбунова и др. моделируется использование техники в технологических звеньях механизированных поточных работ обработки и уборки зерновых культур при разных условиях функционирования. В. М. Черненький использует имитационное моделирование при разработке САПР, Г.А. Лиший - при разработке системы агрегативного управления сельскохозяйственным производством и т.д.

Разработанные и используемые в Украине и за границей методики обоснования параметров технологического процесса ПУОЗ не могут быть применены для условий юга Украины в силу специфики агроклиматических условий, размеров посевных площадей, урожайности, размеров валовых сборов зерна, характеристик зерновых материалов. Кроме того, отсутствуют данные о реальных показателях качества работы ЗОМ в условиях их нормального функционирования, что свидетельствует о необходимости совершенствования методов и методик расчета параметров оборудования зернокомплексов с учетом зональных условий.

Выводы по разделу 1

1. Внедрение поточной технологии обработки зерна, которое характеризуется комплексной механизацией всех процессов и операций, привело к резкому снижению затрат труда и, вместе с тем, показало наиболее частое нерациональное применение типичных агрегатов и комплексов, используемых для разных хозяйственных условий. Кроме того, при предлагаемых немногочисленных расчетах по обоснованию параметров процесса ПУОЗ в большинстве случаев не учитывается вероятностно - статистическая природа условий функционирования машин и агрегатов в условиях Украины и особенно в ее наиболее зернопроизводящих южных районах.

2. Выполнение технологических операций в определенные агротехнические сроки в реальных условиях, как правило, нарушается. Больше того, предполагаемые показатели качества функционирования машин и агрегатов не подтверждаются, что вызывает необходимость установления вероятностных характеристик оценки качества технической оснащенности процесса ПУОЗ.

В связи с этим, возникают задачи совершенствования методик построения математических моделей ЗОМ и оборудование ПУОЗ как вероятностных систем, которые могут стать основанием прогноза показателей качества их работы.

3. Для решения задачи обоснования основных параметров машин и оборудования для ПУОЗ в хозяйствах с использованием прогноза показателей качества их работы и учетом многолетних данных поступления зерновых материалов на комплекс предлагается использовать методы

идентификации и имитационного моделирования, которые позволяют получить хорошие результаты при довольно большом количестве данных, характеризующих зональные условия.

РАЗДЕЛ 2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

2.1 Постановка задачи и исходные положения

К перечню важнейших технологических требований, предъявляемых к ПУОЗ входят поточность (критерий минимума затрат), качество обрабатываемой продукции и показатель потерь зерна. При рациональном обосновании основных параметров ЗОМ и агрегатов могут быть правильно организованы технологические процессы, которые отвечают этим требованиям. При этом учитывается сложный характер взаимодействия уборочной техники (поступление исходного материала на зернокомплексы), транспортных средств и машин для ПУОЗ, погодных условий и характеристик зерновых материалов - засоренности, влажности, натуры и др.

Вышеупомянутые особенности предусматривают необходимость в системном подходе и использовании вероятностных методов системного анализа, в частности, имитационного моделирования - одного из наиболее мощных и универсальных методов изучения процесса функционирования объектов сложной структуры [1].

Суть системного подхода заключается в том, что исследователи изучают поведение системы в целом, а не концентрируют свое внимание на отдельных ее элементах.

В этом случае рассматривается факт, что даже если каждый элемент или подсистема имеют оптимальные конструктивные или функциональные характеристики, то поведение всей системы может оказаться

нерациональной из-за взаимодействия между элементами и подсистемами. Системный подход при изучении поведения больших (сложных) систем изложен в работе Н. П. Бусленко [198, 206].

Анализ механизированных процессов в растениеводстве и животноводстве, проведенный С. В. Кардашевским, Л. В. Погорелым и др. [199,212], позволяет сформулировать основные характерные особенности сложных систем относительно комплексов сельскохозяйственных машин, использованных для осуществления этих процессов [9]:

- наличие иерархической структуры - принципиальная возможность расчленения системы на взаимодействующие между собой элементы и подсистемы, которые выполняют разные технологические, организационные и производственные функции;
- стохастический характер процессов функционирования подсистем и элементов, который заключается в их взаимодействии с постоянно и случайным образом меняющимися факторами внешней среды и внутренними возмущениями;
- наличие общей для системы целенаправленной задачи и конкурирующих целей функционирования подсистем при наложении ограничений технического, технологического и экономического характера;
- систематическая направленность системы управления на достижение определенных показателей эффективности путем целенаправленного влияния обслуживающего персонала.

Для комплексов ПУОЗ в разной мере характерны все изложенные черты, что позволяет рассматривать процессы их функционирования, как процессы сложных систем.

Целью данного раздела диссертации является создание теоретических основ для моделирования и обеспечения эффективной работы технических объектов (систем) в процессе их эксплуатации.

Задачи:

- систематизация нарушений работоспособности технической оснащен-

ности системы ПУОЗ и оптимизация параметров технологических линий;

- прогнозирование отдельных блоков системы ТО на стадиях проектирования информационных систем.

2.2 Многоуровневая модель системы технической оснащенности

Для учета взаимосвязи системы целесообразно задачи разделить на уровни в зависимости от объекта исследований (рис.2.1).

В условиях хозяйств приходится решать ряд задач, которые относятся ко всей области послеуборочной обработки зерна, его хранению и представляют первый уровень.

Второй уровень - предприятие может быть семеноводческим, продовольственно-фуражного назначения или комбинированным. В основном методики расчета параметров ТО ПУОЗ базируются на общем валовом сборе зерна, которое предусматривает наличие третьего уровня - перечня отдельных культур, групп культур, сортов, репродукций. Четвертый уровень - технологические отделения - агрегаты и комплексы (ЗАВ, КЗС и т.п.), а также семяочистительные приставки или специализированные семяочистительные линии (СП, АС и др.). Учитывая вероятностно-статистическую природу функционирования ЗОМ в конкретных природно-климатических условиях региона, в данной системе рассматривается пятый уровень - технологические процессы ЗОМ.

Набор технических средств для ПУОЗ не является градационной суммой машин и оборудования, которые удовлетворяют нужды любого хозяйства, хотя в предыдущие года многие специалисты области считали, что внедрение агрегатов ЗАВ-10, ЗАВ-20, ЗАВ-40 и др. в производство решает проблемы ПУОЗ.

Сроки реализации процесса ПУОЗ в значительной мере зависят от погодных условий. Для уборочного сезона каждого года формируется свой конкретный график выполнения работ. Состав средств ТО может

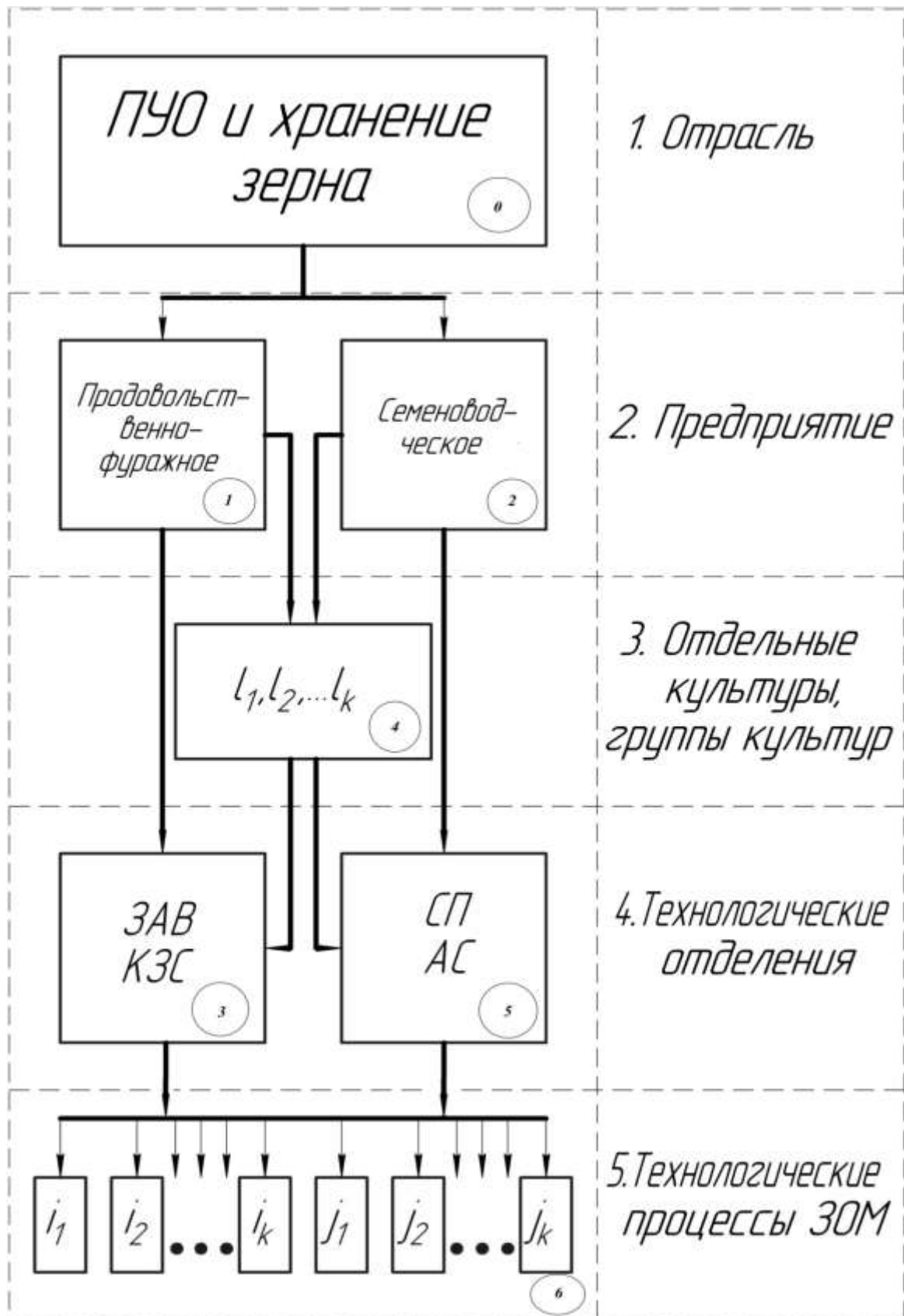


Рис. 2.1. Многоуровневая система ПУОЗ

изменяться в зависимости от условий года уборки, что еще раз подтверждает необходимость учета вероятностной природы условий формирования сроков ПУОЗ.

В работах В. Г. Еникеева и П. Л. Пашичева [200, 201] структура и состав средств ТО обоснованы в результате выполнения следующего ряда формализованных процедур:

- вероятностная процедура формирования сроков проведения механизированных работ области для ряда лет (размер ряда должен обеспечивать заданную достоверность оценочных показателей, обусловленных в следующих процедурах);
- оптимизация состава и структуры средств ТО растениеводства для каждого из вариантов графиков выполнения работ, сформированных на предыдущем этапе расчета;
- построение плотности распределения оценочных показателей, полученных в результате оптимизации ряда графиков выполнения работ по обоснованию структуры и состава средств ТО.

Цели, методы и средства решения иерархической схемы задачи обоснования уровня ТО могут быть разработаны иначе, чем это представлено на рисунке 2.1. Так, предлагается найти несколько отличные схемы, построенные по технологическим и территориальным принципам, которые охватывают более высокие уровни (техническую оснащенность природно-экономической зоны, района, региона и т.д.) и построенные по технологическим и территориальным принципам.

Для решения задач на каждом уровне используются показатели качества, которые отображают эффективность функционирования машин и агрегатов [200, 201].

Основные положения эффективного функционирования рабочих процессов сельскохозяйственных машин и их систем управления разработаны А. Б. Лурье [202].

Как основной показатель эффективности сельскохозяйственных агрегатов следует считать условие:

$$E \in E_{\text{доп}}, \quad (2.1)$$

где $E = Y - Y_n$ - случайный вектор отклонений функции результатов работы агрегата Y от некоторой заданной функции Y_n , что показывает, как он должен работать;

$E_{\text{доп}}$ - допустимая область отклонений.

Способность агрегата выполнять заданные операции на уровне не ниже заданного на протяжении определенного промежутка времени определяет оценку эффективности его функционирования.

При решении задач на всех уровнях, кроме показателей эффективности функционирования средств ТО, важное значение имеет показатель приведенных затрат на единицу продукции.

При исследовании любой сложной системы Н. П. Бусленко [206] предлагает два способа:

- обработка данных натурного эксперимента;
- метод моделирования процесса функционирования систем.

Экспериментальное исследование при этом должно придерживаться следующих условий:

- система допускает изменение режимов функционирования, необходимых для решения задачи;
- существует возможность фиксации всей необходимой информации при допустимых затратах;
- фиксация и обработка этой информации в реальном масштабе времени позволяют накопить достаточный объем данных;
- изменение режимов функционирования оборудования при проведении эксперимента не ведет к значительным потерям, аварии и другим нежелательным последствиям.

Наиболее целесообразным, на наш взгляд, является соединение

экспериментального и математического методов моделирования.

Для систем, образованных из зависимых по восстановлению подсистем учитывается дисциплина обслуживания элементов - приоритет обслуживания, т.е. порядок выполнения рассмотренных операций. Описание функционирования системы осуществляется с помощью построения графа состояния и составления системы линейных алгебраических и дифференциальных уравнений.

Математическая модель функционирования системы может быть представлена следующим алгоритмом.

Пусть E – множество всех состояний системы, E_+ - множество исправных, E_- - множество отказов состояний, $p_i(t)$ - вероятность пребывания системы в момент времени t в состоянии i , $i \in E$; $\lambda_{i,j}$ - интенсивность перехода из состояния i в состояние j . Если состояние i в состоянии j отсутствует, то $\lambda_{i,j} = 0$.

Система линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами, описывающая процесс функционирования имеет вид:

$$p'_i(t) = - \sum_{j \in E} \lambda_{i,j} p_j(t) + \sum_{j \in E} \lambda_{j,i} p_j(t), \quad i \in E. \quad (2.1)$$

$$p'_i(t) = \frac{dp_i(t)}{dt} - \text{производная по времени.}$$

Предполагая, что в момент времени $t = 0$ система полностью исправна, начальные условия функционирования имеют вид:

$$p_0(0) = 1, \quad p_i(0) = 0, \quad i \in E \setminus \{0\}.$$

Решение системы (2.1) с заданными начальными условиями позволяет найти вероятность безотказной работы $P(t)$ технической системы за время t при условии, что все состояния отказа являются поглощающимися:

$$P(t) = \sum_{i \in E_+} p_i(t) \quad (2.2)$$

Для определения среднего времени безотказной работы по графу состояний (рис.2.2) составляется система линейных алгебраических уравнений относительно времени пребывания технической системы в неисправных состояниях τ_i :

$$-\sum_{j \in E} \lambda_{i,j} \tau_i + \sum_{j \in E} \lambda_{j,i} \tau_j = -p_i(0), \quad i \in E_+. \quad (2.3)$$

Суммарный риск системы за время t находится по формуле:

$$R(t) = -\sum_{i \in E} r_{k(i)} p_i(t), \quad (2.4)$$

где $r_{k(i)}$ - риск системы из-за отказа i -го элемента.

Рассмотрим структурную схему возможных вариантов последовательности основных технологических процессов послеуборочной обработки и складирования товарного зерна и семян (рис.1.8) [1].

Основное технологическое оборудование делится на две группы: машины для обработки ненормализованного (свежеубранного или частично подработанного) и машины для обработки нормализованного (предварительно очищенного и высушенного) зерна. К первой группе относятся машины для предварительной очистки зерна и его сушки, а ко второй – для окончательной очистки и сортирования материала. Условия работы машин второй группы более благоприятны, чем первой.

Оборудование на предприятиях расставляют таким образом, чтобы технологические операции выполнялись последовательно и тем самым обеспечивалось доведение зернового материала до посевных, базисных или ограничительных кондиций за один пропуск или проход [7].

Описание функционирования системы представляет граф возможных вариантов последовательности основных технологических процессов послеуборочной обработки и складирования товарного зерна и семян (рис. 2.2).

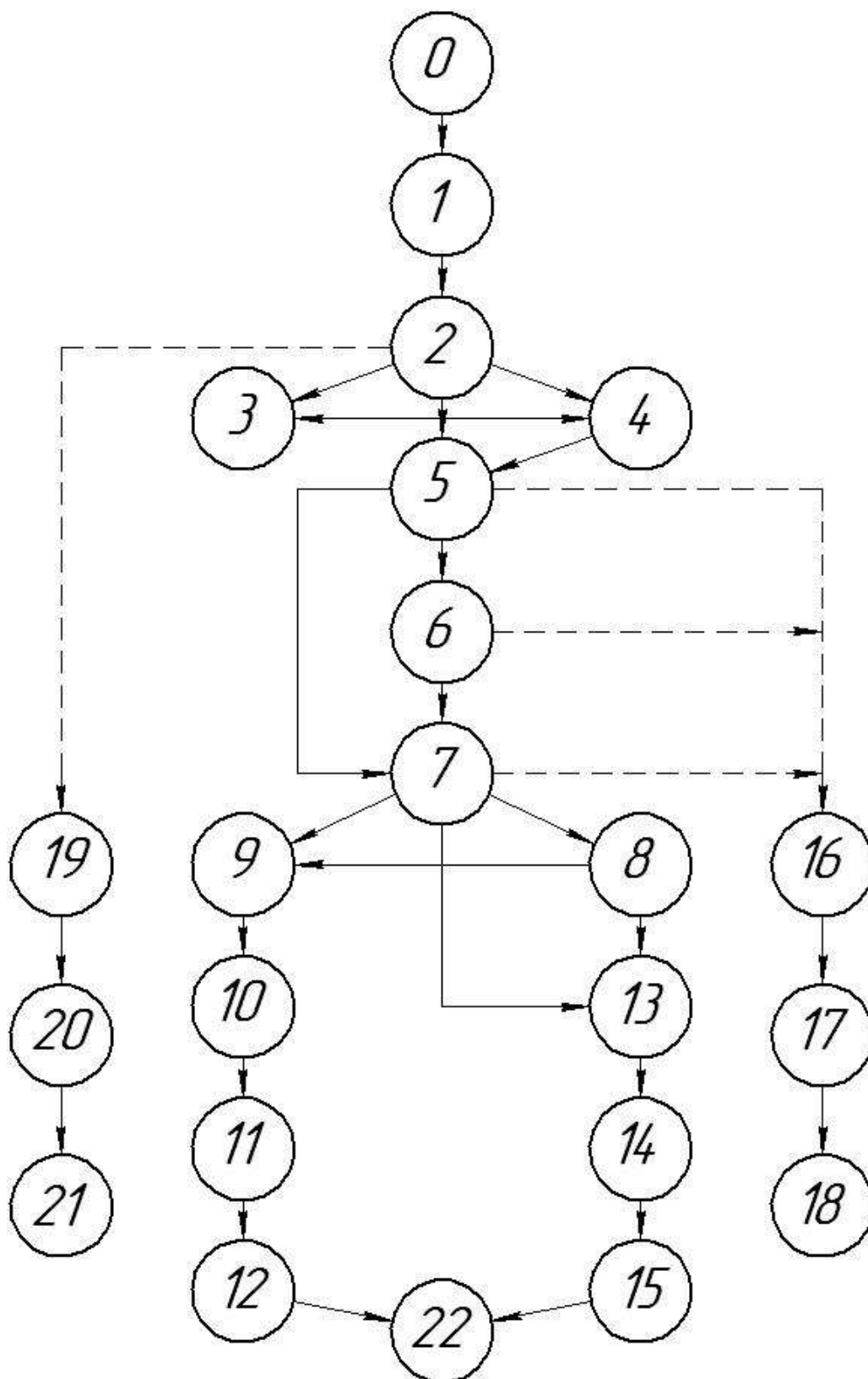


Рис. 2.2 – Граф возможных вариантов последовательности основных технологических процессов послеуборочной обработки и складирования товарного зерна и семян.

Функционирование системы ПУОЗ представлено следующими технологическими операциями:

- 0 – взвешивание вороха;
- 1 – разгрузка вороха;
- 2 – предварительная очистка;
- 3 – временное хранение, активное вентилирование;
- 4 – сушка;
- 5 – первичная очистка;
- 6 – вторичная очистка;
- 7 – триерование;
- 8 – очистка на пневмосортировальном столе;
- 9 – затаривание и взвешивание мешков;
- 10 – зашивание и укладывание мешков;
- 11 – перевозка мешков;
- 12 – укладка мешков в зернохранилище;
- 13 – загрузка и взвешивание авто;
- 14 – перевозка зерна;
- 15 – загрузка в зернохранилище;
- 16 – загрузка и взвешивания фуража;
- 17 – перевозка зернофуража;
- 18 – складирование фуража;
- 19 – загрузка незерновых отходов;
- 20 – перевозка отходов;
- 21 – утилизация отходов;
- 22 – хранение зерна.

Система последовательности основных технологических процессов послеуборочной обработки и складирования товарного зерна и семян представлена в виде дифференциальных уравнений.

$$\left\{ \begin{array}{l}
 p'_0(t) = -\lambda_1 p_0(t) \\
 p'_1(t) = \lambda_1 p_0(t) - \lambda_2 p_1(t) \\
 p'_2(t) = \lambda_2 p_1(t) - \lambda_3 p_2(t) - \lambda_4 p_2(t) - \lambda_5 p_2(t) - \lambda_{19} p_2(t) \\
 p'_3(t) = \lambda_3 p_2(t) + \lambda_4 p_3(t) \\
 p'_4(t) = \lambda_4 p_2(t) + \lambda_4 p_3(t) + \lambda_3 p_4(t) - \lambda_5 p_4(t) \\
 p'_5(t) = \lambda_5 p_4(t) + \lambda_5 p_2(t) - \lambda_6 p_5(t) - \lambda_{16} \cdot p_5(t) - \lambda_7 p_5(t) \\
 p'_6(t) = \lambda_6 p_5(t) - \lambda_7 p_6(t) - \lambda_{16} \cdot p_6(t) \\
 p'_7(t) = \lambda_7 p_5(t) + \lambda_7 p_6(t) - \lambda_{13} p_7(t) - \lambda_9 \cdot p_7(t) - \\
 - \lambda_8 p_7(t) - \lambda_{16} \cdot p_7(t) \\
 p'_8(t) = \lambda_8 p_7(t) - \lambda_{13} p_8(t) - \lambda_{16} p_8(t) - \lambda_9 p_8(t) \\
 p'_9(t) = \lambda_9 p_7(t) + \lambda_9 p_8(t) - \lambda_{10} p_9(t) \\
 p'_{10}(t) = \lambda_{10} p_9(t) - \lambda_{11} p_{10}(t) \\
 p'_{11}(t) = \lambda_{11} p_{10}(t) - \lambda_{12} p_{11}(t) \\
 p'_{12}(t) = \lambda_{12} p_{11}(t) - \lambda_{22} p_{12}(t) \\
 p'_{13}(t) = \lambda_{13} p_8(t) + \lambda_{13} p_7(t) - \lambda_{14} p_{13}(t) \\
 p'_{14}(t) = \lambda_{14} p_{13}(t) - \lambda_{15} p_{14}(t) \\
 p'_{15}(t) = \lambda_{15} p_{14}(t) - \lambda_{22} p_{15}(t) \\
 p'_{16}(t) = \lambda_{16} p_7(t) + \lambda_{16} p_6(t) + \lambda_{16} p_5(t) - \lambda_{17} p_{16}(t) \\
 p'_{17}(t) = \lambda_{17} p_{16}(t) - \lambda_{18} p_{17}(t) \\
 p'_{18}(t) = \lambda_{18} p_{17}(t) \\
 p'_{19}(t) = \lambda_{19} p_2(t) - \lambda_{20} p_{19}(t) \\
 p'_{20}(t) = \lambda_{20} p_{19}(t) - \lambda_{21} p_{20}(t) \\
 p'_{21}(t) = \lambda_{21} p_{20}(t) \\
 p'_{22}(t) = \lambda_{22} p_{12}(t) + \lambda_{22} p_{15}(t)
 \end{array} \right. \quad (2.5)$$

Многоуровневую систему ПУОЗ (рис. 2.1) можно представить в виде графа и рассматривать ее в виде дифференциальных уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l}
 p'_0(t) = -(\lambda_1 + \lambda_2) p_0(t) \\
 p'_1(t) = \lambda_1 p_0(t) - \lambda_1 p_3(t) - \sum_{i=1}^k \lambda_{4i} p_1(t) \\
 p'_2(t) = \lambda_2 p_0(t) - \lambda_2 p_5(t) - \sum_{i=1}^k \lambda_{4i} p_2(t) \\
 p'_3(t) = \lambda_3 p_1(t) + \sum_{i=1}^k \lambda_{4i} p_3(t) - \sum_{i=1}^k \lambda_{6i} p_3(t) \\
 p'_{4i}(t) = \lambda_{4i} p_1(t) + \lambda_{4i} p_2(t) - \lambda_3 p_{4i}(t) - \lambda_5 p_{4i}(t) \\
 p'_5(t) = \lambda_5 p_2(t) + \sum_{i=1}^k \lambda_5 p_{4i}(t) - (\lambda_{61} + \lambda_{62} + \dots + \lambda_{6i}) \cdot p_5 \\
 p'_{6i}(t) = \lambda_{6i} p_3(t) + \lambda_{6i} p_5(t), \quad i = \overline{1, k}
 \end{array} \right. \quad (2.6)$$

где $\lambda_{61}, \lambda_{62}, \dots, \lambda_{6i}$ – соответствует 5-му уровню – технологическим процессам ЗОМ (i_1, i_2, \dots, i_k), являющимися составляющими 2-го уровня.

В данном случае предприятие для ПУОЗ продовольственно - фуражного назначения предусматривает обязательными такие технологические процессы как предварительная и первичная очистки.

В случае, если 2-й уровень многоуровневой системы ПУОЗ представляет семеноводческое предприятие, то $\lambda_{71}, \lambda_{72}, \dots, \lambda_{7i}$ соответствует технологическим процессам машин и оборудования 5-го уровня (j_1, j_2, \dots, j_k).

При $t = 0$, начальные условия имеют вид:

$$p_0(0) = 1, p_i(0) = 0, i = 1, 2, \dots, 5$$

Система уравнений решается методом Рунге-Кутты.

В таком случае, предусматривают следующие технологические процессы: предварительная, первичная и вторичная очистка; триерование; очистка и сортировка на пневмосортировальном столе; затаривание и взвешивание мешков; зашивание и укладывание мешков и другие.

Считая, что при $t = 0$ все элементы системы исправны, можно записать начальные условия: $p_0(0) = 1, p_i(0) = 0, i = 1, 2, \dots, k$. Систему можно решить двумя способами: аналитическим и численным.

Однако получить решение в виде формулы для произвольного n можно для случая ограниченного числа элементов или при фиксированных значениях интенсивностей их отказа и восстановления. Существуют приближенные методы, позволяющие получить решение в аналитическом виде. Однако при этом возникают проблемы с оценкой погрешностей результатов вычисления показателей эффективности функционирования системы. Проще всего система их отказа и восстановления решается методом Рунге-Кутты.

Полученные значения используются в дальнейшем при нахождении риска системы.

Рассмотрим частный случай с участием 3-го уровня многоуровневой системы при ПУОЗ одной культуры (рис.2.3).

Функционирование системы ПУОЗ представлены следующими технологическими операциями:

0 – взвешивание вороха; 1 – разгрузка вороха; 2 – предварительная очистка; 3 – временное хранение, активное вентилирование; 4 – первичная очистка; 5 – вторичная очистка; 6.1 – загрузка и взвешивание авто; 6.2 – перевозка зерна; 7.1 – триерование; 7.2 – очистка на пневматическом сортировальном столе; 7.3 – затаривание и взвешивание мешков; 7.4 – зашивание и укладывание мешков.

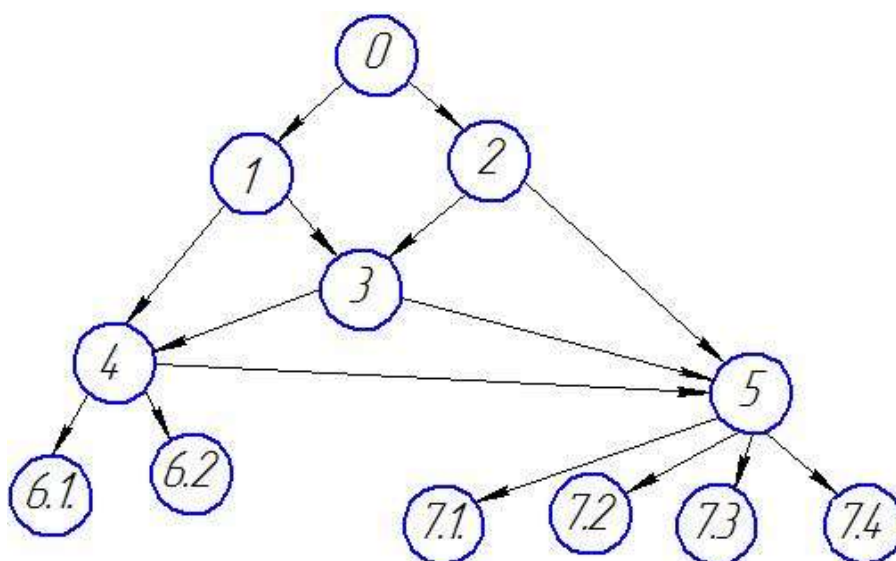


Рис. 2.3 - Граф состояния системы ПУОЗ (1 культура)

Система представлена следующими дифференциальными уравнениями

$$\begin{cases} p_0'(t) = -(\lambda_1 + \lambda_2) p_0(t) \\ p_1'(t) = \lambda_1 p_0(t) - \lambda_3 p_1(t) - \lambda_4 p_1(t) \\ p_2'(t) = \lambda_2 p_0(t) - \lambda_5 p_2(t) - \lambda_3 p_2(t) \\ p_3'(t) = \lambda_3 p_1(t) + \lambda_3 p_2(t) - \lambda_4 p_3(t) - \lambda_5 p_3(t) \\ p_4'(t) = \lambda_4 p_1(t) + \lambda_4 p_3(t) - \lambda_5 p_4(t) - \lambda_{61} p_4(t) - \lambda_{62} p_4(t) \\ p_5'(t) = \lambda_5 p_3(t) + \lambda_5 p_4(t) - \lambda_{71} p_5(t) - \lambda_{72} p_5(t) - \\ - \lambda_{73} p_5(t) - \lambda_{74} p_5(t) \end{cases} \quad (2.7)$$

При $t = 0$, начальные условия имеют вид:

$$p_0(0) = 1, p_i(0) = 0, i = 1, 2, \dots, k$$

Система уравнений решается методом Рунге-Кутты. Программная реализация в пакете MathCad представлена на рисунке 2.4.):

$$\begin{aligned} \lambda_4 &:= 6 & \lambda_5 &:= 7 & \lambda_{62} &:= 6 & \lambda_{71} &:= 5 & \lambda_{74} &:= 6 \\ p_0 &:= 0 & p_1 &:= 0 & p_2 &:= 0 & p_3 &:= 0 & p_4 &:= 0 & p_5 &:= 0 \\ \text{ORIGIN} &:= 0 \\ p &:= \begin{pmatrix} p_0 \\ p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ p_4 \\ p_5 \end{pmatrix} & p &= \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \\ D(t, p) &:= \begin{bmatrix} -(\lambda_1 + \lambda_2) \cdot p_0 \\ \lambda_1 \cdot p_0 - (\lambda_3 + \lambda_4) \cdot p_1 \\ \lambda_2 \cdot p_0 - (\lambda_5 + \lambda_3) \cdot p_2 \\ \lambda_3 \cdot p_1 + \lambda_3 \cdot p_2 - (\lambda_5 + \lambda_4) \cdot p_3 \\ \lambda_4 \cdot p_1 + \lambda_4 \cdot p_3 - (\lambda_{61} + \lambda_{62}) \cdot p_4 \\ \lambda_5 \cdot p_3 + \lambda_5 \cdot p_4 - (\lambda_{71} + \lambda_{72} + \lambda_{73} + \lambda_{74}) \cdot p_5 \end{bmatrix} \\ p_0 + p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 &= 1 \\ R &:= \text{rkfixed}(p, 0, 1, 15, D) \\ n &:= 0 \dots 99 & t &:= R^{<0>} \end{aligned}$$

Рис. 2.4 - Листинг программы в пакете MathCad – решение системы уравнений методом Рунге – Кутты.

Решением системы дифференциальных уравнений будут вероятности функционирования системы (Рис. 2.5.):

Find(p0,p1,p2,p3,p4,p5)

$$\rightarrow \left[\begin{array}{c} \frac{1}{1 + 14 \cdot t} \\ \frac{22 \cdot t + 1}{(1 + 25 \cdot t + 154 \cdot t^2)} \\ \frac{20 \cdot t + 1}{(1 + 26 \cdot t + 168 \cdot t^2)} \\ \frac{(779 \cdot t^2 + 47 \cdot t + 4268 \cdot t^3 + 1)}{(24024 \cdot t^4 + 7750 \cdot t^3 + 935 \cdot t^2 + 50 \cdot t + 1)} \\ \frac{62 \cdot t + 70224 \cdot t^4 + 1499 \cdot t^2 + 16660 \cdot t^3 + 1}{288288 \cdot t^5 + 117024 \cdot t^4 + 18970 \cdot t^3 + 1535 \cdot t^2 + 62 \cdot t + 1} \\ 7t \cdot \frac{7128 \cdot t^3 + 1402 \cdot t^2 + 91 \cdot t + 2}{672672 \cdot t^5 + 241024 \cdot t^4 + 33930 \cdot t^3 + 2335 \cdot t^2 + 78 \cdot t + 1} \end{array} \right]$$

Рис. 2.5 - Фрагмент листинга в пакете MathCad – определение вероятностей функционирования системы

Таким образом, получим вероятности функционирования системы для частного случая:

$$\begin{aligned} p_0(t) &= \frac{1}{1 + 14 \cdot t}; \\ p_1(t) &= \frac{22 \cdot t + 1}{(1 + 25 \cdot t + 154 \cdot t^2)}; \\ p_2(t) &= \frac{20 \cdot t + 1}{(1 + 26 \cdot t + 168 \cdot t^2)}; \\ p_3(t) &= \frac{(779 \cdot t^2 + 47 \cdot t + 4268 \cdot t^3 + 1)}{(24024 \cdot t^4 + 7750 \cdot t^3 + 935 \cdot t^2 + 50 \cdot t + 1)}; \\ p_4(t) &= \frac{62 \cdot t + 70224 \cdot t^4 + 1499 \cdot t^2 + 16660 \cdot t^3 + 1}{288288 \cdot t^5 + 117024 \cdot t^4 + 18970 \cdot t^3 + 1535 \cdot t^2 + 62 \cdot t + 1}; \\ p_5(t) &= 7t \cdot \frac{7128 \cdot t^3 + 1402 \cdot t^2 + 91 \cdot t + 2}{672672 \cdot t^5 + 241024 \cdot t^4 + 33930 \cdot t^3 + 2335 \cdot t^2 + 78 \cdot t + 1} \end{aligned} \tag{2.8}$$

На основании уравнений 2.8 и рис. 2.6. видно, что для каждого уровня системы вероятность отказов минимальна. Если и могут возникнуть отказы системы, то только в нулевом цикле, после чего вероятность отказа на каждом уровне не превышает 10%.

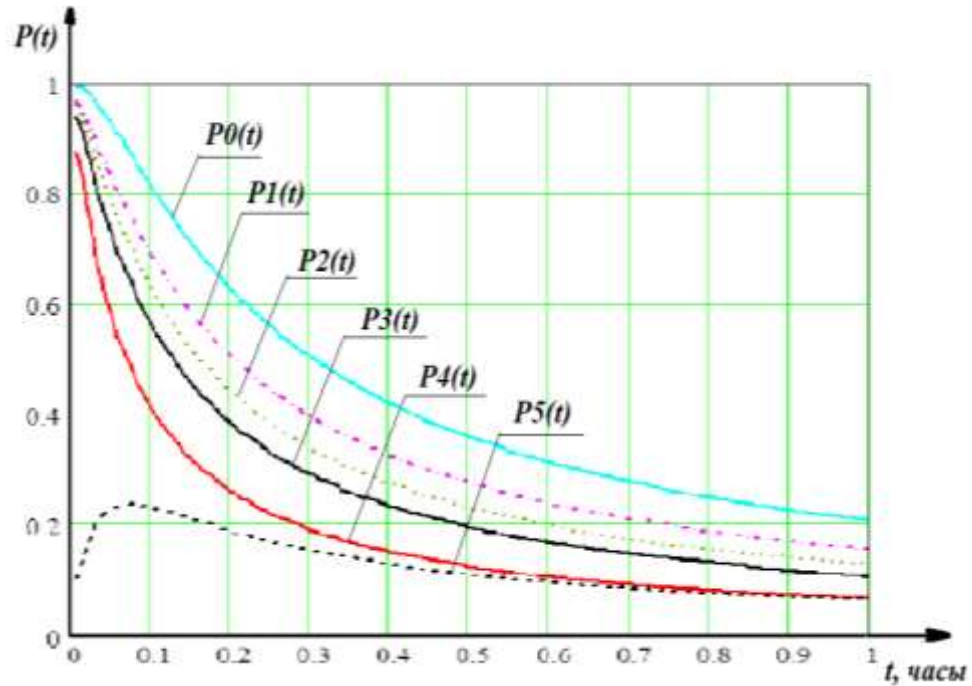


Рис. 2.6 - Вероятности отказов переходного процесса

t =	p0(t) =	p1(t) =	p2(t) =	p3(t) =	p4(t) =	p5(t) =
0.01	0.877	0.964	0.94	0.969	0.996	0.104
0.06	0.543	0.76	0.695	0.807	0.909	0.235
0.11	0.394	0.609	0.543	0.672	0.796	0.229
0.16	0.309	0.505	0.444	0.571	0.696	0.207
0.21	0.254	0.431	0.375	0.495	0.616	0.186
0.26	0.216	0.375	0.324	0.436	0.55	0.167
0.31	0.187	0.332	0.286	0.389	0.496	0.151
0.36	0.166	0.298	0.255	0.351	0.451	0.138
0.41	0.148	0.27	0.231	0.32	0.414	0.127
0.46	0.134	0.247	0.21	0.294	0.382	0.117
0.51	0.123	0.227	0.193	0.272	0.355	0.109
0.56	0.113	0.21	0.179	0.252	0.331	0.101
0.61	0.105	0.196	0.166	0.236	0.31	0.095
0.66	0.098	0.183	0.155	0.221	0.292	0.089
0.71	0.091	0.172	0.146	0.208	0.275	0.084
0.76	0.086	0.163	0.138	0.197	0.261	0.08

Функция готовности получается суммированием вероятностей $p_i(t)$, соответствующих исправным состояниям системы (Рис. 2.7):

$$K(t) = \sum_{i=0}^5 p_i(t)$$

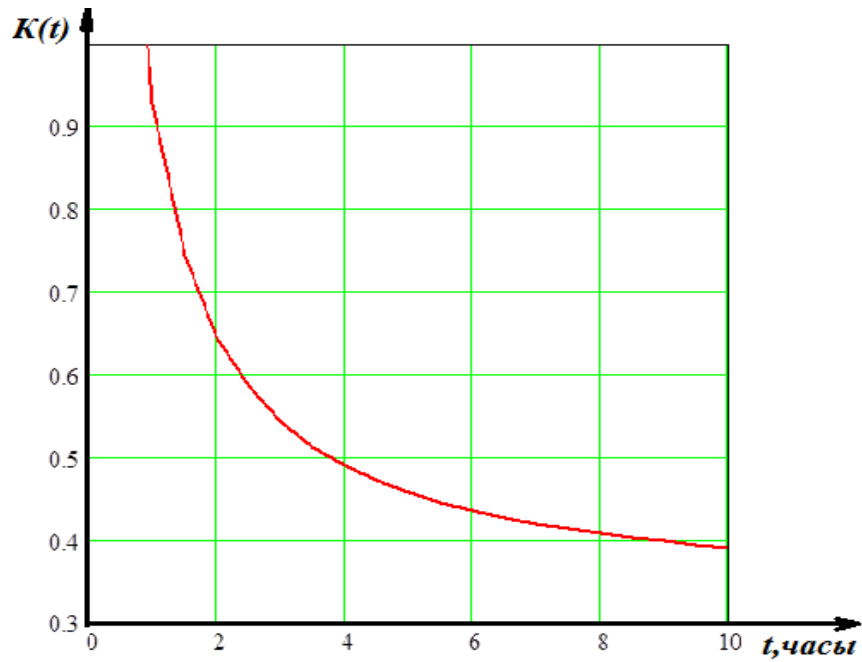


Рис.2.7. Функция готовности системы

Можно сделать вывод, что готовность системы очень высока, т.е. практически с 1 минуты она входит в стационарный режим, дополнительный контроль требует ближе к 4 часам работы.

Частный случай с участием 3-го уровня многоуровневой системы при ПУОЗ 7-ми культур или групп культур представлен на рис. 2.8.

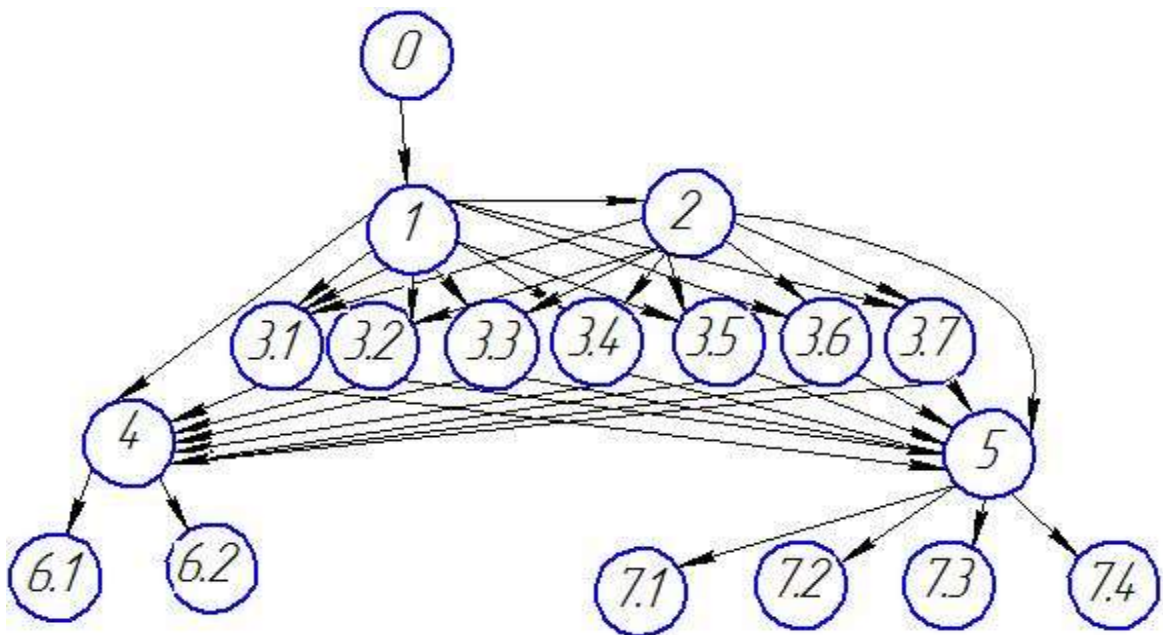


Рис. 2.8 - Граф состояния системы ПУОЗ (7 культур или групп культур)

Функционирование системы ПУОЗ представлены следующими технологическими операциями:

0 – взвешивание вороха; 1 – разгрузка вороха; 2 – предварительная очистка; 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7 – временное хранение, активное вентилирование; 4 – первичная очистка; 5 – вторичная очистка; 61 – загрузка и взвешивание авто; 6.2 – перевозка зерна; 7.1 – триерование; 7.2 – очистка на пневматическом сортировальном столе; 7.3 – затаривание и взвешивание мешков; 7.4 – зашивание и укладывание мешков.

Система представлена следующими дифференциальными уравнениями

$$\left. \begin{aligned}
 p'_0(t) &= -\lambda_1 p_0(t) \\
 p'_1(t) &= \lambda_1 p_0(t) - \lambda_{31} p_1(t) - \lambda_{32} p_1(t) - \lambda_{33} p_1(t) - \lambda_{34} p_1(t) - \\
 &- \lambda_{35} p_1(t) - \lambda_{36} p_1(t) - \lambda_{37} p_1(t) - \lambda_2 p_1(t) \\
 p'_2(t) &= \lambda_2 p_1(t) - \lambda_5 p_2(t) - \lambda_{31} p_2(t) - \lambda_{32} p_2(t) - \\
 &- \lambda_{33} p_2(t) - \lambda_{34} p_2(t) - \lambda_{35} p_2(t) - \lambda_{36} p_2(t) - \lambda_{37} p_2(t) \\
 p'_{31}(t) &= \lambda_{31} p_1(t) + \lambda_{31} p_2(t) - \lambda_4 p_{31}(t) - \lambda_5 p_{31}(t) \\
 p'_{32}(t) &= \lambda_{32} p_1(t) + \lambda_{32} p_2(t) - \lambda_4 p_{32}(t) - \lambda_5 p_{32}(t) \\
 p'_{33}(t) &= \lambda_{33} p_1(t) + \lambda_{33} p_2(t) - \lambda_4 p_{33}(t) - \lambda_5 p_{33}(t) \\
 p'_{34}(t) &= \lambda_{34} p_1(t) + \lambda_{34} p_2(t) - \lambda_4 p_{34}(t) - \lambda_5 p_{34}(t) \\
 p'_{35}(t) &= \lambda_{35} p_1(t) + \lambda_{35} p_2(t) - \lambda_4 p_{35}(t) - \lambda_5 p_{35}(t) \\
 p'_{36}(t) &= \lambda_{36} p_1(t) + \lambda_{36} p_2(t) - \lambda_4 p_{36}(t) - \lambda_5 p_{36}(t) \\
 p'_{37}(t) &= \lambda_{37} p_1(t) + \lambda_{37} p_2(t) - \lambda_4 p_{37}(t) - \lambda_5 p_{37}(t) \\
 p'_4(t) &= \lambda_4 p_{31}(t) + \lambda_4 p_{32}(t) + \lambda_4 p_{33}(t) + \lambda_4 p_{34}(t) + \\
 &+ \lambda_4 p_{35}(t) + \lambda_4 p_{36}(t) + \lambda_4 p_{37}(t) - \lambda_{61} p_4(t) - \lambda_{62} p_4(t) \\
 p'_5(t) &= \lambda_5 p_{31}(t) + \lambda_5 p_{32}(t) + \lambda_5 p_{33}(t) + \lambda_5 p_{34}(t) + \\
 &+ \lambda_5 p_{35}(t) + \lambda_5 p_{36}(t) + \lambda_5 p_{37}(t) + \lambda_5 p_2(t) - \lambda_{71} p_5(t) - \\
 &- \lambda_{72} p_5(t) - \lambda_{73} p_5(t) - \lambda_{74} p_5(t) \\
 p'_{61}(t) &= \lambda_{61} p_4(t) \\
 p'_{62}(t) &= \lambda_{62} p_4(t) \\
 p'_{71}(t) &= \lambda_{71} p_5(t) \\
 p'_{72}(t) &= \lambda_{72} p_5(t) \\
 p'_{73}(t) &= \lambda_{73} p_5(t) \\
 p'_{74}(t) &= \lambda_{74} p_5(t) \\
 p'_{75}(t) &= \lambda_{75} p_5(t)
 \end{aligned} \right\} \quad (2.9)$$

При $t = 0$, начальные условия имеют вид:

$$P_0(0)=1, \quad P_i(0)=0, \quad i = 1, 2, \dots, k.$$

Данная система дифференциальных уравнений решается аналогично формуле (2.7) методом Рунге-Куты с использованием программной реализации в пакете MathCad.

В результате проведенных исследований и представленных схем функционирования систем, определены мероприятия по восстановлению отказавших элементов систем ТО ПУОЗ, позволяющих оптимизировать работу систем за счет сокращения объема отдельных элементов системы и прогнозировать работу отдельных блоков системы.

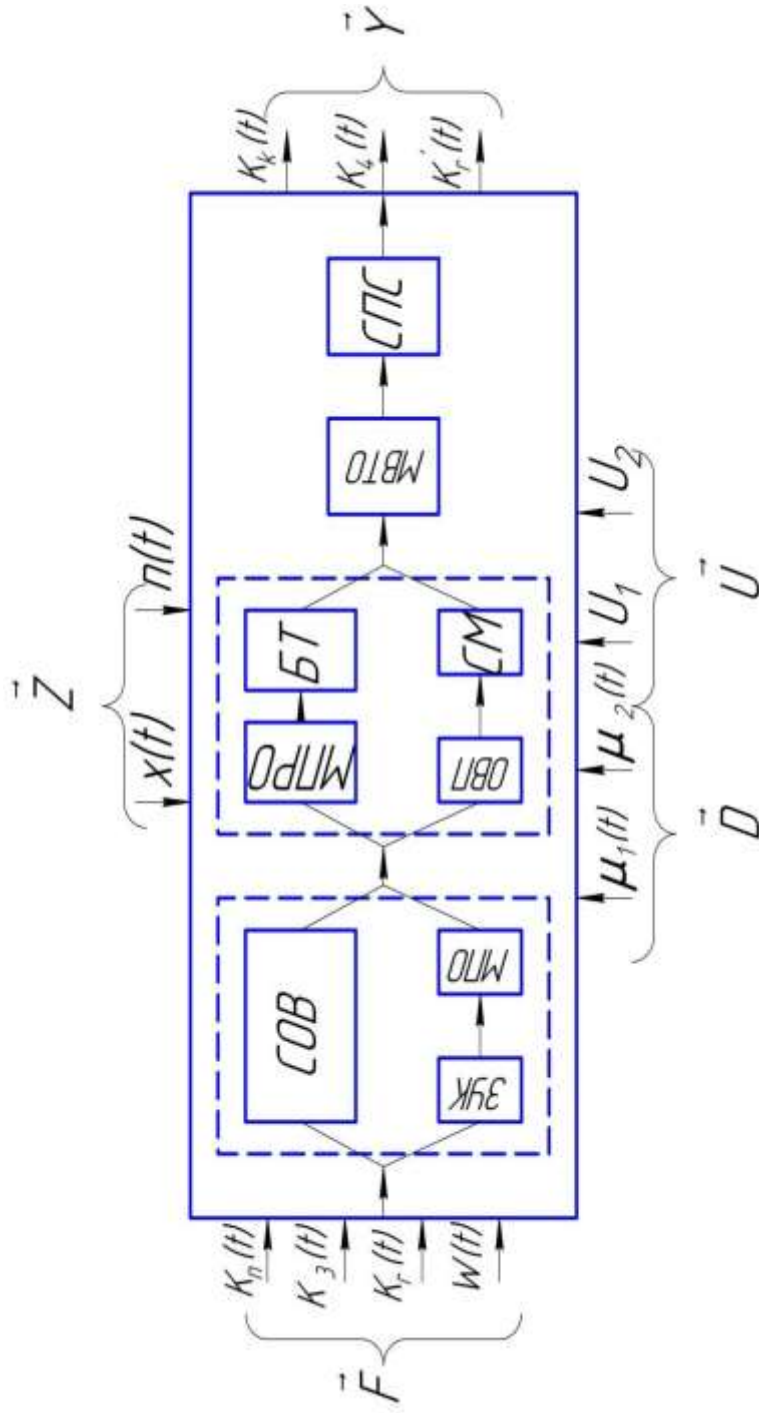
Рассматривая множество всех состояний система ПУОЗ, в том числе множество исправных и отказовых состояний система ПУОЗ определены вероятности отказов переходного процесса и функция готовности системы. Это позволило определить область рациональных значений коэффициента использования технических средств.

2.3 Модели функционирования технических средств

Использование технических средств и технологий в южном регионе Украины может быть представлено технологической моделью функционирования системы ПУОЗ (рис. 2.9), в которой показатели качества работы оборудования тесно взаимосвязаны с вероятностями нахождения на допустимых уровнях: условий работы, технологического состояния системы и внутренних помех.

Для заданной технологической модели функционирования ТО ПУОЗ введены индексы машин, которые служат для обработки материала "Невейка" в отделении, составленном из молотильно-сепарирующего устройства зерноуборочного комбайна (ЗУК) и машины предварительной очистки (МПО) или из экспериментального молотильно-сепарирующего блока (СОВ).

Последующая обработка такого материала или массы, которые поступают от комбайна из полей, может выполняться на стационарном



- \vec{Z} - вектор-функция состояния системы
- \vec{F} - вектор-функция условий труда
- \vec{Y} - вектор-функция показателей труда
- \vec{U} - вектор-функция управления
- \vec{D} - вектор-функция внутренних процессов (помех)

Рис. 2.9 - Технологическая модель функционирования системы ПУОЗ

комплексе типа ЗАВ, в состав которого входят машина первичной очистки (МПРО) и триерный блок (БТ). В других случаях материал может обрабатываться на ворохоочистителях (ОВП) и семяочистительной машине (СМ). Семенной материал предполагается дополнительно пропустить через машину вторичной очистки (МВТО) и пневмостол (СПС).

Разработанная модель функционирования ТО ПУОЗ показывает необходимость определения технологических допусков показателей качества работы ЗОМ в условиях их нормального функционирования, что должно быть учтено при разработке методов расчета параметров ТО процесса ПУОЗ.

Рассмотрим модель функционирования отдельно работающей ЗОМ, представленной в виде одной подсистемы (рис. 2.10).

На входе модели действует вектор - функция \vec{F} условий работы, составляющими которой являются подача $P(t)$, исходная засоренность $S_u(t)$, натура зерна $H_u(t)$. Как указано в разделе 4, влажность W исходного зернового материала в южных районах Украины практически не влияет на показатели функционирования ЗОМ (за исключением риса - зерна). Потери полноценного зерна Π в отходы и эффект очистки E_o фиксировались в поле заданного допуска.

Выходные параметры представлены вектором-функцией U показателей качества работы машины. Это производительность $Q(t)$, конечная засоренность $Sk(t)$ и натура очищенного материала $H_k(t)$.

Управляющими воздействиями в модели приняты: конструктивно-технологические параметры Π_{kl} (геометрические размеры и тип решетчатых отверстий, параметры воздушных потоков, степень открытия питательных заслонок и т.п.) кинематические параметры Π_k решет, которые колеблются, дек пневмостолов, барабанов, триеров и др.

Для оценки качества расчетная схема модели функционирования ЗОМ дополняется вектором

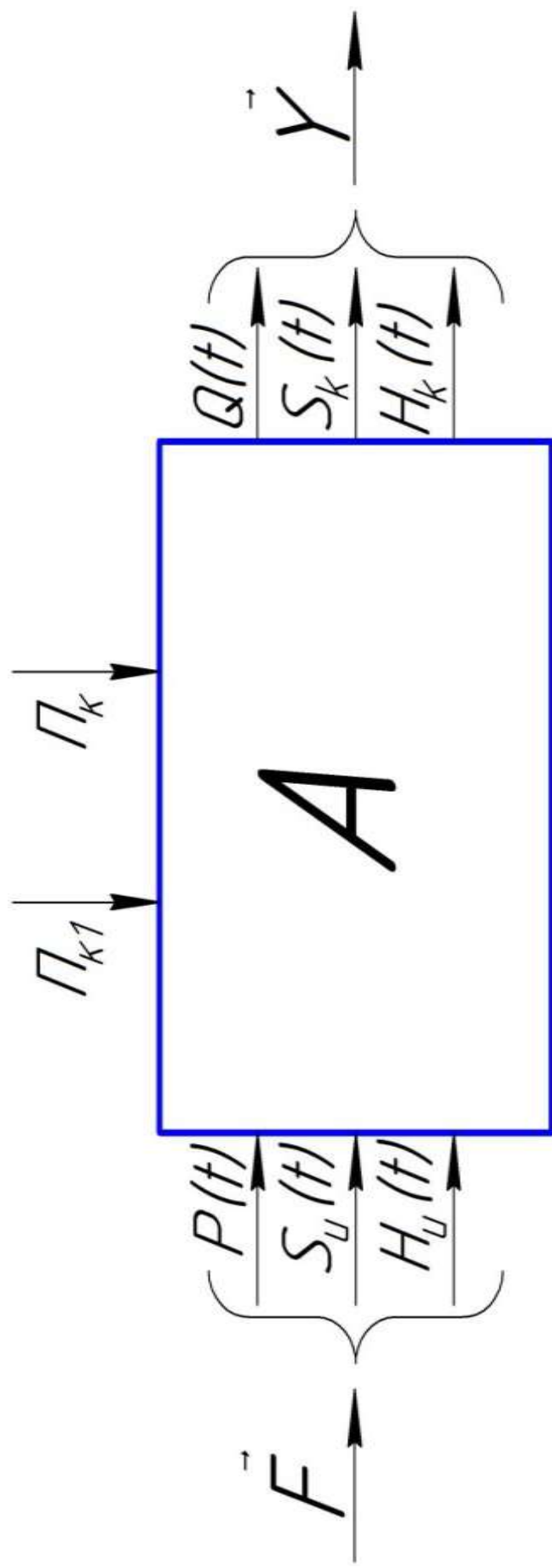


Рис. 2.10 - Модель функционирования зерноочистительной машины в виде одной подсистемы

$$y_n = \{Q_n(t), S_{kn}(t), H_k(t)\}, \quad (2.10)$$

регламентирующим работу машины. Отклонение вектора \vec{y} от вектора \vec{y}_u определяет точность работы ЗОМ [196], причем отклонение

$$E_T = \vec{y} - \vec{y}_u, \quad (2.11)$$

образует в общем случае вектор

$$E_T = \{e_T^1(t), e_T^2(t), \dots, e_T^i(t), \dots, e_T^l(t)\} \quad (2.12)$$

В котором под $1, 2, 3 \dots i, e$ подразумеваются ЗОМ, выполняющие различные технологические операции.

Вектор \vec{y}_u можно рассматривать, как выходной вектор какой-то идеальной машины, обеспечивающий ее функционирование без ошибок ($E_T = 0$) в соответствии с установленными для нее технологическими, эксплуатационными, энергетическими и другими требованиями [196].

Рассмотрим модель функционирования ЗОМ, представленную в виде трех подсистем (рис. 2.11), каждая из которых имеет один выход $Q(t), S_k(t), H_k(t)$, и три входа $P(t), S_u(t), H_u(t)$.

Оператор A_i ($i=Q, S_k, H_k$) определяет свойства каждой из подсистем и характеризует преобразование входных воздействий $P(t), S_u(t), H_u(t)$ в выходные. Входной процесс $F(t)$ ЗОМ преобразуется с помощью оператора A_j в выходной процесс $y(t)$ так [94]:

$$y(t) = A_i[F(t)] \quad (2.13)$$

Установлено, что процессы $F(t)$ и $y(t)$ являются случайными и задаются множеством их реализаций, т.е.

$$\begin{aligned} \vec{F}(t) &= \{P(t), S_u(t), H_u(t)\} \\ \vec{y}(t) &= \{Q(t), S_k(t), H_k(t)\} \end{aligned} \quad (2.14)$$

Оператор системы определяет установку, по которой каждой реализации входного сигнала ставится в однозначное или взаимно-однозначное соответствие реализация выходного сигнала. Для каждой модели, представленной на рис. 2.10....2.11 при таком определении оператора можно записать следующие соотношения:

$$\begin{aligned}
 Q(t) &= A_Q^P [P(t) + A_Q^{Su} [S_u(t)] + A_Q^{Hu} [H_u(t)]] \\
 S_k(t) &= A_{S_k}^P [p(t) + A_{S_k}^{Su} [S_u(t)] + A_{S_k}^{Hu} [H_u(t)]] \\
 H_k(t) &= A_{H_k}^P [p(t) + A_{H_k}^{Su} [S_u(t)] + A_{H_k}^{Hu} [H_u(t)]]
 \end{aligned}
 \tag{2.15}$$

Из этого выражения (2.15) видно, что операторы A_Q^i , $A_{S_k}^i$, $A_{H_k}^i$ устанавливают соответствие между входными воздействиями $P(t)$, $S_u(t)$, $H_u(t)$ и выходными переменными $Q(t)$, $S_k(t)$, $H_k(t)$.

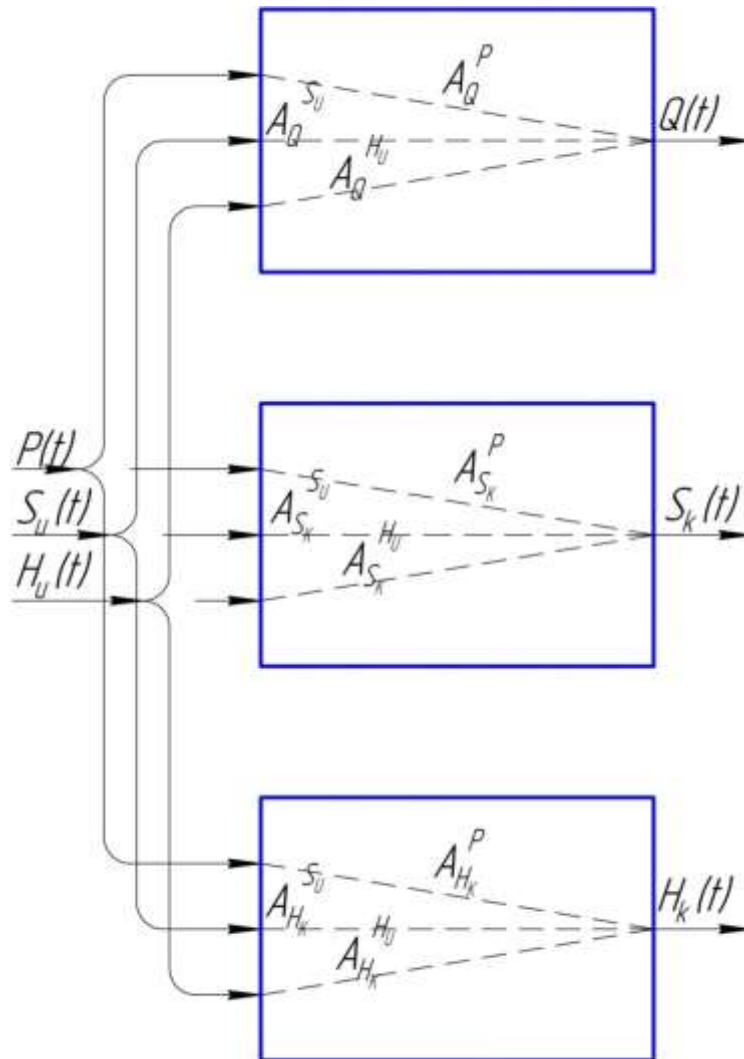


Рис. 2.11 - Модель функционирования зерноочистительной машины в виде трех подсистем

Построение линейных моделей объектов ТО ПУОЗ в определенной степени искажает физическую сущность явлений, которые происходят в системе, но, тем не менее, это позволяет решать сложные задачи проектирования технологических объектов и проводить качественную и количественную оценку их исходных координат.

2.4 Регрессионные модели технических средств

Аналитический метод построения математических моделей ЗОМ сводится практически к описанию их рабочих органов и даже элементов этих органов. При этом возникает сложная задача из-за наличия многочисленных внутренних и внешних сил, которые действуют на зерновой материал при разных этапах прохождения его по рабочим органам. Так, не учитывается стохастическая природа условий функционирования машин, и получить прогноз показателей качества работы исследуемых объектов в условиях их нормального функционирования не представляется возможным.

В связи с этим построение моделей осуществляется методом идентификации - отождествлении модели объекта - оригинала по известным "входным" и "выходным" данным [196, 245, 276].

Построение математической модели технологического процесса объекта ПУОЗ (зерноочистительной машины или агрегата) методом идентификации предусматривает следующее. При постоянных режимах работы (с учетом культуры, ее назначения, качества исходного материала, выполнения допусков на показатели функционирования ЗОМ и др.), синхронно получают реализации входных и выходных переменных. По этим реализациям определяются оценки оператором A . Близость оценки оператора A к его истинному значению определяет соответствие реального объекта и модели.

Количественной оценкой может быть дисперсионная мера идентичности модели [195]:

$$\xi_D = \frac{D_y^1}{D_y}, \quad (2.16)$$

где D_y - дисперсия выходной переменной;

D_y^1 - часть дисперсии D_y , которая обусловлена входными переменными $P(t)$, $S_u(t)$, $H_u(t)$ или дисперсия прогноза.

Для идентификации статических моделей используется регрессионный анализ. Для идентификации динамических моделей использу-

ются известные соотношения во временной и частотной областях (корреляционные функции, спектральные плотности, амплитудно-частотные характеристики, передаточные функции и т.д.) [194, 196].

Совокупность названных двух типов моделей дает довольно исчерпывающие характеристики при исследовании рабочих органов с целью их оптимизации, для прогноза показателей качества работы машин, для составления технических заданий на проектирование и др.

Представим многомерную модель объектов в виде одномерных моделей (рис. 2.12), используя для этого принцип суперпозиции. Оператор A можно представить при этом совокупностью частных операторов для случая, когда на "входе" и "выходе" по три переменных - соответственно: $P(t)$, $S_u(t)$, $H_u(t)$ и $Q(t)$, $S_k(t)$, $H_k(t)$ (рис. 5.1., 5.3., 5.4., 5.5.):

$$A = \{A^{(1)}, A^{(2)}, A^{(3)}, A^{(4)}, A^{(5)}, A^{(6)}, A^{(7)}, A^{(8)}, A^{(9)}\} \quad (2.17)$$

где $1, 2, 3 \dots 9$ определяют взаимодействие «входных» и «выходных» переменных.

В случае, если на "входе" две переменные - $P(t)$ и $S_u(t)$, а на "выходе" три - $Q(t)$, $S_k(t)$, $\Pi(t)$ (рис. 5.2.), то получим выражение:

$$A_0 = \{A_0^{(1)}, A_0^{(2)}, A_0^{(3)}, A_0^{(4)}, A_0^{(5)}, A_0^{(6)}\} \quad (2.18)$$

Задача построения модели регрессии технологического процесса любой сельскохозяйственной машины сводится к определению оценки условного математического ожидания $m_{y/f}$ исходной реализации $y(t)$ относительно фиксированных уровней входной реализации $f(t)$ [196].

Условное математическое ожидание $m_{y/f} = M \cdot \left[\frac{y(t_1)}{f} \right]$ случайного процесса $y(t)$ относительно фиксированного значения другого процесса $F(t) = f$ в фиксированный момент времени t_1 определяется выражением: входного процесса $y(t)$ от значений реализации случайного выходного процесса $f(t)$. Уравнение регрессии могут быть линейными и нелинейными.

$$m_{y/f} = \int_{-\infty}^{\infty} (yf(y)f; t_1) dy \quad (2.19)$$

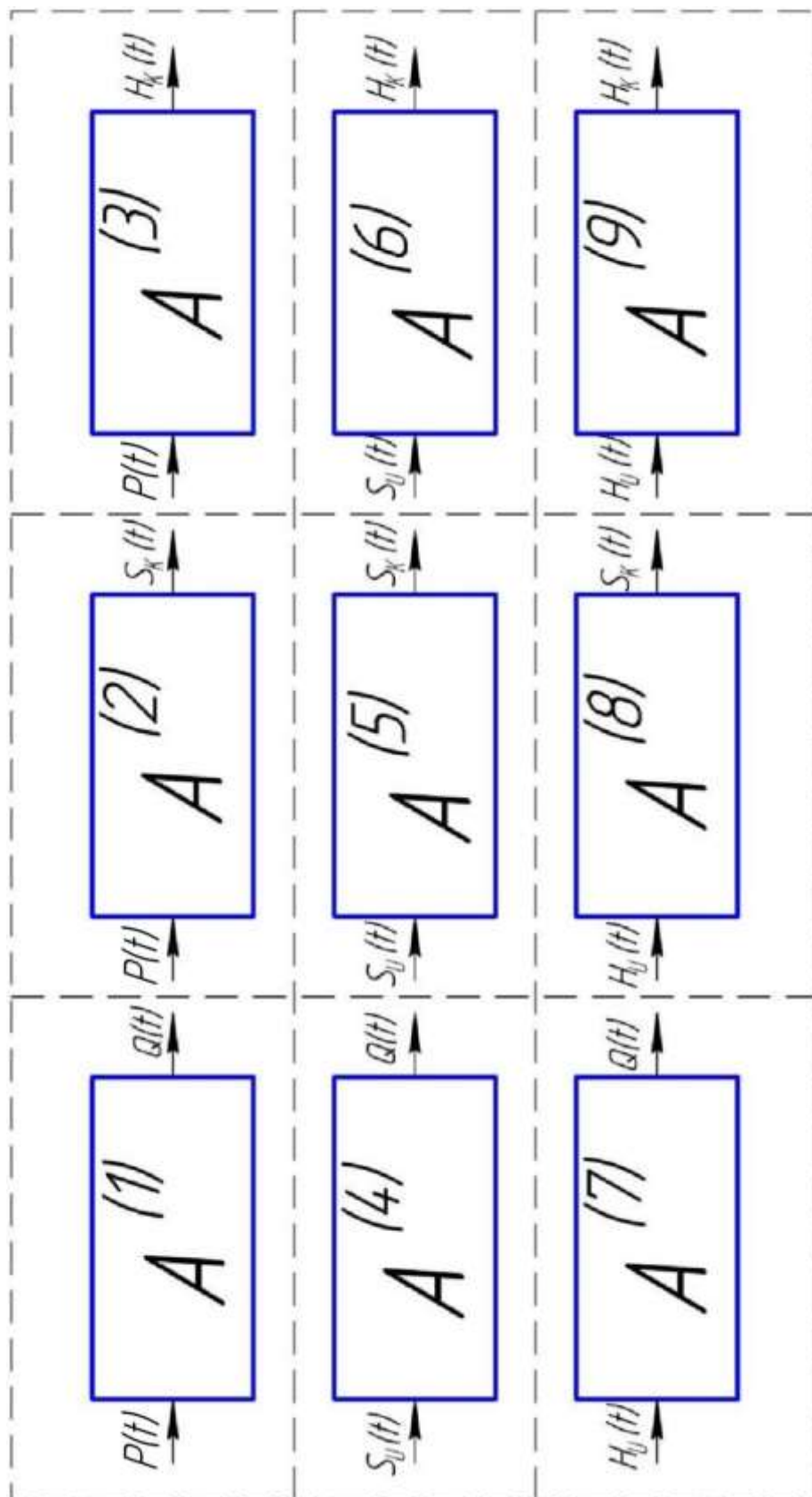


Рис. 2. 12 - Одномерные расчетные модели

Это выражение представляет собой функцию-регрессию - зависимость условного математического ожидания реализации случайного входного процесса $y(t)$ от значений реализации случайного выходного процесса $f(t)$. Уравнения регрессии может быть линейными и нелинейными.

Поскольку для решения нашей задачи не выдвигается программа исследований по обоснованию рациональных или оптимальных значений конструктивных, кинематических и других параметров рабочих органов сельскохозяйственных машин, а рассматривается прогнозная задача определения показателей качества работы объекта, то остановимся на линейной регрессии.

Уравнение линейной регрессии реализации $y(t)$ стационарного случайного процесса относительно значения f_i реализации $f(t)$ другого случайного процесса имеет вид [196]:

$$m_{y/f} = m_y + \frac{S_y R_{yf}}{S_f} (f - m_f), \quad (2.20)$$

где m_y и m_f - средние значения входных и выходных процессов;

S_y и S_f - среднеквадратичное отклонение;

R_{yf} - значение коэффициента корреляции.

Если представить $\frac{S_y R_{yf}}{S_f} = b$ и $m_y - b m_f = a$, тогда

$$m_{yf} = a + b f, \quad (2.21)$$

где a и b - коэффициенты линейной регрессии.

Значение коэффициентов a и b вычисляется известными методами [246 - 253] (например, методом наименьших квадратов).

Используя принцип суперпозиций, многомерную математическую модель объекта можно представить как совокупность его одномерных моделей.

Таким образом, многопараметрическую регрессионную модель технологического процесса исследуемого объекта с тремя входными и выходными переменными, с учетом выражения (2.16), можно представить в виде:

$$\left. \begin{aligned} m_{Q/P} &= a_{PQ} + b_{PQ} \cdot P \\ m_{S_k/P} &= a_{PS_k} + b_{PS_k} \cdot P \\ m_{H_k/P} &= a_{PH_k} + b_{PS_k} \cdot P \\ m_{Q/S_u} &= a_{S_u Q} + b_{S_u Q} \cdot S_u \\ m_{S_k/S_u} &= a_{S_u S_k} + b_{S_u S_k} \cdot S_u \\ m_{H_k/S_u} &= a_{S_u H_k} + b_{S_u H_k} \cdot S_u \\ m_{Q/H_u} &= a_{H_u Q} + b_{H_u S_k} \cdot H_u \\ m_{S_k/H_u} &= a_{H_u S_k} + b_{H_u S_k} \cdot H_u \\ m_{H_k/H_u} &= a_{H_u H_k} + b_{H_u H_k} \cdot H_u \end{aligned} \right\} \quad (2.22)$$

Для объекта с двумя входными и тремя выходными переменными многопараметрическую регрессионную модель, с учетом выражения (2.19), можно представить так:

$$\left. \begin{aligned} m_{Q/P} &= a_{PQ} + b_{PQ} \cdot P \\ m_{S_k/P} &= a_{PS_k} + b_{PS_k} \cdot P \\ m_{\pi/P} &= a_{P\pi} + b_P \cdot P \\ m_{Q/S_u} &= a_{S_u Q} + b_{S_u Q} \cdot S_u \\ m_{S_k/S_u} &= a_{S_u S_k} + b_{S_u S_k} \cdot S_u \\ m_{\pi/S_u} &= a_{S_u \pi} + b_{S_u \pi} \cdot S_u \end{aligned} \right\} \quad (2.23)$$

Полученные математические модели применимы к объектам, исследованными нами в условиях нормального функционирования при испытаниях их в южном регионе Украины. Это полнокомплектная семяочистительная линия; зерноочистительный агрегат ЗАВ-40 (одна линия с дополнительно установленной машиной ЗВС-20); машина первичной очистки ЗВС-20; ворохоочиститель скальператорного типа; линия для обработки вороха на стационаре.

При использовании выражений (2.22, 2.23) для математического

описания технологических процессов объектов ПУОЗ недостаточно иметь только совокупность уравнений регрессии. Необходимо знать насколько достоверным будет прогноз показателей качества по каждому из уравнений и при этом возникает задача определения степени идентичности одномерных моделей. Она определяется из соотношения [61]:

$$\xi_D = \frac{D\{m_{y/f}\}}{D_y} \quad (2.24)$$

где $D\{m_{y/f}\}$ - дисперсия условного математического ожидания (функции регрессии) относительно фиксированных уровней входного вектора;

D_y - дисперсия выходного процесса.

Выражение (2.24) определяет долю полной регрессии исходного процесса, обусловленного влиянием вектора \vec{F} входных воздействий модели и может быть названа дисперсией прогноза $D_{пр}$.

Полная дисперсия D_y выходной случайной величины состоит из двух составляющих: дисперсии прогноза $D_{пр}$ и остаточной дисперсии $D_{ост}$

$$\begin{aligned} D_y &= D_{пр} + D_{ост}, \\ D_{ост} &= M\left[D_{y/f}\right] \end{aligned} \quad (2.25)$$

Остаточная дисперсия $D_{ост}$ учитывает часть общей дисперсии выходного процесса, что обусловлено входными влияниями, которые не учитываются. Тогда

$$\xi_D = \frac{D_{пр}}{D_y} = 1 - \left(\frac{D_{ост}}{D_y}\right) = 1 - \xi, \quad (2.25)$$

где ξ - погрешность модели или степень идентичности модели реально-

му объекту.

Из соотношений (2.23) и (2.24) видно, что степень идентичности ξ_D модели численно равняется значению коэффициента корреляции R_{yf} .

Для линейных моделей принимается следующее соотношение:

$$\xi_D = R_{yf}^2, \quad (2.26)$$

где R_{yf} - коэффициент корреляции между входным возмущением f и выходным показателем Y .

Соответственно рекомендациям [61] степень идентичности моделей должна быть не менее 0,65...0,70, что возможно для одномерных моделей, в которых чаще всего степень статистической связи между входными и выходными переменными довольно высокая (коэффициент корреляции не ниже 0,75...0,80). Степень идентичности моделей, у которых коэффициент корреляции составляет $R_{yf} = 0,5...0,6$, невысокая. Такие модели могут характеризовать технологические процессы приблизительно.

При построении математических моделей технологических процессов с несколькими входными переменными (например, тремя) и одной выходной уравнение регрессии имеет вид:

$$m_{y/f} = a_0 + a_1 f_1 + a_2 f_2 + a_3 f_3 \quad (2.27)$$

Или, с учетом принятых условных обозначений и в виде, удобном для введения в машинный имитационный эксперимент, получим систему уравнений соответственно для: полнокомплектной семяочистительной линии; зерноочистительного агрегата ЗАВ-40 (одна линия с дополнительно установленной машиной ЗВС-20); машины первичной очистки ЗВС-20; ворохоочистителя скальператорного типа; линии для обработки вороха на стационаре:

$$Q_1 = a_0^1 + a_1^1 P_1 + a_2^1 S_{u1} + a_3^1 H_{u1} \quad (2.28)$$

$$Q_2 = a_0^2 + a_1^2 P_2 + a_2^2 S_{u2} + a_3^2 H_{u2} \quad (2.29)$$

$$Q_3 = a_0^3 + a_1^3 P_3 + a_2^3 S_{u3} + a_3^3 H_{u3} \quad (2.30)$$

$$Q_4 = a_0^4 + a_1^4 P_4 + a_2^4 S_{u4} \quad (2.31)$$

$$Q_5 = a_0^5 + a_1^5 P_5 + a_2^5 S_{u5} + a_3^5 H_{u5} \quad (2.32)$$

где, для зерноочистительных машин и агрегатов:

- Q_1, Q_2, \dots, Q_5 - производительность;
- P_1, P_2, \dots, P_5 - подача исходного материала;
- $S_{u1}, S_{u2}, \dots, S_{u5}$ - исходная засоренность зерна;
- $H_{u1}, H_{u2}, H_{u3}, H_{u5}$ - исходная натура зерна.

Точность математической модели предлагается характеризовать среднеквадратичным отклонением S_r рассчитываемой величины выходного фактора от экспериментального значения аналогично формуле 5.14:

$$S_r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i^r - Y_i^e)^2 \quad (2.33)$$

где Y_i^r - рассчитанное и Y_i^e - экспериментальное значение выходного фактора Y для i -того измерения.

Соотношение вычисленного среднеквадратичного отклонения S_r и экспериментального значения S , характеризует адекватность модели. К сожалению, корректное решение вопроса об адекватности в случае пассивного (т.е. не планированного эксперимента) не представляется возможным. При $S_r/S < 0,5$ с высокой степенью достоверности можно говорить об адекватности модели. При соотношении S_r/S равному или больше 1, модель неадекватная. Наиболее интересный промежуточный случай при пассивном эксперименте остается неопределенным.

Математические модели, представленные в выражениях 2.28...

2.32, представляют собой зависимость исходного параметра от входных факторов при заданных последних в естественном виде. В этом случае все выходные параметры берутся в тех размерностях, которые использовались при измерениях.

Для определения значимости каждого входного фактора в значении функции отклика целесообразно представлять уравнение регрессии в нормированном виде (формула 5.11), что позволяет по значениям коэффициентов регрессии b_i определять значимость каждого из них.

Регрессионные модели технологических процессов ПУОЗ в нормированном виде являются основой для получения математических моделей прогноза показателей качества функционирования машин и агрегатов в полевых условиях и проведения машинного эксперимента методом имитационного моделирования.

2.5 Обосновании параметров технической оснащённости послеуборочной обработки зерна с использованием имитационного моделирования

Процессы уборки и послеуборочной обработки зерна можно рассматривать в виде процесса функционирования сложной системы, которая относится к классу систем массового обслуживания.

Случайные векторные функции времени влияния на систему представлены в виде

$$F(t) = [f_1(t), f_2(t), \dots, f_u(t)], \quad (2.34)$$

где $f_1(t), f_2(t), \dots, f_u(t)$ - скалярные функции изменения характеристик массы, которую собирают, что допускают возможность влияния на производительность машин функции изменения потерь урожая $d(t)$ в зависимости от времени достижения биологической спелости и функции $s(t)$, что принимает значение 1 в светлое время и равняется 0 в другом случае [1].

В функцию $d(t)$ могут включаться как физические потери, связанные с самоосыпанием и влиянием рабочих органов уборочных машин на культуру, так и потери, связанные с биологической сохранностью урожая.

За требование или заявку в модели принимается объем массы, которую собирают, что вмещается в бункер уборочной машины или транспортного средства.

Как обслуживающие приборы в модели рассматриваются транспортные средства и машинные технологии процесса ПУОЗ.

Если производительность машин зависит от характеристик обрабатываемого материала, то время обслуживания на приборе, который имитирует работу этой машин, определяется [1].

$$\tau_{ij}^k = \frac{m_j}{q_k(P_j)} + \xi_k \quad (2.35)$$

где m_j - масса j -того требования, кг.;

$q_k(P_j)$ - функция регрессии, которая выражает зависимость производительности машины от характеристик обрабатываемого материала, кг/с;

P_j - вектор параметров j -того требования (характеристики обрабатываемого материала);

ξ_k - случайная составляющая времени обслуживания, с.

Для машин и оборудования, производительность которых не зависит от обрабатываемых материалов, время обслуживания требований на соответствующих им приборах определяется распределением случайной величины времени обслуживания.

Срок хранения свежесобранного зернового материала ограничен. Это ограничение задается функцией времени допустимого хранения без обработки $T_{\text{доп}}(P)$.

Эффективность функционирования комплекса машин и оборудо-

вания для ПУОЗ определим следующими показателями:

$$e_1 = 1 - \frac{G_{\text{РП}}}{G} \quad (2.36)$$

где e_1 - недопустимость сосредоточения зерна на резервной площадке;

G - общее количество обрабатываемого материала, доставленное транспортными средствами на послеуборочную обработку, т;

$G_{\text{РП}}$ - количество материала, который получил отказ в приеме на обработку в технологическую линию из-за ее перегрузки, т;

$$e_2 = 1 - \frac{G_{\text{СВ}}}{G} \quad (2.37)$$

где e_2 - необходимость предотвращения потерь зерна из-за его несвоевременной обработки;

$G_{\text{СВ}}$ - количество материала, обработанное на протяжении заданного срока, т.

В момент прибытия транспортного средства с порцией обрабатываемого материала показатель e_1 представляет вероятность того, что в приемном устройстве будет довольно места для размещения этой порции.

Время хранения обрабатываемого материала ограничено и регламентируется показателем e_2 . Если время хранения превышает допустимый (особенно это касается процессов уборки риса - зерна в южных районах Украины), может наступить самосогревание и порча зерна. В этом случае фиксируется технологический отказ, связанный с превышением времени хранения обрабатываемого материала.

Эффективность функционирования комплекса определяется совокупностью показателей

$$E_k = (e_1, e_2, e_{\text{ПЗ}}) \quad (2.38)$$

где e_1, e_2 - показатели эффективности функционирования комплекса;

$e_{\text{ПЗ}}$ - показатель приведенных затрат, грн/т. Каждый вариант комплекса характеризуется вектором

$$E_K(A_i) = (e_1(A_i), e_2(A_i), e_{ПЗ}(A_i)), \quad (2.39)$$

где A_i - вариант комплекса.

Для принятия решения о выборе варианта комплекса воспользуемся критерием, который представлен в виде функции от вектора показателей эффективности функционирования

$$E_э = f(e_1, e_2, e_{ПЗ}) \quad (2.40)$$

В теории больших систем разработан целый ряд методов построения интегральных критериев [9]. Для решения нашей системы воспользуемся методом, основанным на том, что один из показателей эффективности принимается в качестве обобщенного, а все другие учитываются в виде ограничений.

Показатель приведенных затрат $e_{ПЗ}$ примем, как обобщенный критерий, а показатели эффективности функционирования e_1, e_2 - как ограничение.

Поставленная задача является задачей математического программирования (соисполнитель В. М. Дегтев) [9].

В литературе по статистическому моделированию [254, 269] приводятся разные методы решения аналогичных задач: метод наилучшей пробы, градиентные методы и др. Для поставленной задачи, на наш взгляд, наиболее целесообразным является использование итерационной процедуры покомпонентной оптимизации И.П. Бусленко [206].

Каждый вариант комплекса представлен определенным набором параметров [1]:

- расчетной производительностью машин и оборудования для ПУОЗ, т/ч;
- вместительностью приемного устройства зернокомплекса, м³;
- вместительностью межоперационных накопителей, м³.

Методологическая покомпонентная процедура обоснования функциональных параметров технических средств послеуборочной обработки зерна содержит в себе следующие этапы [1].

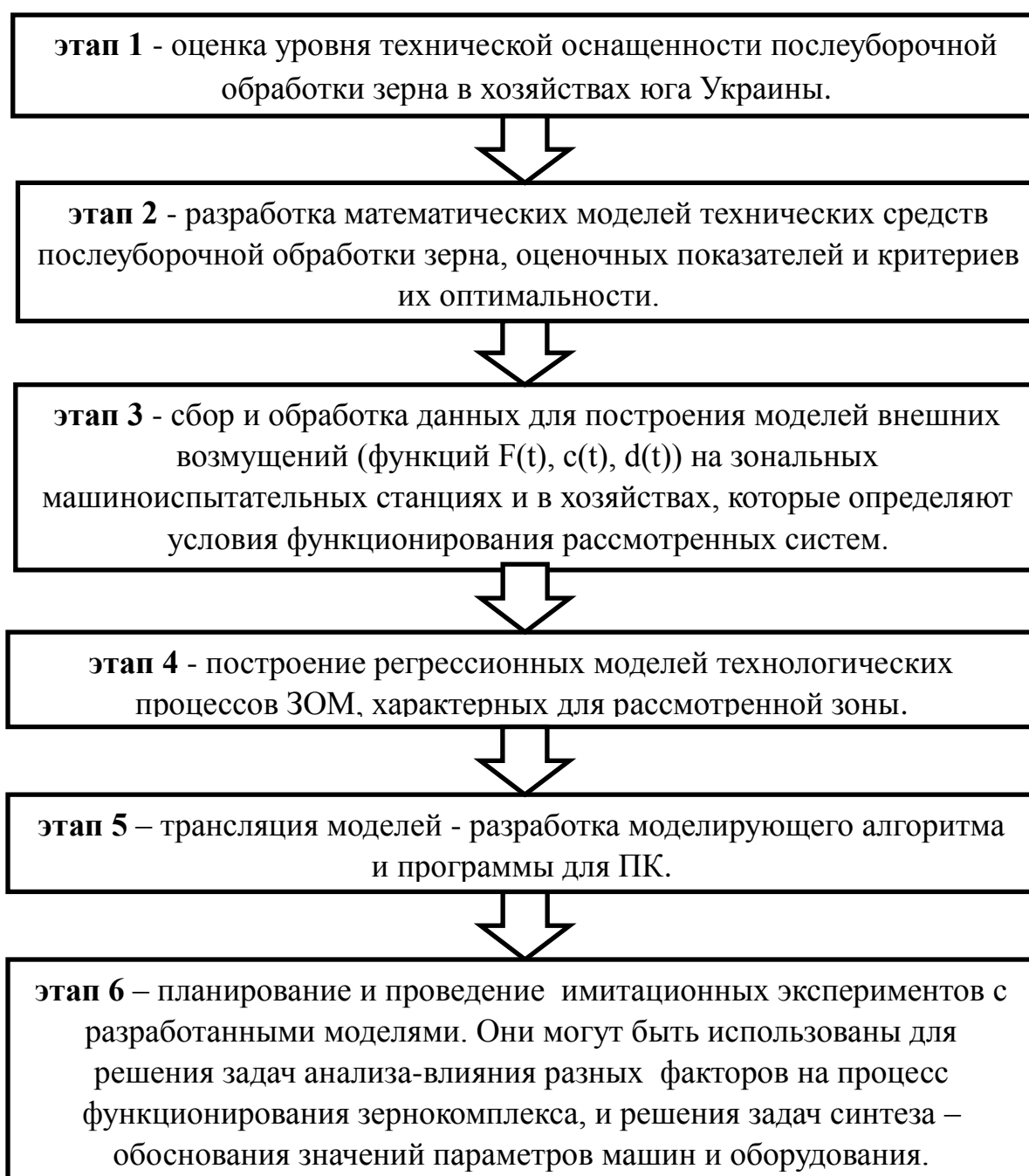


Рис. 2.13 - Структурная схема этапов покомпонентной процедуры обоснования состава и функциональных параметров технических средств послеуборочной обработки зерна

После того, как моделирующая программа разработана, составляется план реализации экспериментов и проводятся расчеты по обоснованию параметров комплекса для послеуборочной обработки зерна для региональных условий.

Выводы по разделу 2

Проведенными теоретическими исследованиями установлено:

1. Впервые предложена многоуровневая система технической оснащенности послеуборочной обработки зерна. Описание функционирования системы осуществляется с помощью построения графа состояний и системы линейных алгебраических и дифференциальных уравнений, в результате чего полученные листинг программ в пакете MathCad - решение системы уравнений методом Рунге - Кутты и определение вероятностей функционирования системы. Это позволило обосновать параметры технической оснащенности послеуборочной обработки зерна.

2. В результате проведенных исследований и представленных схем функционирования системы послеуборочной обработки зерна определены решения по повышению коэффициента использования технических средств и оптимизации вместимостей завальных ям и отделений временного хранения ЗМ.

3. Получила дальнейшее развитие методика прогнозирования качественных показателей зерноочистительных машин с помощью регрессионных математических моделей функционирования объектов послеуборочной обработки зерна. Её особенность состоит в использовании метода идентификации, многопараметрических регрессионных моделей и представлении многомерных моделей в виде одномерных.

Определены оценочные показатели и критерии их оптимальности.

4. Реализация методики выполнена на примере полнокомплектной семяочистительной линии; зерноочистительного агрегата ЗАВ-40 с дополнительно установленной машиной ЗВС-20; машины первичной очистки зерна ЗВС-20; ворохоочистителя скальператорного типа; линии для обработки вороха на стационаре.

5. Разработан алгоритм покомпонентной процедуры обоснования функциональных параметров технических средств послеуборочной обработки зерна, что способствует развитию технического прогресса в скорости освоения новых технологий послеуборочной обработки зерна. При этом в 2-3 раза уменьшаются приведенные затраты на проектирование, строительство и проведение натурных испытаний зернокомплексов за счет использования результатов производственных испытаний технических средств и имитационного моделирования

РАЗДЕЛ 3

ФАКТОРЫ И УСЛОВИЯ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

3.1 Исходные положения и постановка задачи

Обзор и анализ современных методов формирования технической оснащенности показали, что к настоящему времени созданы определенные научные и технические основы для прогнозирования технической оснащенности различных отраслей сельскохозяйственного производства и, в первую очередь, растениеводства [1].

Существующие и используемые методы прогнозирования технической оснащенности не учитывают особенности функционирования комплексов машин и оборудования в конкретных региональных условиях. В основу методов формирования технической оснащенности и алгоритмов расчета комплексов технических средств, используемых для реализации различных технологий производства сельскохозяйственных культур, положены детерминированные принципы, не учитывающие стохастическую природу условий функционирования рассматриваемых процессов.

Возникает необходимость разработки иерархии моделей функционирования машин и их комплексов, составляющих техническую оснащенность, которые учитывали бы реальные условия функционирования технических средств и технологий и обеспечивали выполнение поставленной задачи в конкретных условиях.

Условия многомерности технической оснащенности предполагают

учет количества входных и выходных процессов и взаимосвязей между ними.

Существенной особенностью функционирования рассматриваемых технических средств является изменчивость условий их работы и технологические процессы, которые могут быть отнесены к категории случайных в вероятностно-статистическом смысле.

Возникает цель - разработка методов и средств количественной и качественной оценок вероятностно — статистических связей случайных процессов, которые определяют факторы, условия функционирования и результаты работы средств технической оснащенности процесса ПУОЗ.

Одной из причин, поясняющей отсутствие необходимой методики оценки и управления качеством выполнения технологических процессов, является не совершенность методологических разработок, не позволяющих проводить формализованное описание технической оснащенности отрасли как многоуровневой, иерархически организованной системы, предусматривающей дифференцированную оценку качества ее функционирования.

То есть, при различных способах агрегатирования средств технической оснащенности возникает многоуровневая система, позволяющая провести обоснование структуры и режимов ее использования, при которых возможно формирование управляющих воздействий между уровнями и его составляющими.

Выполнение технологических операций в определенные агротехнические сроки в реальных условиях, как правило, нарушается. Более того, предполагаемые показатели качества функционирования машин и агрегатов не подтверждаются, что вызывает необходимость установления вероятностных характеристик оценки качества функционирования технической оснащенности процесса ПУОЗ.

В связи с этим, возникают задачи совершенствования методики

построения математических моделей ЗОМ и оборудования ПУОЗ как вероятностных систем, которые могут быть построены на основе метода идентификации.

Проблемы обоснования параметров технической оснащённости процесса ПУОЗ при использовании методов прогнозирования могут успешно решаться с применением имитационного моделирования.

При выбранном методе исследования стратегия работ предусматривает решение следующих задач.

1. Разработать программное обеспечение к имитационному моделированию параметров технической оснащённости.
2. Разработать программу и методику исследования показателей качества зерновых материалов.
3. Определить факторы и условия поступления зерновых масс на зернокомплексы.
4. Обосновать показатели качества функционирования технических средств.

3.2 Программное обеспечение к имитационному моделированию параметров технической оснащённости

Для реализации описанной выше модели использована система моделирования общего назначения GPSS PC V.2. Minutem Software 1984, 1986. Ниже приводится текст программы на языке GPSS (Приложение Д).

Программа состоит из четырех основных блоков.¹

- блока определения исходных данных;
- блока задания переменных функций;
- блока моделирования времени поступления зернового вороха;
- блока моделирования работы комплекса.

¹Программа составлена к. т. н. Дёгтевым В. М.

По результатам моделирования (Приложение Д) необходимо дать некоторые пояснения.

FACILITY - одноканальные приборы.

Считается, что одноканальный прибор одновременно может обрабатывать одно требование. В нашем случае за требование приняли объем зернового вороха, вмещающийся в одну машину. На обработку каждого требования прибор тратит время, которое определяется формулой в описании модели (п. 6,1). В течении этого времени прибор считается занятым и не может принять на обработку следующее требование. Это требование становится в очередь на обслуживания.

WORK - условный прибор, моделирует рабочий день.

MPO - машина предварительной очистки (МПО).

STORAGE - многоканальные приборы. Отличаются от простых тем, что одновременно могут обслуживать несколько требований.

В нашем случае, если в линии одна нория и одна МПрО, то моделирующие их многоканальные приборы имеют по одному каналу. Если норий или МПрО больше - количество каналов у соответствующего прибора соответствует количеству этих машин. Многоканальный прибор считается занятым, если все его каналы в данный момент обрабатывают каждый свое требование.

NORIYA - нория.

MPRO - машина первичной очистки (МПрО).

QUEUE - очереди. Если попадая в систему, или продвигаясь по ней, требование встречает свободный прибор, оно поступает на обработку и после задержки на приборе на время, называемое временем обслуживания, пытается продвинуться дальше. Если требование застаёт прибор занятым, оно становится в очередь и ждет в ней, когда нужный прибор освободится. В нашем случае в качестве очередей мы рассматриваем завальную яму ЗЯ и отделение бункеров временного хранения ОБВХ. Отделение условно разделено на две очереди, но в таблицах

(Приложение Д) приведено и распределение количества требований в ОБВХ в целом для того случая, если технологически предусмотрено хранение зерна в одном отделении перед предварительной и первичной очисткой зерна (разумеется в разных бункерах).

JAMAQ - завальная яма.

MPOQ - ОБВХ перед МПО.

MPROQ - ОБВХ через МПрО.

Результаты моделирования представлены четырьмя схемами (Рис.3.1....Рис.3.4):

Строка WORK относится к условному прибору, который моделирует продолжительность рабочего дня комбайнов. Этот пример условный, связанный чисто с программированием.

Строка МПО относится к машине предварительной очистки (МПО).

В столбце ENTRIES указано количество требований, которые обработаны за время моделирования (напомним, что за требование мы принимаем объем зерна, вмещающийся в одну автомашину).

В столбце UTIL приводится коэффициент использования рабочего времени - отношение времени, в течение которого машина обрабатывала зерновой ворох к общему времени моделирования.



Рис. 3.1 - Результаты моделирования для приборов.

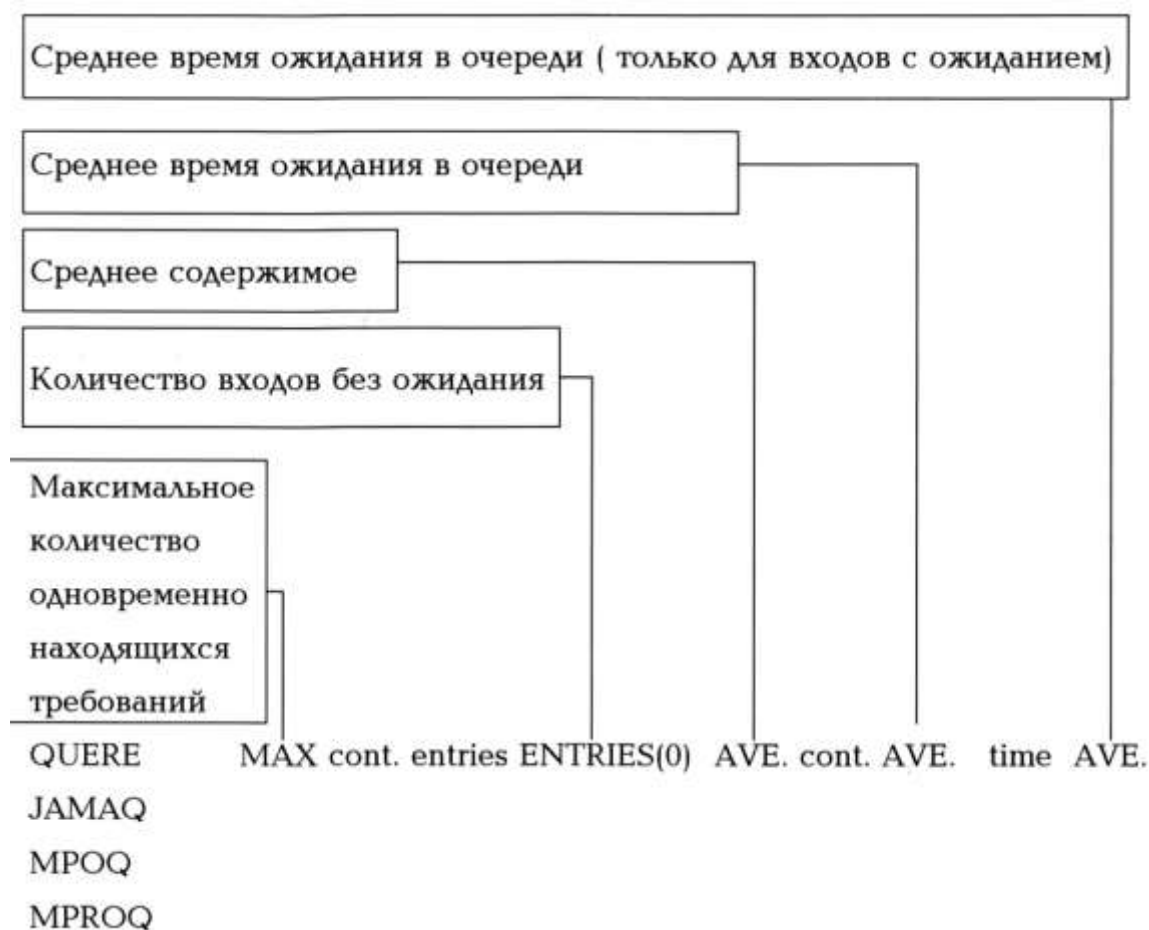


Рис. 3.2 - Результаты моделирования для очередей

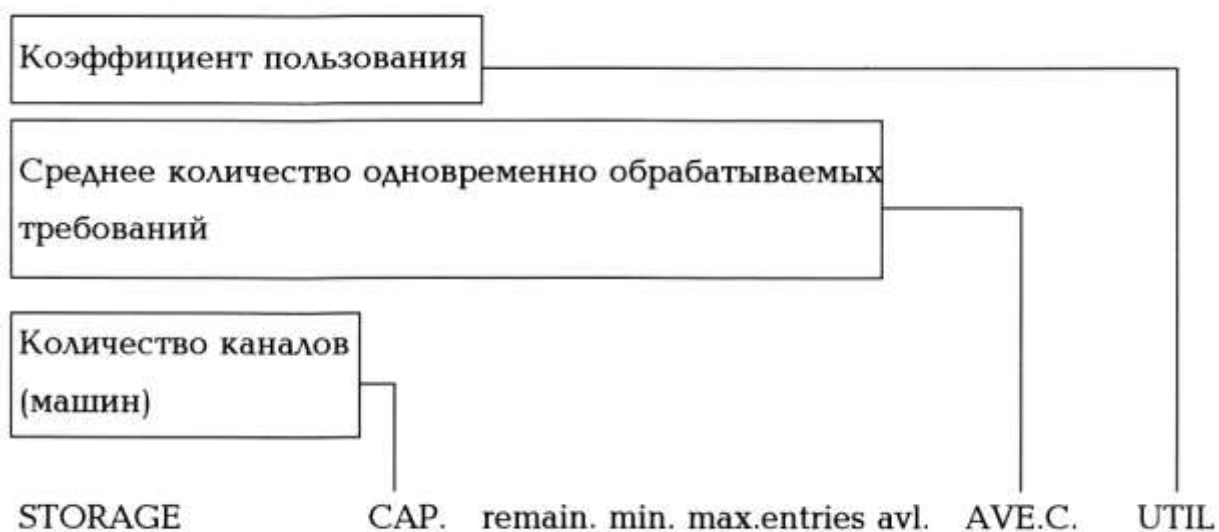


Рис. 3.3 - Результаты моделирования для многоканальных приборов

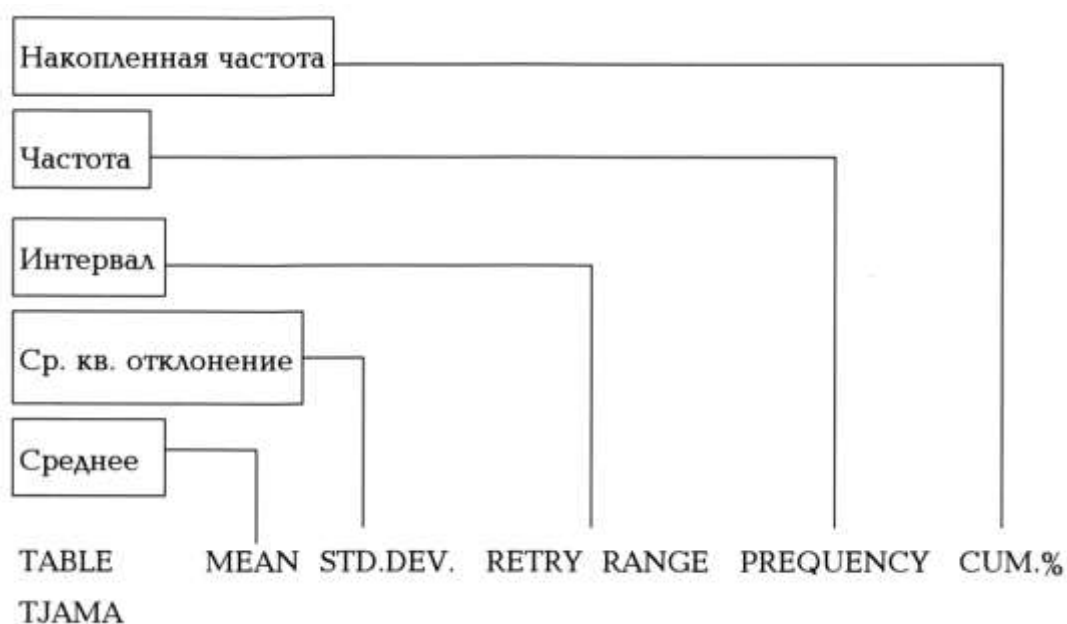


Рис. 3.4 - Результаты моделирования для многоканальных приборов

В столбце AVE. TIME приведено среднее время обслуживания - т.е. сколько времени тратило МПО на обработку вороха, привезенного одной машиной.

Некоторые обозначения (AVAILABLE, OWNER, PEND и ENTER), приведенные в приложении отражают состояние приборов на момент завершения моделирования и для решения нашей задачи не предоставляют интерес.

В строке JAMAQ- результаты моделирования для завальной ямы.

MAX- максимальное количество накапливаемых требований.

CONT- количество оставшихся на конец моделирования, требований.

ENTRIES (0) - сколько раз прибывшие автомобили заставали яму пустой.

AVE, CONT- среднее количество требований, находившихся одновременно в очереди.

В строке MPOQ - результаты моделирования для ОБВХ через МПО.

Это позволило определить параметры технологического оборудования; производительности и количество норий; производительности и количество МПО и МПрО; объёмы емкостей завальных ям и отделений бункеров временного хранения перед МПО и МПрО.

3.3 Программа и методика исследования показателей качества зерновых материалов

Отбор и анализ образцов семян делают соответственно действующим стандартным методикам (ДСТУ 3768-2010 «Пшеница. Технические условия»).

3.3.1 Программа исследований.

На основании аналитического обзора и наших исследований показателей качества зерновых материалов была намечена следующая программа исследований.

1. Взятие проб из 50...100 автомобилей с зерновым материалом после уборки урожая комбайнами в хозяйствах южных областей Украины.
2. Определение чистоты и фракционного состава зернового материала.

3.3.2 Методика исследований

1. Взятие пробы для определения качества исходного материала.

Качество исходного материала, поступающего на обработку на ток после зерноуборочного комбайна, определяют по результатам анализа отобранных из него образцов и навесок. Схема отбора исходного образца зерна и семян и выделение навески выполнены в соответствии с ДСТУ 2240-93, ГОСТ 12036-85, ГОСТ 12037-81, ДСТУ 3762-2010.

Минимальное количество проб партии зерна составило 50, а максимальное- 120.

2. Определение навески образцов для обоснования качества исходного материала.

В лаборатории исходный образец высыпают на гладкую поверхность, тщательно перемешивают и расстилают в виде квадрата толщиной не больше 2 см, а затем методом крестообразного распределения деревянным бруском разделяют по диагоналям на четыре части. Две противоположные части удаляют в отдельную емкость, а две оставшиеся в совокупности составляют первый средний образец. С первого среднего образца выбирают крупные посторонние примеси (комочки земли, камешки, обломки стеблей), которые не могут равномерно распределяться по всей массе среднего образца. Отобранные примеси взвешивают и определяют процент их содержания в 1 кг исходного материала.

После отбора крупных примесей из первого исходного образца методом крестообразного распределения выделяют второй средний образец, потом третий и т.д., пока в очередном среднем образце масса материала не будет составлять 50 ... 100 г.

Полученный средний образец взвешивают в граммах с точностью до первого десятичного знака. Если количество исходного материала превышает установленную массу навески (масса навески исходного материала пшеницы, ржи, овса, ячменя, гречихи должна быть 50 г) не более чем на 10 г, избыток его удаляют совком из разных мест емкости.

Если масса выделенного среднего образца превышает установленный размер навески более чем на 10 г, выделенный исходный образец высыпают на гладкую поверхность, разравнивают тонким слоем (около 0,5 см) и избыток удаляют совком из разных мест по всей площади слоя материала. Выделенный из среднего образца материал массой 50 г называют навеской.

После отбора из исходного образца первой навески, с оставшего-

ся материала отбирают также вторую навеску. Затем их анализируют.

3. Анализ навески исходного материала семенного назначения.

При определении качества исходного материала семенного назначения навеску разбирают на семена основной культуры и отходы.

К отходам при анализе навески относят:

- мелкие и щуплые семена, выделяемые решетками, указанными в таблице 3.1;
- семена размером менее $1/3$ размера нормального семян;
- проросшие семена, корешок или росток которых больше самого семени;
- раздавленные семена;
- семена, загнившие, которые легко распадаются при нажатии на них шпателем;
- семена, поврежденные вредителями и битые;
- семена сорных растений;
- семена других культурных растений;
- головневые мешочки, головневые комочки и их части, пленки со спорами главные, склеры рожков и других грибков, галлы пшеничной и нематоды;
- живые вредители семян и их личинки;
- комочки земли, камешки, песок, обломки стеблей, соцветия которые не содержат семян, мертвые вредители семян и мертвые личинки, плодовые и семенные оболочки, цветковые пленки, экскременты грызунов.

Семенами основной культуры считают все семена, не отнесенные к отходам. Из отобранных навесок сначала выделяют мелкие и щуплые зерна, а также мелкие примеси.

Таблица 3.1.

**Размеры отверстий лабораторных решет для определения
содержания некондиционных зерен и примесей, мм [1].**

Культура	Для мелких и щуплых зерен (Решета с продолговатыми отверстиями)	Для сорных примесей (Решета с круглыми отверстиями)
Пшеница	2,0	10
Ячмень	2,0	1,5
Рожь	1,5	1,5
Овёс	1,5	1,5

Содержание некондиционных зерен, а также мелких примесей определяют путем просеивания навески через лабораторные сита, размеры которых указаны в таблице 3.1. Навеску просеивают на виброкласификаторе РКС-1 или лабораторных решетках. При просеивании навески на лабораторном решете последнему сообщают вручную возвратно-поступательное движение в горизонтальном направлении с размахом около 10 см. Для более полного просеивания мелкого и щуплого семян, а также мелких примесей решето необходимо качать не менее 2 мин.

После просеивания материала, оставшегося на решете, навеску разбирают на компоненты: семена основной культуры и отходы. Затем определяют чистоту навески исходного материала.

4. Определение сорных примесей и чистоты зерна. Из исходного образца

зерна пшеницы отбирают первый средний образец массой M г. Из него выделяют комочки земли общей массой x_1 , и солоmistые включения массой x_2 . Затем отбираем навеску массой m г. Проанализировав навеску, устанавливают, что в ней содержится x_3 г примесей. Нужно определить чистоту исходного материала в процентах (ДСТУ 3768-2010).

Определяют процентное содержание комочков земли в отношении 1 кг исходного материала:

$$\frac{x_1 + x_2}{M} \times 100\% = Y_1, \%/ \quad (3.1)$$

Затем определяют процентное содержание примесей, выделенных из навески в отношении 1 кг исходного материала:

$$\frac{z}{m} \times 100\% = Y_2, \% \quad (3.2)$$

Чистоту исходного материала определяют как среднее арифметическое значение от чистоты материала первой и второй навесок, если расхождение между показателями двух навесок по чистоте не превышает допустимых отклонений.

Определяют чистоту исходного материала:

$$\bar{Z} = \frac{Z_1 + Z_2}{n}; \quad (3.3)$$

где Z_1 – чистота семян 1-й навески;

Z_2 – чистота семян 2-й навески.

Таблица 3.2.

**Границы допустимых отклонений при определении чистоты
исходного материала [1].**

Средний арифметический процент семян основной культуры по двум навескам	Средний арифметический процент примесей	Допустимые отклонения. %
от 98,00 до 98,99	от 1,01 до 2,00	0,6
от 97,00 до 97,99	от 2,01 до 3,00	0,8
от 96,00 до 96,99	от 3,01 до 4,00	1,0
от 95,00 до 95,99	от 4,01 до 5,00	1,2
от 94,00 до 94,99	от 5,01 до 6,00	1,4
от 93,00 до 93,99	от 6,01 до 7,00	1,6
от 92,00 до 92,99	от 7,01 до 8,00	1,8
от 91,00 до 91,99	от 8,01 до 9,00	2,0
от 90,00 до 90,99	от 9,01 до 10,00	2,2
от 85,00 до 89,99	от 10,01 до 15,00	3,0
от 75,00 до 84,99	от 15,01 до 25,00	3,8
от 65,00 до 74,99	от 25,01 до 35,00	4,6

Если расхождение показателей чистоты двух навесок превышает допустимое отклонение, анализируют третьей навески.

После этого чистоту исходного материала устанавливают по среднему арифметическому из показателей третьей навески и одного из показателей двух предыдущих навесок, имеющий наименьшее расхождение с показателем чистоты третьей навески.

3.4 Факторы и условия поступления зерновых масс на зернокомплексы

Совокупность характеристик зерновой массы, окружающей среды, количество и назначение зерна, поступающего на обработку, определяют необходимые технологию и структуру предприятия послеуборочной обработки зерна и является моделью зоны.

Эффективность функционирования машин для ПУОЗ в значительной мере зависит от состояния убираемой растительной массы - влажности, засоренности, натуры зернового вороха и т.п..

Одной из наиболее сложной и трудноопределяемой характеристикой зерновой массы является ее засоренность.

В условиях проведения эксперимента и в соответствии с поставленной задачей будем определять фракционный состав зернового материала по информационно-технологической модели ЗОМ, представленной на рис. 3.9.

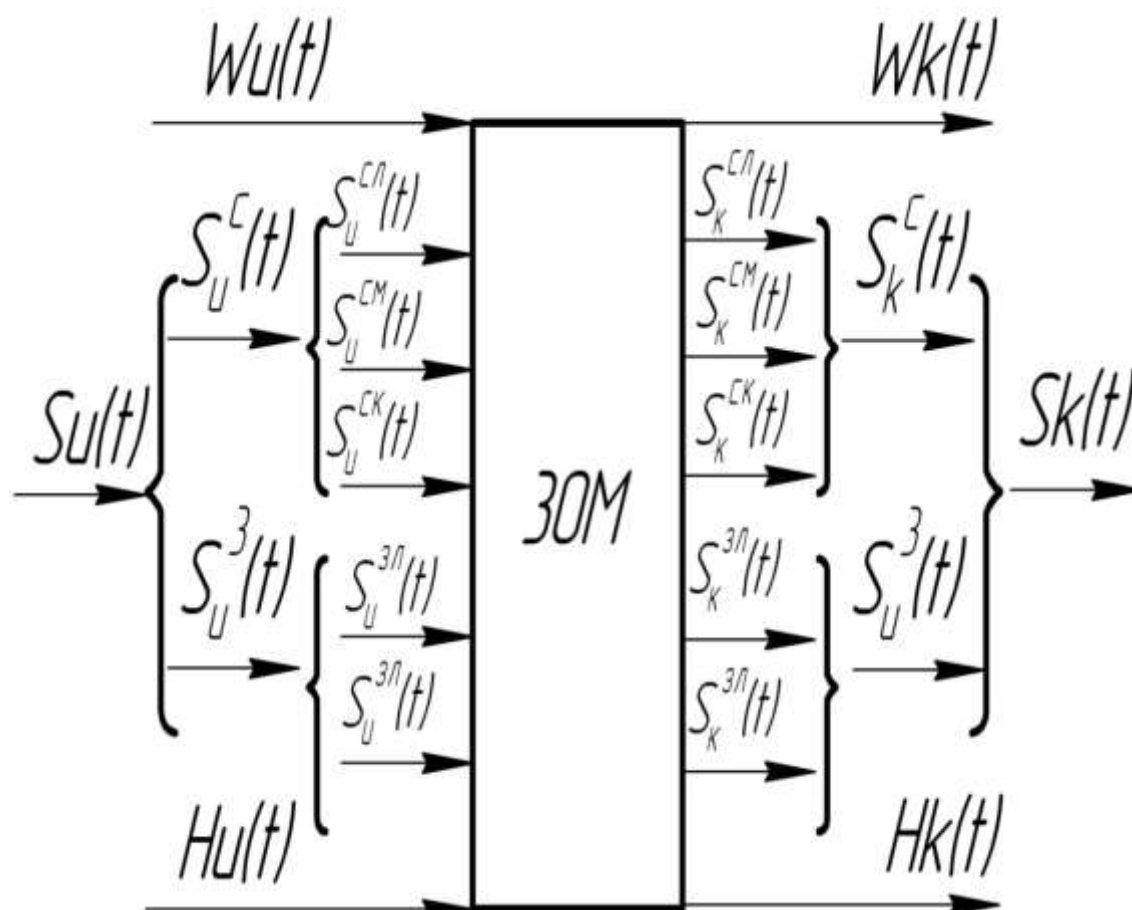
Натура - объемная масса, тем выше, чем больше в нем содержится полезных веществ [1]. Высоконатурное зерно хорошо развито, в нем относительно больше содержится эндосперма и меньше оболочек.

При прочих равных условиях из высоконатурного зерна получают больший выход муки. Поэтому натура зерна, очищенного от примесей, служит одним из ориентировочных показателей мукомольных качеств зерна. Чем выше натура семян, тем выше их жизнеспособность, энергия роста, стойкость и качество получаемой продукции.

В условиях отсутствия экспресс-анализаторов засоренности зерна, на наш взгляд, представляет интерес определение корреляционных связей между засоренностью и натурой с целью изучения возможности применения их как косвенного параметра для определения засоренности.

Примеси могут резко исказить величину натуры, а повышение влажности вызывает уменьшение насыпной плотности зерна и, следовательно уменьшение его натуры.

Влажность зернового вороха складывается из двух составляющих - влажности зерна и влажности составляющих вороха (вегетативных частей, увлажненных комочков почвы, мелких лягушек (при уборке риса) и т.п.) и, в первую очередь, влияет на биологическую сохранность зерна, как в период его послеуборочной обработки, так и при хранении.



- $H_U(t), H_K(t)$ - натура;
- $W_U(t), W_K(t)$ - влажность;
- $S_U(t), S_K(t)$ - общая засоренность;
- $S_U^c(t), S_K^c(t)$ - засоренность сорной примесью;
- $S_U^3(t), S_K^3(t)$ - засоренность зерновой примесью;
- $S_U^{сл}(t), S_K^{сл}(t)$ - засоренность легкой примесью;
- $S_U^{см}(t), S_K^{см}(t)$ - засоренность минеральной примесью;
- $S_U^{ск}(t), S_K^{ск}(t)$ - засоренность крупной примесью;
- $S_U^{зп}(t), S_K^{зп}(t)$ - засоренность зерновой примесью проходовой фракции;
- $S_U^{зс}(t), S_K^{зс}(t)$ - засоренность зерновой примесью сходовой фракции;

Рис. 3.9 - Информационно-технологическая модель ЗОМ с учетом качественного состава зерновых материалов

Оценка условий и показатель количества функционирования зерноочистительных машин и агрегатов производилось в полевых условиях на зернокомплексах в период, послеуборочной обработки зерна.

При условии достаточной технологической надежности и соблюдении допусков на потери Π полноценного зерна в отходы и эффект разделения зерновой смеси для получения реализации входных и выходных процессов синхронно, через период квантования $\Delta t = 10 \dots 12$ мин из всех "выходов" исследуемого объекта и на "входе" отбирались пробы.

На входе регистрировались значения подачи $P(t)$, исходной засоренности $S_u(t)$ и природы $N_u(t)$. На выходе - значение производительности $Q(t)$, конечной засоренности $S_k(t)$ и природы очищенного материала $N_k(t)$. Объем выборки при этом составлял от 50 до 100 значений (и более).

Определение качественного состава зернового материала производилось по ДСТУ 3718-2010.

Оценка характеристик поступления зерновых масс в хозяйствах выполнялась на основе первичных данных, зафиксированных в условиях зернотоков и планово-экономических отделов хозяйств. При выборе полигона исследований учитывалось сходство природно-климатических условий мест расположения хозяйств.

В специальные информационные карты заносились параметры технической оснащенности и характеристики поступающего зернового материала за сезон в хозяйства:

1. Специализация хозяйства в зернопроизводстве.
2. Схема технологического процесса ПУОЗ.
3. Перечень машин и оборудования участвующих в процессе ПУОЗ.
4. Общее количество обрабатываемого зерна, в том числе - семенного, продовольственного, фуражного назначения.

Таблица 3.3

Сроки поступления зерна на обработку в семеноводческом хозяйстве «Колос» Мелитопольского района Запорожской области

Культура	Сроки поступления зерна (июль 2010 г.)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Пшеница «Донская Полукарликовая»			+	+	+	+												
Пшеница «Альбатрос»			+	+	+	+												
Пшеница «Одесская 51»				+	+	+	+	+	+	+								
Пшеница «Спартанка»					+	+	+	+	+	+	+	+	+					
Пшеница «Полу- карликовая 49»						+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Пшеница «Исток»																+	+	
Горох «Смарагд»	+																	
Горох «Топаз»	+	+																
Горох «Неосыпающийся»	+	+	+															
Ячмень «Одесская-82»					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Овес «Львовский-1026»																	+	+
Количество одновременно по- ступающих культур	3	2	3	3	5	6	4	4	4	4	3	3	3	2	2	1	3	1

5. Количество партий зерна по культурам, сортам, репродукциям. (Таблица 3.3.)
6. Суточное поступление зерна по культурам за сезон.
7. Влажность и засоренность исходного материала (натура определялась на отдельных опорных пунктах).
8. Суточный вывоз зерна из хозяйств по культурам.
9. Показатели качества функционирования ЗОМ:
 - по агротехническим требованиям ;
 - фактические.

Обратимся к информационно-технологической модели ЗОМ (агрегата), учитывающей качественный состав зерновых материалов (Рис. 3.9).

На систему воздействуют входные возмущающие воздействия: $Wu(t)$, $Su(t)$, $Hu(t)$. В зависимости от фракционного состава зернового вороха складывается последовательность комплектования различных типов рабочих органов, определяющее прогнозируемое качество обработки зерна.

Общие засоренности исходного и конечного продуктов – $Su(k)$, $Sk(t)$ представлены составляющими: сорной, зерновой, легкой (воздушноотделимой), минеральной, крупной примесями. Отдельно определяются засоренности зерновой примесью проходовой и сходовой фракций. Под "проходом" будем понимать то, что прошло через поверхность решетного классификатора, и под "сходом" то, что осталось на его поверхности и в соответствии с размером отверстий решет, которые определяются ОСТ. 70.10.2-83.

3.5 Обоснование показателей качества функционирования технических средств

При моделировании технологического процесса необходимо знать характер изменения входных и выходных процессов, которые являются случайными функциями времени.

Впервые теоретические основы использования идентификации применительно к технологическим процессам сельскохозяйственных агрегатов разработал А.Б. Лурье [202]. В дальнейшем, в решении проблем ПУОЗ, нашли свое применение в производстве последователи этого направления В. А. Кубышев, В. П. Елизаров, В. Д. Шеповалов, Р. Н. Волик и другие.

Метод идентификации был использован Р. Н. Воликом [44] для построения систем, определяющих начальную и конечную стадии обработки зерновых материалов.

В работе доказано, что модели функционирующих систем можно рассматривать как линейные.

Полученные на основе моделей функционирования математические модели легли в основу разработки методик расчета инженерных задач по оценке допустимых значений входных возмущений, прогнозированию качества зернового потока и определению показателей технологической надежности [1].

В качестве критерия эффективности функционирования ЗОМ, учитывающего вероятностную природу процессов при их работе, А. Б. Лурье [195] предложена оценка вероятности сохранения допуска.

Под допуском следует понимать границы, за пределами которых функционирование ЗОМ не эффективно.

В качестве примера, идентичного рассматриваемому в разделе 2, обратимся к процедуре оценки эффективности функционирования ворохоочистителя скальператорного типа [197].

Рассмотрим отрезок реализации длительностью T случайного процесса изменения потерь зерна в отход $\Pi(t)$ (Рис. 3.10) с одномерной плотностью вероятности.

Согласно требованиям [195] предусмотрено ограничение на протекание случайного процесса в виде фиксированного одностороннего допуска ($\Delta\pi = 0,2$).

Т. о., значения реализации $\Pi(t)$, попадающие за уровень $\Delta\pi = 0,2\%$, относятся к браку.

За период наблюдения реализации $\Pi(t)$ может N раз пересекать уровень $\Delta\pi$, причем эти пересечения происходят снизу вверх (в точках a_1, a_2, a_3), а затем сверху вниз (в точках b_1, b_2, b_3). Длительности выбросов определяются значениями временных отрезков τ_1, τ_2, τ_3 , а длительности интервалов между ними — отрезками Q_1 и Q_2 . Кроме τ_i и Q_i могут быть установлены и другие величины характеризующие выброс реализации случайного процесса за уровень $\Pi(t)$. В частности, площади F_1, F_2, F_3 ,ограниченные реализацией $\Pi(t)$ выше уровня $\Delta\pi$ во время выбросов. В общем случае в пределах одной реализации длительность T значения τ_i, Q_i и F различны и меняются от одной реализации к другой случайно.

Применительно к процессам работы ЗОМ [97], оценочным является показатель относительной длительности выбросов

$$E_{\Delta} = \frac{T_{\Delta}}{T} = \int_{\Delta}^{\infty} f(y)dy \quad (3.4)$$

где, T_{Δ} — средняя длительность превышения уровня $\Delta\pi$.

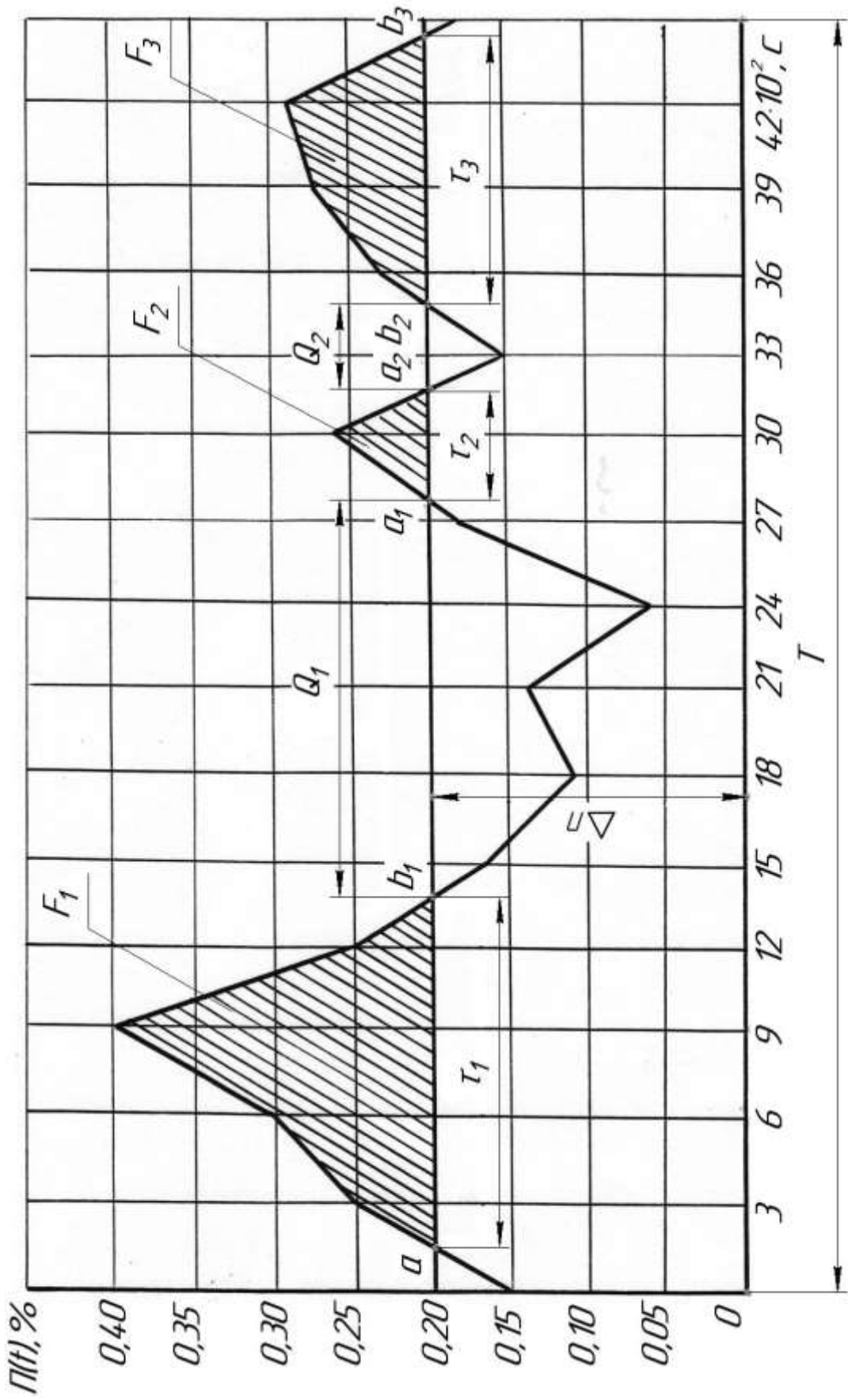


Рис. 3.10 - Участок реализации процесса изменения величины потерь зерна в отходы $\Pi(t)$ [197]

При известном законе распределения ординат реализации случайного процесса $\Pi(t)$ и допустимом уровне Δ п их превышения представляют возможным определить относительную длительность вероятного превышения уровня Δ за время T . Следовательно, устанавливается зависимость между допуском Δ и вероятностью его превышения E_{Δ} [197]

$$E_{\Delta} = \int_{\Delta}^{\infty} f(\Pi) d\Pi = P \cdot (\Delta < \Pi(t) < \infty) \quad (3.5)$$

где, $P \cdot (\Delta < \Pi(t) < \infty)$ — вероятность попадания ординат процесса $\Pi(t)$ на участке от Δ до ∞ .

Вероятность выбросов можно определить по результатам эксперимента:

$$E_{\Delta} = \frac{n}{N} \quad (3.6)$$

где, n - общее число выбросов в реализации;

N - объем реализации.

Для определения вероятности выбросов E_{Δ} необходимо нанести на график (Рис. 3.10.) все значения выходного процесса и установленного допуска Δ [197].

Затем, необходимо вычислить общее количество значений, находящихся вне допуска (выбросов) и определить показатель E_{Δ} .

По соотношению:

$$P_{\Delta} = 1 - E_{\Delta} \quad (3.7)$$

определяют вероятность сохранения допуска P_{Δ} .

Показатель P_{Δ} может быть использован для решения задач: оценки качества выходных процессов и расчета допускаемых значений показателей качества [1].

Выводы по разделу 3

1. Разработано программное обеспечение к имитационному моделированию параметров технической оснащённости, состоящее из четырех основных блоков:

- блока определения исходных данных;
- блока задания переменных функций;
- блока моделирования времени поступления зернового вороха;
- блока моделирования работы комплекса.

Это позволило определить параметры технологического оборудования; производительности и количество норий; производительности и количество МПО и МПрО; объёмы емкостей завальных ям и отделений бункеров временного хранения перед МПО и МПрО.

2. Разработанная методика исследования показателей качества зерновых материалов содержит элементы стандартных методик и предусматривает отбор образцов с каждой партии зерна за весь период уборки в количестве 50-100 образцов, что позволило использовать метод идентификации при построении регрессионных моделей исследуемых объектов ПУОЗ.

3. Оценка факторов и условий поступления зерновых масс на зернокомплексы проведена с учетом разработанной нами информационно-технологической модели ЗОМ.

4. Разработаны специальные информационные карты в которые заносились параметры технической оснащённости и характеристики поступающего зернового материала за сезон в хозяйства, что позволило сформировать необходимый банк статистических данных для проведения имитационного эксперимента.

5. Оценка эффективности показателей качества функционирования технической оснащённости выполнена с использованием метода идентификации. В качестве критерия эффективности функционирования ЗОМ, учитывающего вероятностную природу процессов при их работе, предложена оценка вероятности сохранения допуска, что позволяет прогнозировать качество зернового потока и определять показатели надёжности объектов исследования.

РАЗДЕЛ 4

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА В УСЛОВИЯХ ЮГА УКРАИНЫ

4.1 Исходные положения и постановка задач

Посевные площади сельскохозяйственных культур Украины за период с 1985 по 1995 г. сократились с 32656 до 31008 тыс. га[3] и на 2012 год составили 31181 тыс. га [1, 3 - 6].

Распределение посевных площадей под выращиваемые культуры представлены следующим образом, %:

- зерновые культуры	- 45;
- технические культуры	- 11,5;
- картофель и овоще-бахчевые культуры	- 6;
- кормовые культуры	- 37,5.

Рассматриваемая проблема послеуборочной обработки зерна (ПУОЗ) на примере южных областей Украины предусматривает наличие результатов исследований на базе АРК, Херсонской, Николаевской, Одесской, Запорожской областей и смежных с ними южных районов Кировоградской, Днепропетровской, Донецкой и Луганской областей.

Исходя из поставленной цели исследования предусматривается решение следующих задач:

1. Построить и проанализировать гистограмму распределения валового сезонного сбора зерна в областях южного региона Украины.
2. Исследовать статистические характеристики качества зерновых материалов.

3. Исследовать состояние технической оснащённости процесса послеуборочной обработки зерна в южных районах Украины.
4. Определить влияние качества зерновых материалов на производительность и подбор оборудования.

4.2 Производство зерна в областях южного региона Украины

С 13526 тыс. га посевных площадей, занятых под зерновые на Украине, только на южные районы приходится 20,2 %. Это (тыс. га):

- АРК	- 533;
- Херсонская область	- 755;
- Николаевская область	- 698;
- Запорожская область	- 696.

Валовой сбор зерновых культур за период с 1980г. по 19999 г. составил от 27 тыс. т. (1996 г.) до 51,2 млн. т. и 51,0 млн. т. соответственно в 1989, 1990 г. [1, 3]. За период после 2000 по 2010годы наиболее урожайным был 2008 г., в котором собрано 53,3 млн. тонн зерновых культур и в 2013 г. Валовый сбор составил 63 млн.т.

В годы наибольшего валового сбора зерна на Украине средняя урожайность в южном регионе была, ц/га:

- АРК	- 36.2;
- Херсонская область	- 34,4;
- Николаевская область	- 34,8;
- Запорожская область	- 38,0,

что составляло больше 20% зерновых собранных на Украине.

Из всего валового сбора зерновых приблизительно 20% приходится на кукурузу, гречку, просо и др. Удельный вес других культур в южной зоне составляет, %: пшеницы - 60; ячменя - 10; зернобобовых - 6...7; овса и ржи - 3...4. Эти культуры часто поступают на зернокомплекс-

сы почти одновременно.

Нами обследовано более 140 хозяйств региона в: Запорожской области -66; Херсонской - 34; АРК - 21 и т.д. Особое внимание было уделено семеноводческим хозяйствам (всего 44), некоторые из которых в последние годы перепрофилированы и перестали существовать как семхозы.

При выборе $n = 98$ обследованных хозяйств, валовой сбор зерна по хозяйствам колеблется от 1661 т до 14796 т. На распределении, представленном на рис. 4.1 (таблица 4.1), видно, что наибольшая плотность распределения приходится на хозяйства со сбором зерна от 4 до 11 тыс. т. При этом математическое ожидание $m=8052$ т, а коэффициент вариации $V_s=8,64\%$.

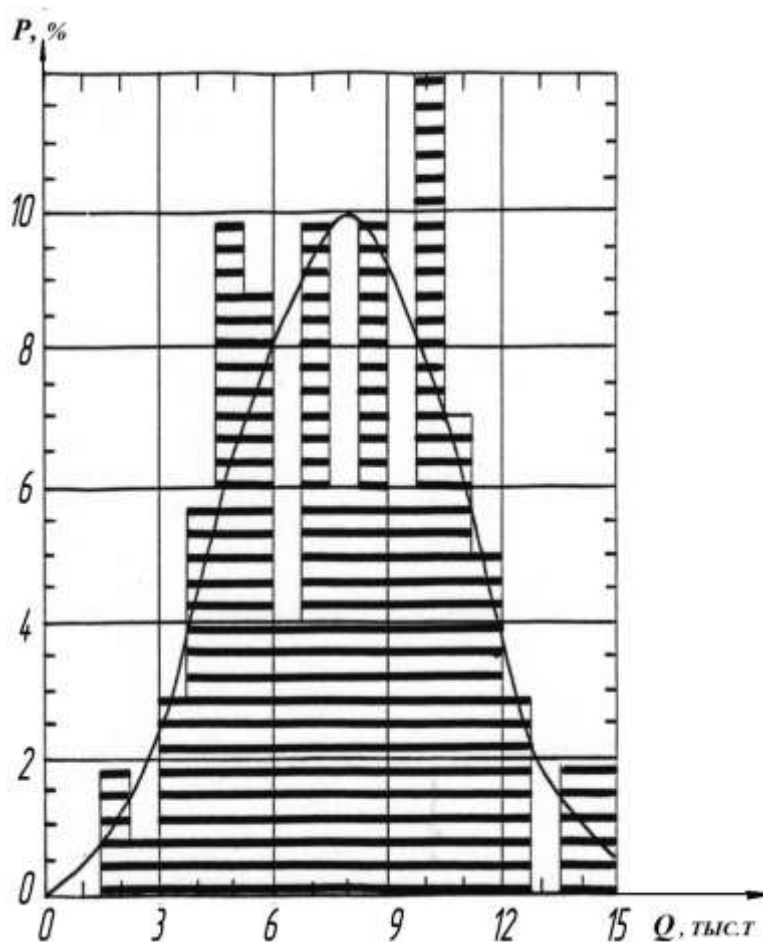


Рис. 4.1. Гистограмма распределения валового сезонного сбора зерна Q в южном регионе Украины

Таблица 4.1.

Значения валовых сезонных сборов зерна *Q*сез. в хозяйствах по классам, тыс.т

<i>Классы хозяйств</i>													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10...20	20...30	30...40	40...50	50...60	60...70	70...80	80...90	90...100	100...110	110...120	120...130	130...140	140...150
1867	2890	3368	4449	5194	6305	7096	8052	9773	10833	11937	12570	13675	14465
1661		3270	4847	5428	6639	7350	8908	9918	10836	11982	12455	13968	14796
		3258	4939	5689	6858	7661	8438	9122	10116	11306	12192		
		3926	4735	5331	6005	7039	8050	9940	10698	11430			
			4545	5389	6141	7164	8854	9100	10110	11630			
			4699	5045	6800	7829	8980	9324	10601	11156			
			4770	5655	6853	7737	8762	9968	10051	11250			
			4128	5405		7365	8518	9585	10449				
			4096	5722		7183	8379	9236	10464				
			4407	5138			8068	9997	10366				
			4536	5997			8088	9537	10780				
			4176	5979			8719	9878					
							8863						
							8410						

Небольшие фермерские хозяйства с объемом производства зерна до 1000 тонн не учитывались.

Приведенные данные не исключают наличия и больших производителей зерна. Например, наибольшее хозяйство "Дружба народов" Красногвардейского района АРК, выращивало до 27000 т зерна на год.

Наибольшие по валовому сбору зерна хозяйства расположены в Херсонской области и меньшие - в АРК.

В Запорожской области, в публичном открытом акционерном обществе «Племзавод «Степной», валовый сбор зерновых составляет 20...22 тыс.т.

Профилирующей культурой является пшеница (55...93 % от всех зерновых), за исключением отдельных хозяйств, которые специализируются на производстве риса. Наибольшее производство зерна по Украине (до 2 т на человека) приходится на основные площади Херсонской, Николаевской, Запорожской и южные районы Кировоградской областей [1].

Из анализа производства зерна в областях южного региона Украины и закона распределения, представленного на рисунке 4.1, видно, что большинство хозяйств можно разделить на 14 классов. Это приводит к нерациональному использованию типовых агрегатов и комплексов, нарушение поточности процессов ПУОЗ, завышенным энергозатратам и другим негативным последствиям.

4.3 Исследования влияния метеорологических условий на календарные сроки уборки зерна

Региональные условия в период уборки зерновых характеризуются высокой температурой воздуха. Самый теплый месяц - июль - с температурой +21,5...30°C [1]. Минимальное количество осадков - 300...350

мм в год отмечается на юге Николаевской, Херсонской и Одесской областей. В западной, центральной и северной частях этих областей наблюдается 350...400 мм осадков, в том числе на юге Запорожской области [1].

На юге Донецкой, Кировоградской, Днепропетровской, западе Одесской и севере Запорожской областей выпадает до 400...500 мм осадков в год.

Метеорологические условия связаны с календарными сроками уборки зерна. Сроки созревания культур изменяются и зависят от условий года.

Если очередность созревания культур в разные года остается одинаковой, то это не влияет на выбор структуры предприятия. Но даже при таком предположении, в практической деятельности хозяйств не является возможным обеспечить запрограммированные сроки поступления разных зерновых культур на зернокомплекс. Это зависит от многих факторов - технологической дисциплины, кадров, состояния и наличия уборочной техники, транспортных средств, сроков сева и т.п.

Так, в Крыму сроки уборки зерновых в отдельные года наступают от 11 июня до 10 июля, при этом, наиболее распространенная культура - пшеница - созревает от 17 июня до 10 июля.

Наиболее поздние сроки завершения уборки отмечены 3 августа, а для пшеницы - 30 июля, и наоборот, раньше всего уборка завершалась 14 июля, а для пшеницы - 6 июля.

В подавляющем большинстве случаев уборка начинается во второй половине июня и заканчивается в третьей декаде июля.

В Херсонской и Николаевской областях уборка зерновых начинается в период с 19 июня до 4 июля, а пшеницы - от 21 июня до 15 июля. Наиболее ранние сроки завершения уборки наблюдались с 5 по 8 июля. В года с неблагоприятными условиями уборка зерновых заканчивалась

5 августа, а для пшеницы - 28 июля.

В основном уборка в этих областях проходит в период с 25..30 июня по 20...25 июля.

В Запорожской области первые партии свежесобранного зерна поступают в период с 21 июня по 8 июля и пшеницы - с 24 июня по 15 июля. Поздние сроки завершения уборки отмечены 3 августа и для пшеницы - 29 июля. В наиболее засушливые года урожай был собран до 16 июля, а более поздние сроки завершения уборки отмечены 3 августа и для пшеницы - 29 июля.

Наиболее характерный период уборки зерновых определяют сроки с первых чисел июля и до конца месяца. В последние годы (2000...2013 г.г.), в связи с изменением климата, сроки уборки зерновых наступают значительно раньше.

По очередности поступления культур на зернокомплексы первыми, как правило, идут ячмень озимый или горох, потом - пшеница озимая, яровая, ячмень яровой, рожь и овес.

Практически во всех хозяйствах отмечено одновременное поступление на зернокомплексы 2-х, 3-х культур, а для семеноводческих 6-7 и больше культур и партий семян, которые в процессе обработки не должны смешиваться (таблица 3.3).

Характерной особенностью региона является существенное расхождение в сроках уборки для хозяйств, расположенных в одной области.

Например, в Херсонской области хозяйство "Правда" Каланчакского района собрало 10836 т зерна за 12 дней, а в Великолепетихском районе хозяйство "Ингулец" при валовом сборе 8080 т уборку провело за 28 дней (1992г.).

В Запорожской области хозяйство "им. Кирова" Веселовского района собрало 8779 т зерна за 13 дней, а хозяйство "им. Горького" Оре-

ховского района при валовом объеме вдвое меньше - 4176 т - за 26 дней (1992 г.).

Перечисленные выше особенности создают большие сложности в подборе машин и оборудования, определении потребности в технологических линиях, емкостях временного приема и хранения зерна. Это приводит к необходимости подходить к проблеме послеуборочной обработки зерна в хозяйстве индивидуально или, по меньшей мере, решать ее относительно группировок адекватных хозяйств.

4.4 Исследование статистических характеристик качества зерновых материалов

4.4.1 Засоренность

Рассмотрим качество исходного зернового материала по засоренности $S_i(t)$ для наиболее распространенных на юге Украины культур - пшеницы, ячменя, овса, риса-зерна (рис. 1.3, 4.2., 4.3., где n - количество опытов). После общего анализа названных культур более подробно остановимся на результатах анализа ценнейшего материала - семенного элитного фонда, получаемого в условиях Крымской государственной сельскохозяйственной опытной станции (п/о "Клепинино" Красногвардейского района АРК, рис 4.3.).

Известно [1], что качество исходного зернового материала по засоренности имеет вероятностно-статистическую природу. Так, на рис. 1.3 видно, что математическое ожидание составляет $m_n=12,52\%$ при минимальном $\min_n=6,15\%$, максимальном $\max_n=21,22\%$ и коэффициенте вариации $V_n=24,58\%$.

Такие данные получены при уборке семенной пшеницы в хозяйстве «Колос» Мелитопольского района Запорожской области в 1994 г. При этом засоренность зернового материала приблизительно к 40-му

опыту характеризовалась повышенным присутствием зерновой примеси.

Так, из второй части рис. 1.3. (от 40-го опыта и далее) видно, что значение засоренности представлены математическим ожиданием $m'_п=3,61\%$; минимальное значение $\min'_п=1,33\%$; максимальное $\max'_п=11,45\%$ при коэффициенте вариации $V'_п=3,43\%$. Учитывая то, что зерновые примеси составляют не менее 50% общей засоренности свеже-собранного зернового материала, принятие решения об остановке комбайнов и их следующее регулирование было полностью обоснованным. Это позволило в 3...4 раза уменьшить потери полноценного зерна вследствие его дробления.

Засоренность ячменя (рис. 4.2) характеризуется большей выровненностью : $m_я=6,07\%$; $\min_я=2,45\%$; $\max_я=8,55\%$ и $V_я=2,98\%$. Наиболее стабильной по засоренности является засоренность овса, и это связано, вероятно, с особенностями возделывания этой культуры. Посевы овса были довольно чистые и значение статистических характеристик (рис. 4.1) составляют: $m_о=1,66\%$; $\min_о=1,07\%$; $\max_о=2,12\%$; $V_о=0,05\%$.

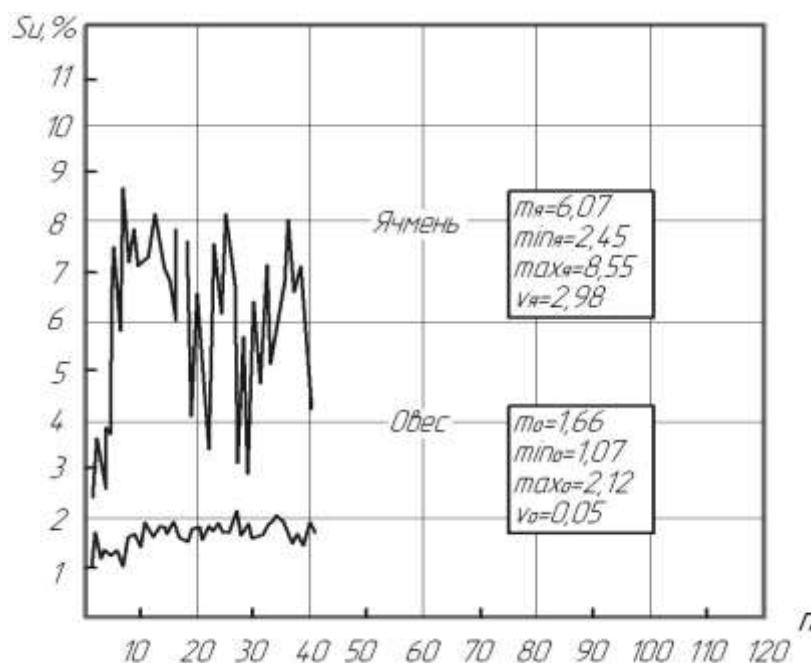


Рис. 4.2 - Качество исходных зерновых материалов ячменя и овса по засоренности $S_n(t)$

Следует полагать, что наиболее прогнозируемые показатели эффективности функционирования ЗОМ и агрегатов могут быть получены при обработке ячменя и овса и учета реальных коэффициентов эквивалентности культур.

Одной из наиболее трудных культур для послеуборочной обработки является рис. Это связано с наличием остей, повышенной шероховатостью зерновок, их формой и т.д.

Засоренность зерновой массы риса изучалась в условиях хозяйства "Украина" Джанкойского района и "Герои Сиваша" Красноперекского района АРК.

Участок реализации (Приложение А-1) при количестве опытов $n=167$ показал значительные колебания значений засоренности. При математическом ожидании $m_p=7,28\%$ минимальное значение представляло $\min_p=1,4\%$, максимальное $\max_p=18,9\%$ и коэффициент вариации - $V_p=31,4\%$. (Рис.4.3.)

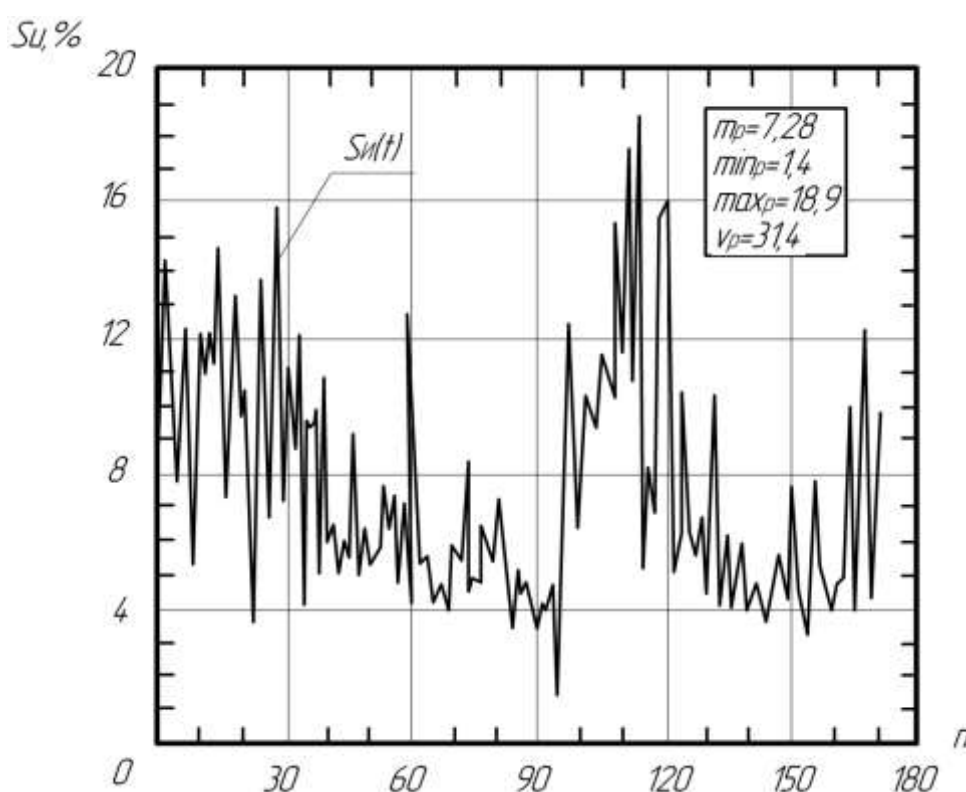


Рис. 4.3 - Качество исходного материала риса-зерна по засоренности $S_i(t)$

В условиях северной части Крыма Крымская государственная сельскохозяйственная опытная станция (п.Клепинино) выращивала высококачественные семена зерновых культур элитного фонда, которые использовались для посевов в Херсонской, Николаевской, Запорожской, Днепропетровской и другой областях южного региона Украины.

Так, качество исходного материала по общей засоренности $S_{и}$ пшеницы элитного фонда, как эталонной культуры, представлено на рис. 4.4...4.5. Математическое ожидание $m_3=4,68\%$; минимальное значение составило $min_3=1,37\%$; максимальное $max_3=12,61\%$ и коэффициент вариации $V_3=38,8\%$.

Закон распределения общей засоренности при количестве опытов $n=107$ представлен логнормальной зависимостью (рис. 4.5).

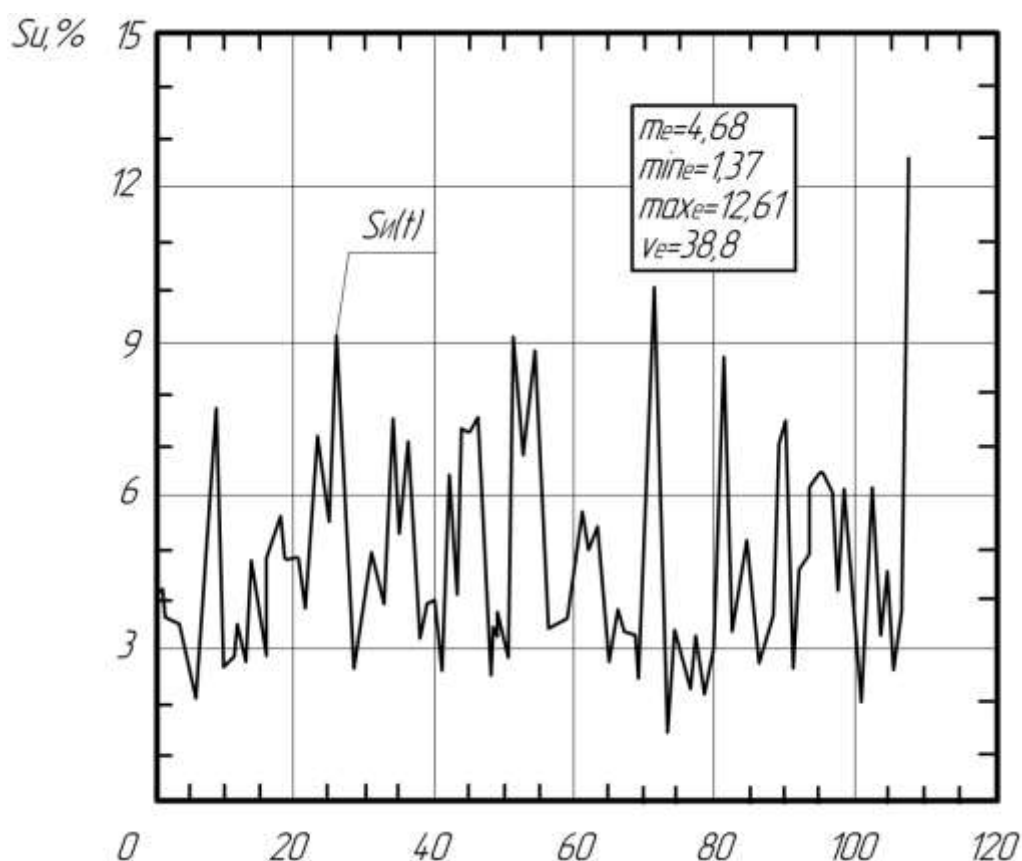


Рис. 4.4 - Качество исходного зернового материала пшеницы элитного фонда по засоренности $S_{и}(t)$

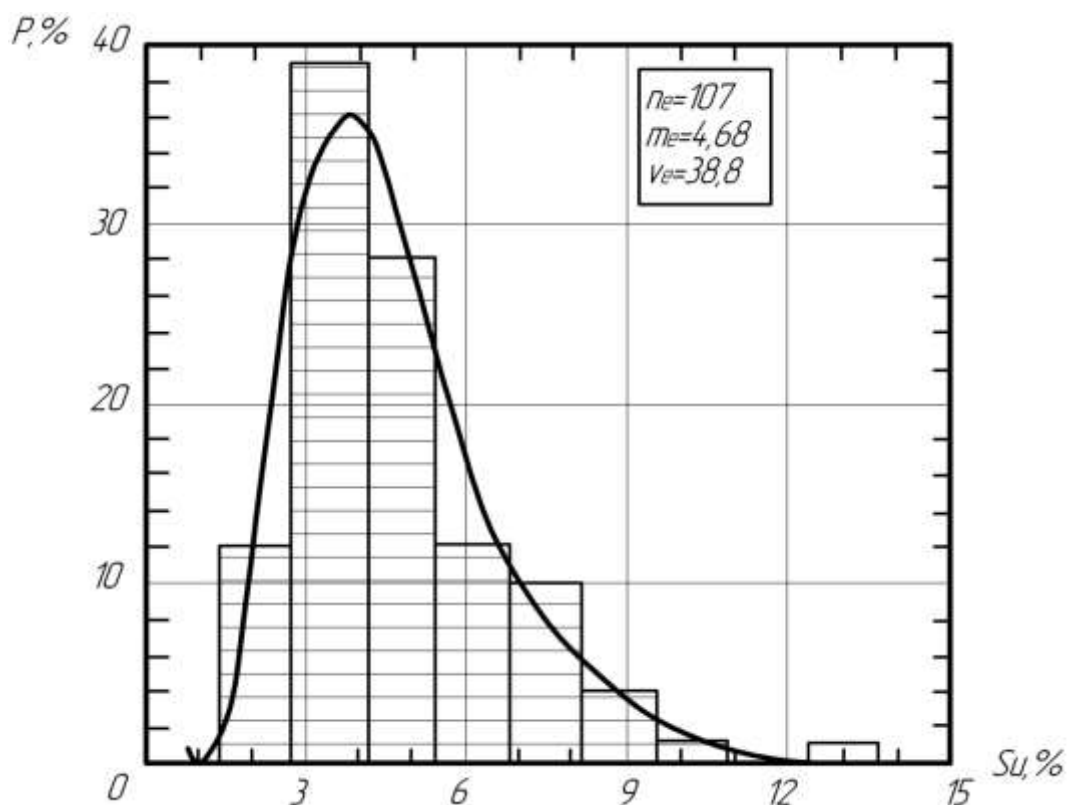


Рис. 4.5 - Распределение общей засоренности S_u исходного материала пшеницы элитного фонда

С целью уточнения последовательности послеуборочной обработки зернового материала (особенно семенного фонда), важно знать его состояние и количество фракций. С этой целью рассмотрим статистические характеристики фракций в соответствии информационно-технологической модели ЗОМ (рис 3.5).

Качество исходного зернового материала по засоренности зерновыми примесями S_{u}^3 представлено: математическим ожиданием $m_{зп}=2,52\%$; минимальным значением $\min_{зп}=0,74\%$; максимальным $\max_{зп}=5,91\%$ и коэффициентом вариации $v_{зп}=13,6\%$. Закон распределения исходной фракции представлен логнормальной зависимостью (Приложение А-2).

При сравнении общей засоренности ($m_3=4,68\%$) с фракцией зерновой примеси ($m_{зп}=2,52\%$) видно, что более 50 % общей засоренности связано с зерновой примесью и причину ее уменьшения нужно искать в

усовершенствовании технологических наладок и регулировок зерноуборочных комбайнов.

Анализ исходного зернового материала по засоренности сорными примесями S_u^c показывает: математическое ожидание $m_{cn} = 2,16\%$; минимальное значение $\min_{cn} = 0,32\%$; максимальное $\max_{cn} = 7,14\%$ при коэффициенте вариации $v_{cn} = 24,8\%$. Закон распределения носит явным образом выраженный характер логнормальной зависимости (Приложение А-2).

Качество исходного зернового материала по засоренности легкими примесями S_u^{cn} представлено: математическим ожиданием $m_{лп} = 0,78\%$; минимальным значением $\min_{лп} = 0,06\%$; максимальным $\max_{лп} = 2,55\%$; и коэффициентом вариации $V_{лп} = 26,7\%$. Закон распределения исходной фракции представлен логнормальной зависимостью.

В связи с особенностью сухого и знойного климата в регионе количество легких примесей по массе небольшое, но их физико-механические свойства всегда создают нагрузку на очистку зерноуборочных комбайнов и воздушно-решетные рабочие органы ЗОМ.

Анализ исходного зернового материала по засоренности мелкими примесями $S_{и}^{сп}$ предоставляет сведения о следующих статистических характеристиках: - математическое ожидание $m_{мп} = 0,06\%$; минимальное значение $\min_{мп} = 0,02\%$; максимальное $\max_{мп} = 0,23\%$; коэффициент вариации $V_{мп} = 2,81\%$. В отличие от выше рассмотренных фракций закон распределения исходного зернового материала мелкими фракциями представлен экспонентой. Это связано с тем, что мелкие примеси больше подвергаются самосортировке в процессе уборки и в меньшей мере чем другие фракции (в основном вегетативного происхождения), определяют состав зерновой массы (Приложение А-2).

Засоренность исходного зернового материала большими примесями $S_{и}^{кп}$ характеризуется значительной нестабильностью входных возмущений.

В процессе транспортирования зерновой массы с полей происходит самосортирование массы и, как правило, большие примеси сосредотачиваются на поверхности исходного материала в транспортном средстве. То же происходит в завальной яме и, особенно, при содержании зерна в буртах на зернокомплексе и перебрасывании его по открытым площадкам передвижными ЗОМ, зернопогрузчиками и другими транспортирующими устройствами.

Качество исходного зернового материала по засоренности большими примесями представлено: математическим ожиданием $m_{\text{кп}}=1,32\%$; минимальным значением $\min_{\text{кп}}=0,09\%$; максимальным $\max_{\text{кп}}=5,89\%$ и коэффициентом вариации $V_{\text{кп}}=18,2\%$. Закон распределения фракции больших примесей представлен логнормальной зависимостью (Приложение А-2).

Рассмотренные статистические характеристики исходного зернового материала с учетом его фракционного состава определяют региональные условия и не согласовываются с результатами многих исследователей [9, 10, 44], которые считают, что засоренность подчиняется закону нормального распределения. Это, вероятно, связано с отсутствием необходимого банка статистических данных относительно условий юга Украины и будет учтено нами при решении поставленной задачи.

Таким образом, гипотеза о распределении засоренности исходного ЗМ по нормальному закону является противоречивой и фактическое распределение засоренности представлено логнормальной зависимостью.

4.4.2 Натура

В подразделе 1.1.1. приведены значения базисных кондиций на зерно, продаваемое государству. В соответствии им зерно должно иметь натуру (г/л) для:

- пшеницы мягких сортов	- 730;
- пшеницы твердых сортов	- 760;
- ячменя	- 570;
- овса	- 460.

Зерно, продаваемое государству, проходит обработку в условиях хозяйств и, значит, имеет большее значение натуре, чем ЗМ, который поступает с полей. Известно, что очистка зерна повышает его натуре.

Кроме того, разные культуры имеют свои значения натуре, которые связаны с региональными особенностями их выращивания.

В технических характеристиках ЗОМ приводятся усредненные значения исходного материала, на котором машина должна работать. Например, машина первичной очистки зерна ЗВС-20 в соответствии технической характеристике должна выполнять очистку зерна пшеницы засоренностью до 15 % при производительности 20 т/ч. По нашим данным в условиях семеноводческого хозяйства «Колос» Мелитопольского района Запорожской области производительность этой машины при меньшем значении засоренности (математическое ожидание $t = 6,52$ %) составила не больше 15 т/ч.

Меньшее значение засоренности способствует повышению качества очистки ЗМ. Фактические показатели качества ЗОМ не подтверждают их паспортные данные и это не учтено в существующих методиках расчета параметров технологических линий ПУОЗ.

Натура зерна, очищенного от примесей, служит одним из ориентировочных мукомольных показателей качества зерна, а примеси могут резко снизить величину его натуре.

Рассмотрим качество исходного ЗМ по натуре $H_n(t)$ для наиболее распространенных на юге Украины культур - пшеницы, ячменя, овса (рис. 4.6...4.8). После общего анализа названных культур остановимся на пшенице элитного фонда.

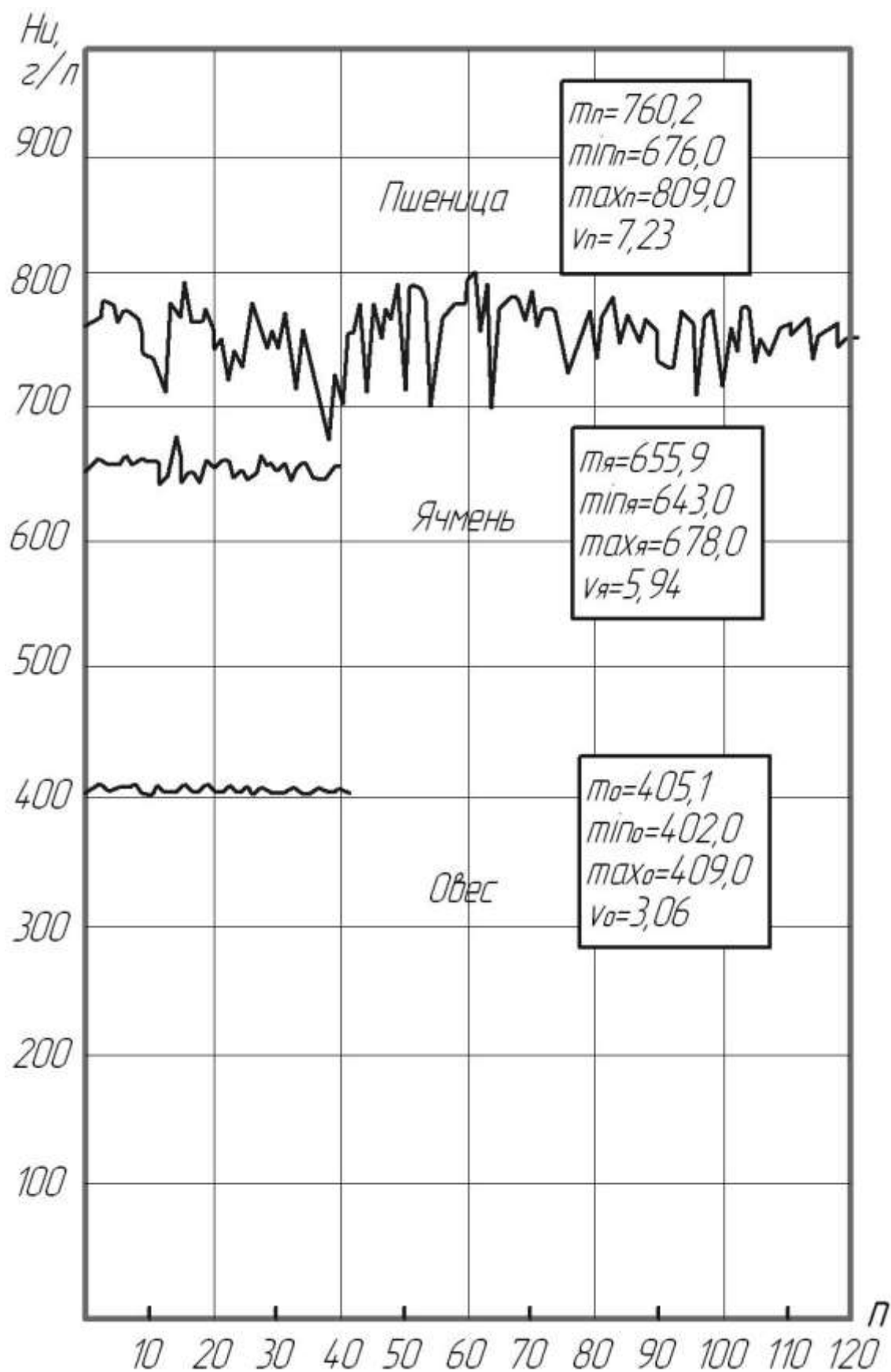


Рис. 4.6. Качество исходного зернового материала по натуре $H_n(t)$

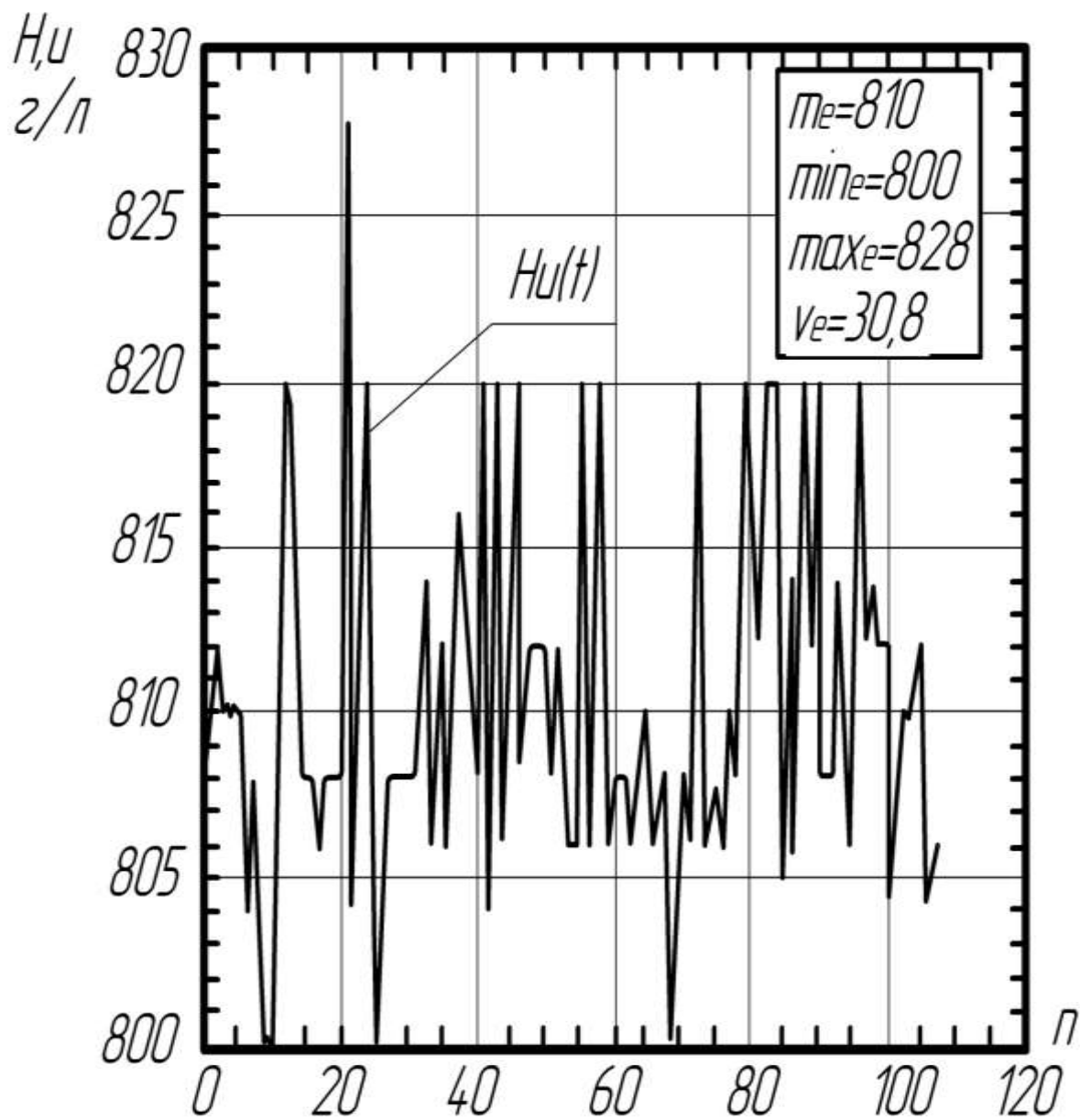


Рис. 4.7 - Natura $H_u(t)$ исходного зернового материала (пшеница элитного фонда)

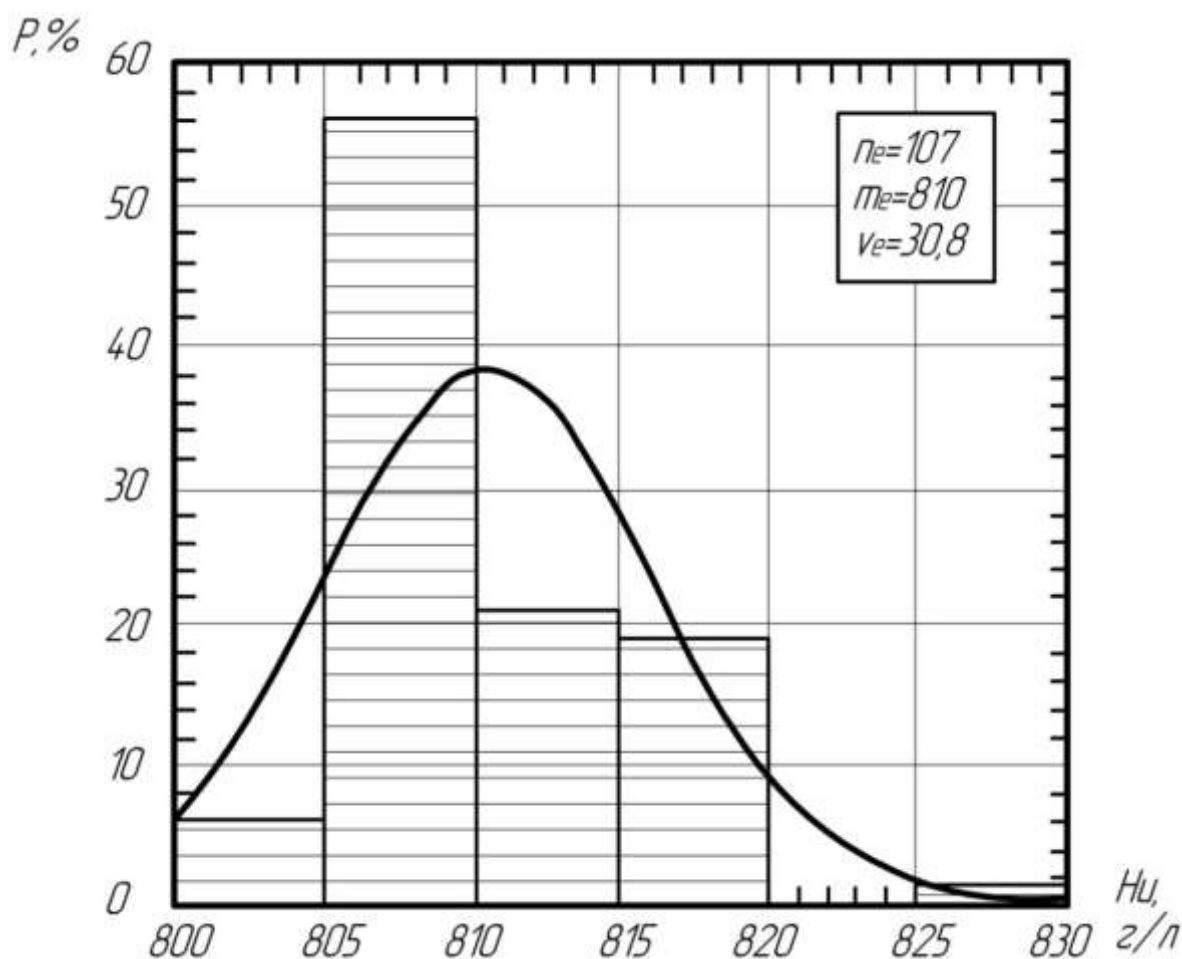


Рис. 4.8 - Распределение натуре H_n исходного зернового материала (пшеница элитного фонда)

Качество исходного ЗМ пшеницы по натуре представлено следующими статистическими данными: математическое ожидание представляет $m_n=760,2$ г/л; минимальное и максимальное значение, соответственно, $\min_n=676,0$ г/л; $\max_n=809,0$ г/л; коэффициент вариации $V_n=7,23\%$.

Натура ячменя характеризуется значениями: $m_y=655,9$ г/л; $\min_y=643,0$ г/л; $\max_y=678,0$ г/л; $V_y=5,94\%$.

Наиболее стабильными, являются статистические характеристики овса: $m_o=405,1$ г/л; $\min_o=402,0$ г/л; $\max_o=409,0$ г/л; $V_o=3,06\%$. Качество исходного зернового материала пшеницы элитного фонда по натуре в условиях элитного хозяйства представлено на рис. 4.6. Математическое ожидание составляет $m_n^3=810$ г/л; $\min_n^3=800$ г/л; $\max_n^3=828$ г/л и коэффициент вариации $V_n^3=30,8\%$.

Закон распределения натуре исходного ЗМ представлен логнор-

мальной зависимостью.

В связи с этими особенностями и опытом работы комбайнов при уборке увлажненного (если такой есть) материала, осуществляемой после атмосферных осадков с условием снятия воздушным потоком поверхностной влаги из зерносоломистой массы, такие показатели качества материала, который поступает на зернокомплексы, могут быть регионально определены с учетом вероятностно-статистической характеристики влажности.

4.4.3 Влажность

Как мы уже отмечали, на юге Украины региональные условия в период уборки зерновых культур характеризуются высокой температурой воздуха. Вместе с тем "пиковые" осадки влаги в период созревания зерновых создают условия наличия поверхностной влаги на материалах, которые собирают, и не определяют общую (суммарную) влажность зерносоломистой массы, которая учитывается в процессе определения показателей качества функционирования уборочно-транспортного комплекса (УТК) и комплекса ПУОЗ.

Качество исходного материала с учетом влажности W и (t) представлена на рис. 4.9., где для базовой культуры пшеницы характеристики следующие: $m_{п} = 15,43\%$; $\min_{п} = 10,50\%$; $\max_{п} = 18,18\%$; $V_{п} = 1,11\%$.

Влажность ячменя характеризуется стабильными статистическими данными при: $m_{я} = 12,2\%$; $\min_{я} = 10,7\%$; $\max_{я} = 16,1\%$; $V_{я} = 1,6\%$.

При ПУОЗ овса меньше всего проблем связано с небольшими партиями материала, который поступает на зернокомплексы и это подтверждается значениями его влажности: $m_{о} = 11,52\%$; $\min_{о} = 10,8\%$; $\max_{о} = 12,2\%$ при $V_{о} = 0,15\%$.

Условия, которые определяют характеристики семенного элитного фонда пшеницы, представлены следующими данными (рис. 4.9, 4.10): $\min_{п}^3 = 9,8\%$ и $\max_{п}^3 = 13,1\%$ при математическом ожидании $m_{п}^3 = 11,49\%$ и $V_{п}^3 = 0,60\%$.

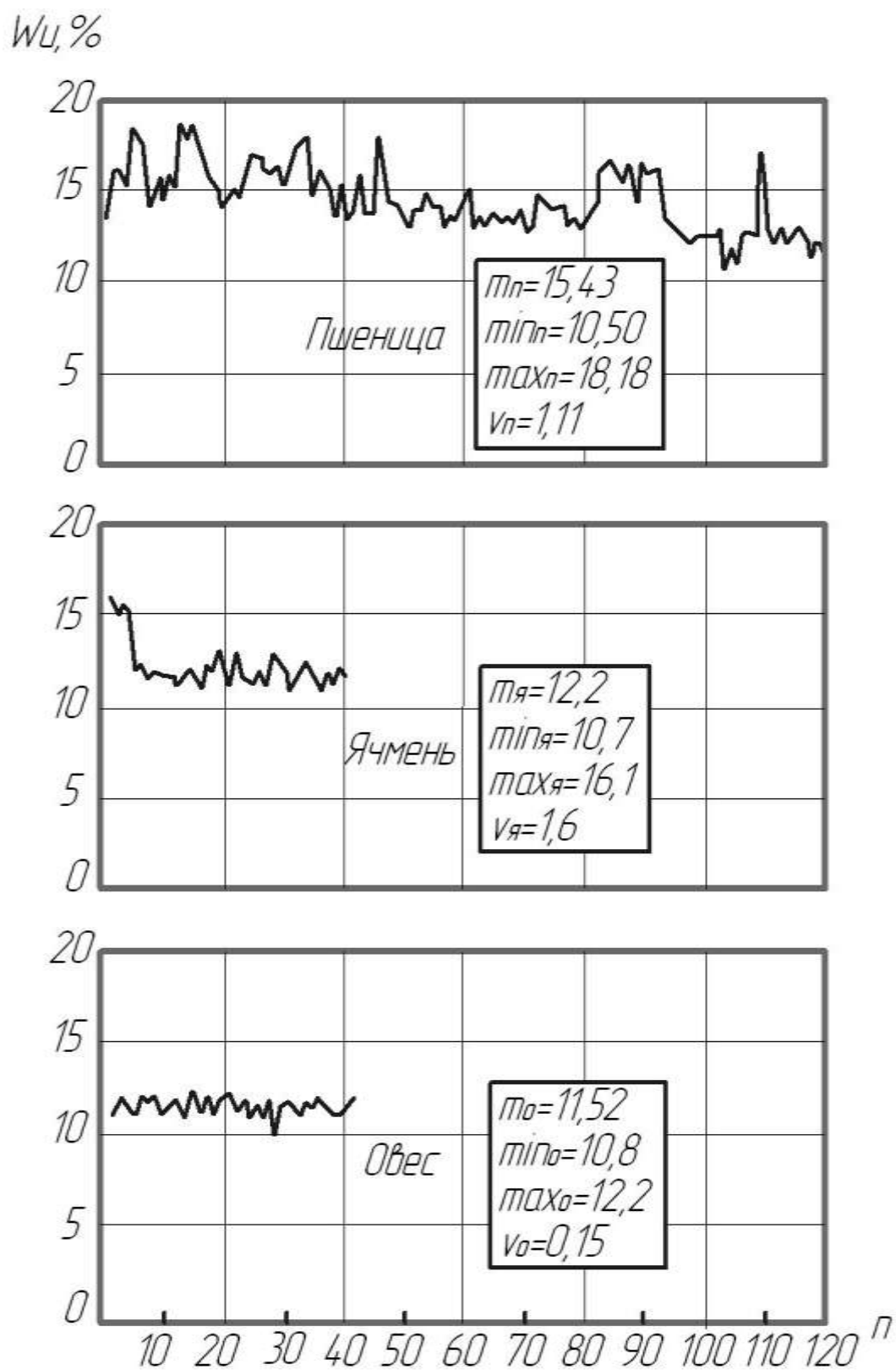


Рис. 4.9 - Качество исходного материала по влажности $W_u(t)$

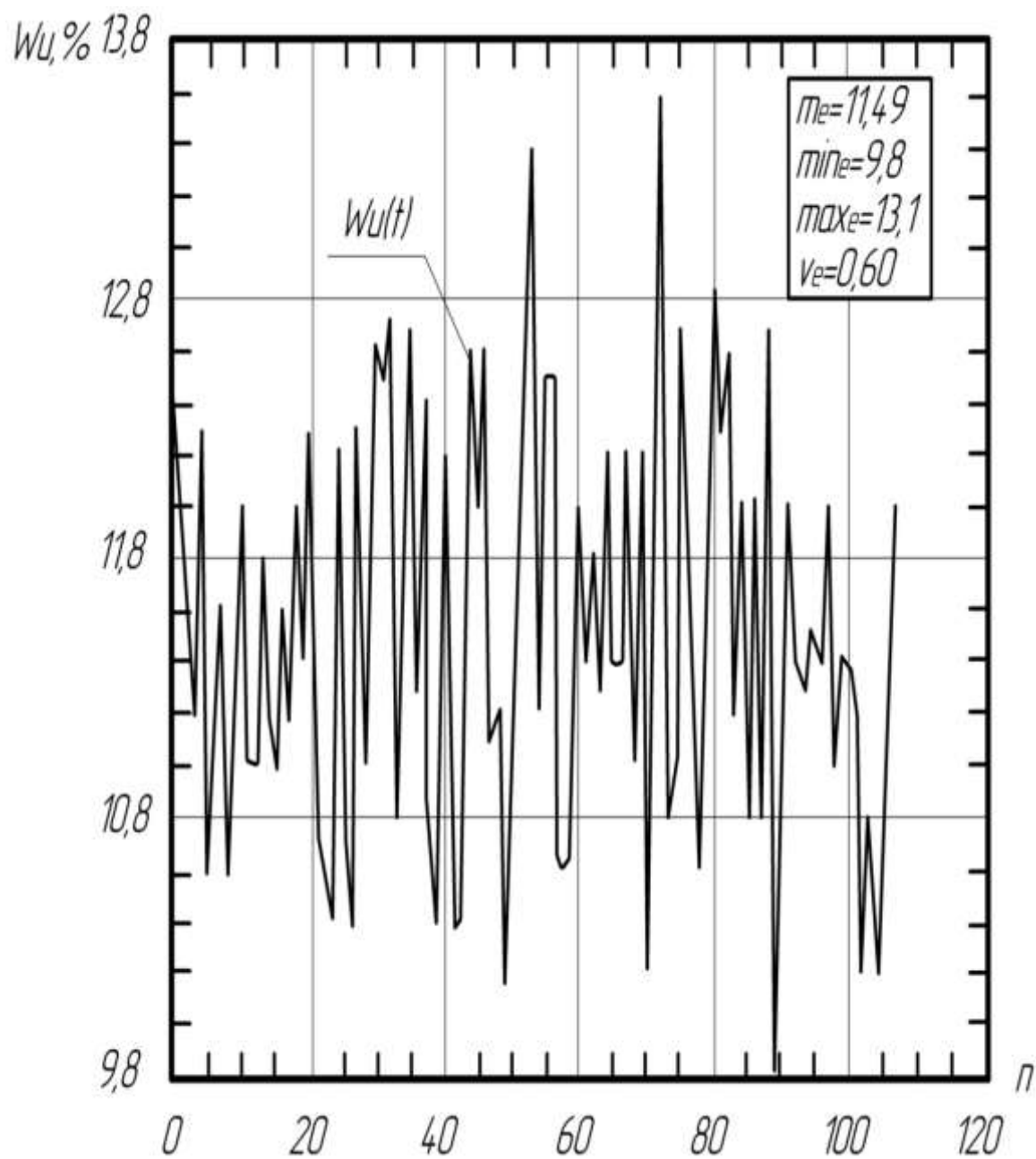


Рис. 4.10 - Влажность $W_u(t)$ зернового материала (пшеница элитного фонда)

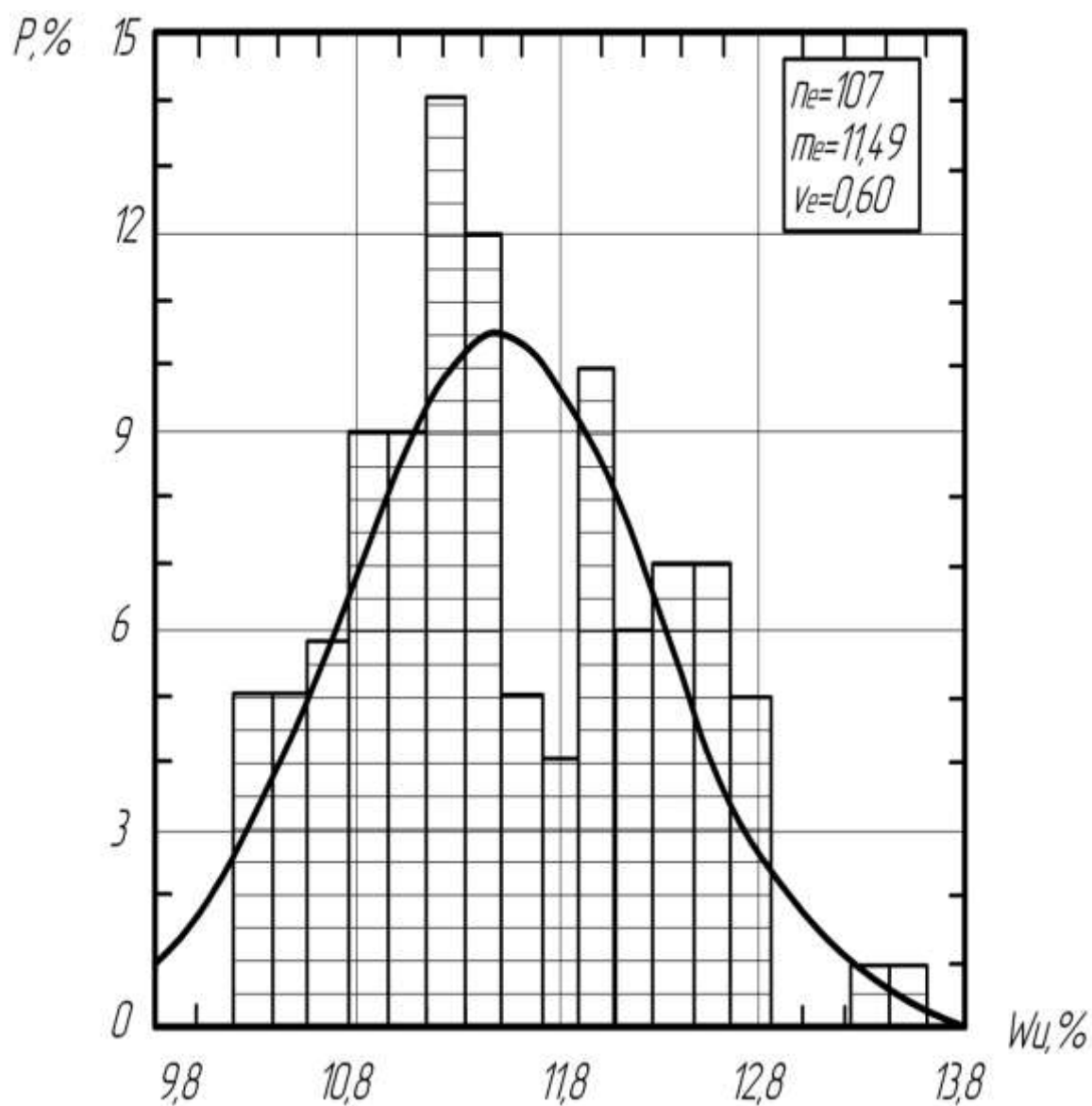


Рис. 4.11 - Распределение влажности $W_u(t)$ исходного зернового материала (пшеница элитного фонда)

Закон распределения влажности исходного зернового материала представлен нормальной зависимостью.

Совокупность значений исследуемой характеристики зерна (при максимальной влажности $\max_{\text{п}}=18,18\%$) для региональных условий позволяет исключить влажность, как фактор, который влияет на изменение производительности ЗОМ.

Отмеченные характеристики и свойства ЗМ использованы для расчета и моделирования технологических параметров зернокомплексов ПУОЗ в хозяйствах (раздел 6).

4.5 Влияние качества зерновых материалов на производительность и подбор оборудования

Одним из важнейших параметров технологического процесса ПУОЗ зерна есть производительность ЗОМ и агрегатов.

Необходимая производительность машин (т/ч) предварительной и первичной очистки, как наиболее нагруженных в технологических линиях, определяется выражением [7].

$$Q_H = \frac{G_D}{\Phi \times K \times K_1 \times K_2}, \quad (4.1)$$

где, G_D - сбор зерна за сезон, т; Φ - фонд рабочего времени, ч; K - коэффициент эквивалентности, который зависит от обрабатываемой культуры; K_1 - коэффициент изменения производительности в зависимости от влажности зерна; K_2 - коэффициент изменения производительности в зависимости от засоренности зерна.

Для оценки производительности машины введено понятие паспортной производительности, под которой понимают максимальное количество определенной продукции установленного качества, которая может быть получена за единицу рабочего времени машины при рацио-

нальных технологических и организационных условиях переработки исходного материала с определенными характеристиками.

Паспортную производительность зерноочистительной машины определяют по пшенице нормальной влажности до 20%, средней засоренности - до 15% и натуре зерна 730...760 г. [1].

Расчетную производительность машин определяют в зависимости от вида обрабатываемого ЗМ, его влажности и засоренности по формуле:

$$Q_p = K \times K_1 \times K_2 \times Q_n, \quad (4.2)$$

где Q_n - паспортная производительность ЗОМ.

В соответствии с агротехническими требованиями[1] ЗОМ должны очищать исходный ЗМ следующего качества:

- при предварительной очистке - влажностью не больше 40 % и с содержанием сорной примеси не больше 20 %, в том числе солоистой - не больше 5%
- при первичной очистке - влажностью не больше 18 % и с содержанием сорной примеси не больше 8 %.

Таблица 4.2

Коэффициенты эквивалентности K в зависимости от обрабатываемой культуры [1]

Культура	K
Пшеница	1,0
Рожь	0,9
Ячмень	0,8
Овес	0,7
Гречка	0,7
Рис	0,5

Таблица 4.3

Коэффициенты изменения производительности K_1, K_2 в зависимости от влажности и засоренности материала [1]

Влажность, %	K_1	Засоренность, %	K_2
Предварительная очистка			
20	1,00	15	1,00
22	0,90	16	0,98
24	0,80	17	0,96
26	0,70	18	0,94
28	0,60	19	0,92
30	0,50	20	0,90
31	0,45	21	0,88
32	0,40	22	0,86
33	0,35	23	0,84
34	0,30	24	0,82
35	0,25	25	0,80
Первичная очистка			
15	1,00	8	1,00
16	0,95	10	0,96
17	0,90	12	0,92
18	0,85	14	0,88
19	0,80	16	0,84
20	0,75	18	0,80
Вторичная очистка			
15	1,00	5	1,00
16	0,95	6	0,98
17	0,90	7	0,96
18	0,85	8	0,94
19	0,80	9	0,92
20	0,75	10	0,90

- при вторичной очистке - влажностью не больше 18 % и с содержанием сорной примеси не больше 8%, в том числе сорной примеси до 3 %.

Соответствующие требования предъявляются также к триерованию и сортировке ЗМ.

При определении расчетной производительности машин предварительной, первичной и вторичной очистки зерна пользуются значениями коэффициентов K , K_1 , K_2 , приведенными в таблицах 4.2. и 4.3.

Следует заметить, что объемная плотность или натура ЗМ также учитывается при технологических расчетах машин и оборудования. Вызывает интерес уточнение ее значения для использования в региональных условиях зерна товарного и семенного назначения, и установление корреляционной связи между натурой и засоренностью.

Влажность W , засоренность S и натура N зернового вороха формируется в результате влияния большого количества факторов. Учесть нестационарность развития процессов формирования во времени можно с помощью теории вероятности и математической статистики.

Проведенный М.В. Киреевым и др. [44] анализ условий формирования влажности и засоренности показывает, что они имеют свойства, отраженные в центральной предельной теореме Ляпунова. Соответственно этой теореме, если значение независимых случайных величин будут равны в сравнении с их суммой, то при неограниченном росте числа этих величин распределение их суммы будет становиться приблизительно нормальным. И влажность W , и засоренность S , и натура N зерновой массы формируются под влиянием большого количества случайных факторов, независимых или слабо зависимых друг от друга. Поэтому есть основание для рассмотрения исследуемой величины, как суммы многих независимых случайных величин, влияние каждой из которых на эти суммы практически незначительно.

Учитывая это, можно выдвинуть гипотезу, что влажность зерно-

вого вороха, который поступил на ЗАВ на протяжении i -го уборочного сезона, распределена по нормальному закону с плотностью вероятности

$$f(W) = \frac{1}{\sigma_w \times \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(W - m_w)^2}{2 \times \sigma_w^2} \right], \quad (4.3)$$

где $f(W)$ - плотность распределения влажности зернового вороха; W - влажность зернового вороха, %; m_w - математическое ожидание влажности зернового вороха, %; σ_w - среднее квадратичное отклонение влажности зернового вороха, %.

Аналогично нормальный закон распределения засоренности зернового вороха характеризуется плотностью вероятности

$$f(S) = \frac{1}{\sigma_s \times \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(S - m_s)^2}{2 \times \sigma_s^2} \right], \quad (4.4)$$

где $f(S)$ - плотность распределения засоренности зернового вороха, %; S - засоренность зернового вороха, %; m_s - математическое ожидание засоренности зернового вороха, %; σ_s - среднее квадратичное отклонение засоренности зернового вороха, %, и для натуре

$$f(H) = \frac{1}{\sigma_H \times \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(H - m_H)^2}{2 \times \sigma_H^2} \right], \quad (4.5)$$

где $f(H)$ - плотность распределения натуре зернового вороха, %; H - натура зернового вороха, %; m_H - математическое ожидание натуре зернового вороха, %; σ_H - среднее квадратичное отклонение натуре зернового вороха, %.

Учитывая значение полученных данных по влажности исходных ЗМ в южных районах Украины, которые для пшеницы, ячменя и овса не превышают 20 %, и то, что производительность ЗОМ при повышении влажности ЗМ до 20 % не изменяется (табл. 4.2), остановимся на его засоренности и натуре. Особый интерес вызывает изучение степени корреляционных связей между ними. При условии наличия высокого зна-

чения коэффициента корреляции ($R = 0,8...0,9$) возможное принятие гипотезы об использовании природы ЗМ, как косвенного параметра для экспресс-анализа засоренности, о чем дополнительно будут представлены сведения в п.п. 4.3.3.

Характеризуя засоренность и природу ЗМ двумя случайными величинами нужно учитывать, что свойства системы нескольких случайных величин не исчерпываются свойствами нескольких случайных величин или ее составляющих. Кроме этого они включают также взаимные связи между случайными величинами. Если рассматривать природу H и засоренность S как систему двух зависимых случайных величин, каждая из которых распределена нормально, то плотность распределения двух зависимых случайных величин можно выразить уравнением:

$$f(H; S) = \frac{1}{2\pi \times \sigma_H \times \sigma_S \times \sqrt{1-R^2}} \exp \left\{ \frac{1}{2(1-R^2)} \times \left[\frac{(H-m_H)^2}{\sigma_H^2} - \frac{2r \times (H-m_H) \times (S-m_S)}{\sigma_H \times \sigma_S} + \frac{(H-m_S)^2}{\sigma_H^2} \right] \right\} \times \left\{ \frac{1}{2(1-R^2)} \times \left[\frac{(H-m_H)^2}{\sigma_H^2} - \frac{2r \times (H-m_H) \times (S-m_S)}{\sigma_H \times \sigma_S} + \frac{(H-m_S)^2}{\sigma_H^2} \right] \right\}, \quad (4.6)$$

где $f(H;S)$ - плотность распределения природы H и засоренности S зернового вороха; R - коэффициент корреляции.

Имеем двумерный закон нормального распределения, который определяется пятью параметрами: m_H ; m_S ; σ_H ; σ_S ; R .

Зная закон распределения системы двух случайных величин $f(H;S)$, можно определить законы распределения отдельных величин (засоренности, природы, влажности), которые входят в систему.

Совокупность характеристик зерновой массы, окружающей среды, количество и назначения зерна, которое поступает на обработку, определяет необходимые технологию и структуру предприятия послеуборочной обработки зерна и является моделью зоны.

Эффективность функционирования машин для ПУОЗ в значи-

тельной мере зависит от состояния растительной массы, которая убирается, - влажности, засоренности, натуры зерновой массы и т.п.

Одной из наиболее сложных и тяжело определяемых характеристик зерновой массы есть ее засоренность.

Натура ЗМ тем выше, чем больше в ней содержимое полезных веществ [1]. Высоконатурное зерно хорошо развито, в нем относительно большее содержимое эндосперма и меньше оболочек. При прочих равных условиях из высококонатурного зерна получают больший выход муки. Поэтому натура зерна, очищенного от примесей, служит одним из ориентировочных показателей мельничных качеств зерна. Чем выше натура семян, тем выше их жизнеспособность, энергия роста, стойкость и качество получаемой продукции.

Примеси могут резко снизить величину натуры, а повышение влажности вызывает уменьшение плотности зерна и, соответственно, уменьшение его натуры.

Одна из основных задач при сборе исследовательских данных - это получение на основе ограниченной выборки представительной характеристики всей генеральной совокупности. В связи с этим необходимо установить, какой объем экспериментальных работ нужно выполнить для определения параметров зерновой массы: по территории и количеству хозяйств (1,2,3,...,k хозяйств); по количеству дней в уборочный сезон (1,2,3,...,m дней); по разным уборочным сезонам (1,2,3,...,n); по массиву зерновой массы (процент обследуемой зерновой массы от общего поступления за сезон); кроме того, необходимо иметь достаточное количество дат по каждому из вариантов [10].

Исследование В. Н. Янко [10] показали, что для южной зоны страны дисперсия влажности и засоренности по территории зоны в пределах одного уборочного сезона незначительная в сравнении с дисперсией влажности и засоренности в разные сезоны, т.е. можно при сборе

исследовательских данных ограничиться их получением в одном хозяйстве.

Обобщая сказанное, можно считать, что полученные экспериментальные данные по качеству ЗМ в одном типичном для района хозяйстве на протяжении всего уборочного сезона и за наибольшее количество уборочных сезонов верно отражают генеральную совокупность (W , S и H) в пределах одного агроклиматического района. При планировании необходимого числа дат для каждой серии опытов нужно исходить из того, что генеральный параметр A (влажность W , засоренность S и натура H) может отличаться от найденного выборочного показателя A не больше чем на величину возможной максимальной погрешности A , обусловленной выборочными данными, т.е.

$$\bar{A} = \{(\tilde{A} - \Delta)/(\tilde{A} + \Delta)\} \quad (4.7)$$

Величина погрешности определяется по формуле $\Delta = tm_A$, где t - критерий надежности; m_A - ошибка репрезентативности выборочного показателя.

Если величины A и m_A получаются по выборочным материалам, то критерий надежности t устанавливается в зависимости от соответствия результатов исследований. Установлено три порога вероятности безошибочных прогнозов, которым отвечают критерии надежности t и объемы выборок:

- | | |
|------------------------------|--|
| - обычная ответственность | - $\beta_1=0,95$, $t_1=1,960$, $n_1>30$; |
| - повышенная ответственность | - $\beta_2=0,99$, $t_2=2,576$, $n_2>100$; |
| - высокая ответственность | - $\beta_3=0,999$, $t_3=3,291$, $n_3>200$ |

где, β_i - порог вероятности;

n_i - объём выборки.

Для исследований, которым отвечает первый порог вероятности безошибочных прогнозов, объем выборки должен быть больше 30, т.е. на протяжении уборочного сезона нужно иметь не менее 30 значений

влажности W , засоренности S и природы H зерновой массы. Для получения «хорошего» распределения число значений желательного увеличить до 100...150 за сезон [202].

Оценка условий и показателей качества функционирования зерноочистительных машин и агрегатов вырабатывалась в полевых условиях на зернокомплексах в период послеуборочной обработки зерна по ДСТУ №?:№-2010.

Обратимся к информационно-технологической модели ЗОМ (агрегата), которая учитывает качественный состав зерновых материалов (рис 3.5.).

На «вход» модели поступает исходный материал с влажностью $W_{и}(t)$, засоренностью $S_{и}(t)$ и природой $H_{и}(t)$. На «выходе» - выходит конечный продукт с влажностью $W_{к}(t)$, засоренностью $S_{к}(t)$ и природой $H_{к}(t)$.

Общие засоренности исходного и конечного продуктов - $S_{и}(t)$, $S_{к}(t)$ представлены составляющими, соответственно: сорной $S_{и}^c(t)$, $S_{к}^c(t)$; зерновой $S_{и}^3(t)$, $S_{к}^3(t)$; легкой (воздухооделимой) $S_{и}^{сл}(t)$, $S_{к}^{сл}(t)$; минеральной $S_{и}^{см}(t)$, $S_{к}^{см}(t)$ и крупной $S_{и}^{ск}(t)$, $S_{к}^{ск}(t)$; примесями. Отдельно определяется засоренность зерновой примесью проходовой - $S_{и}^{зп}(t)$, $S_{к}^{зп}(t)$; и сходовой - $S_{и}^{зс}(t)$, $S_{к}^{зс}(t)$; фракций.

В зависимости от качественного состава зернового материала определяется последовательность комплектования разных типов рабочих органов ЗОМ и прогнозируемое качество обработки зерна.

4.6 Исследование технической оснащенности процесса послеуборочной обработки зерна в южных районах Украины

Анализ технической оснащенности ПУОЗ, выполненный на базе более чем 140 хозяйств юга Украины (АРК, Запорожской, Херсонской, Николаевской, Одесской и др. областей), выявил следующее состояние

уровня отрасли [1, 131, 237]:

1. Более чем в 70% хозяйств отсутствует поточная технология обработки зерна, которую невозможно применить из-за отсутствия достаточного количества ЗОМ и другого оборудования.

2. Производительность существующих поточных технологических линий обеспечивает обработку в среднем 50...60% поступающего за сутки от комбайнов материала. В отдельных хозяйствах эта цифра опускается до 20...25% и, следовательно, другая часть свежесобранного зерна находится на открытых площадках в буртах (за редким исключением - под навесами) ожидая следующей обработки.

3. В ряде хозяйств более 50% зернового материала обрабатывается на разрозненных (передвижных) ЗОМ, при этом затраты труда увеличиваются в 3...5 раз в сравнении с использованием поточной технологии [18].

4. Удельные уровни технической оснащенности и энерговооруженности смежных хозяйств одного района (области), которые имеют приблизительно одинаковый валовой сбор зерна, отличаются в 2...3 раза, а затраты труда - до 5 раз.

Дополнительное использование автотранспорта для перемещения зерновых потоков по зернотокам при перевалочном методе обработки приводит к перерасходу дорогого жидкого топлива.

5. После реорганизации колхозов, совхозов, семхозов некоторые агропредприятия получили в качестве долевого пая зернокомплексы на базе ЗАВ-10, ЗАВ-20, ЗАВ-40, которые являются завышенными или заниженными по производительности и не согласованы с объемами производства зерна

6. Более всего остро стоит проблема послеуборочной обработки семян. Существующие в каждом районе специализированные семеноводческие хозяйства перепрофилируются. Например, по состоянию

на 2013 г. только в Веселовском районе Запорожской области есть один семхоз, который входит в состав специализированного предприятия Днепропетровской области. Аналогичная тенденция отмечается и в других южных областях.

Лишь в 3...5 % исследованных хозяйствах региона есть специальное семяочистительное оборудование и более чем в 80 % не существуют или не используются лаборатории по определению качества зерновых материалов. Особенно низкий уровень контроля качества функционирования передвижных ЗОМ.

Машины, которые выпускает на Украине Житомирский завод "Вибросепаратор", предназначены для первичной очистки товарного зерна, функционально не могут заменить машины, предназначенные для обработки высококлассных семян. При этом увеличивается травмирование семян и снижается урожайность сельскохозяйственных культур.

7. Возрастает физический износ существующего парка машин, резко снижено поступление запасных частей к ним, есть поставки в хозяйства отечественной зерно-семяочистительной техники, которая по показателям металло-энергоёмкости и выполнению агротребований уступает зарубежным аналогам. Для ПУОЗ используется техника, произведенная в России, Германии, Голландии и других государствах.

8. Прекращено строительство новых зернотоков, хотя проводится дальнейшая реконструкция существующих зерноочистительных агрегатов ЗАВ-40 и ЗАВ-20 комплектами оборудования Р8 УЗКМ-50 и Р 8УЗКМ-25, что увеличивает производительность агрегатов в 1.6...2.2 раза. В некоторых хозяйствах используются и строятся навесы над открытыми площадками для зерна, которые частично предохраняют материал от влияния погодных условий, но не позволяют обеспечить поточную технологию ПУОЗ.

9. Разработка проектов для строительства и реконструкции

зернотоков проводится без учета фактической производительности ЗОМ и достаточных информационных и методически-расчетных баз для конкретного хозяйства и реальных зональных условий.

Экспертный опрос специалистов области в хозяйствах (зав. зернотоком, агрономов-семеноводов, главных агрономов, главных инженеров, руководителей хозяйств) показал их недостаточную подготовленность к решению задач по обоснованию параметров технической оснащенности ПУОЗ.

10. Отсутствие поточной технологии ПУОЗ в хозяйствах и низкая технологическая дисциплина обслуживающего персонала приводят к повышенному травматизму людей, нарушение экологических норм.

11. Нерациональное обоснование парка машин и технологий ПУОЗ приводят к 2-3 кратному пропуску материала через ЗОМ и другим нежелательным последствиям, перечень которых приведен выше.

12. Аграрные ВУЗы дают инженерные знания студентам по машинам и технологиям разных областей растениеводства, но в учебных программах нет методической базы для того, чтобы выпускник такого ВУЗа смог решить задачу по обоснования рационального набора машин и оборудования для послеуборочной обработки зерна, особенно семенного назначения, относительно конкретных условий хозяйства.

13. Обнаружена существенная (на 20...40%) ошибка в определении производительности зерноочистительных машин по техническим характеристикам в отличии от показателей их качества в реальных условиях, что является основой для корректировки существующих методик расчета состава и функциональных параметров зернокомплексов.

Наиболее характерную схему ПУОЗ в хозяйствах региона можно рассмотреть на следующем примере (СП "Украина" Джанкойского района АР Крым). В хозяйстве, в период уборки риса-зерна, на зерноток поступает больше 7000 т. зерна (рис. 4.12). Период уборки урожая со-

ставляет 34 дня, при этом суточное поступление зерна колеблется от 50 до 420 т. Параллельно осуществляется транспортирование очищенного зерна на элеватор - свыше 5000 т. за сезон. На территории зернотока размещены (рис. 4.13, 4.14) два агрегата - ЗАР-5 и ЗАВ-40; отделение приема и предварительной очистки с ворохоочистителем ВР-65; отдел вентилируемых бункеров ОБВ-100; передвижная зерносушилка СЗПЖ-8; три ворохоочистителя передвижных ОВП-20А; зернопогрузчики ЗПС-100; семь площадок для размещения зерна в буртах и складские помещения. Для транспортирования зерновых потоков по зернотоку и вывоза отходов используются три автомобиля ЗИЛ-ММЗ 555.

По предварительному подсчету суточная производительность зерноочистительных машин, Q_c , т/сут., будет равняться

$$Q_c = (Q_{\text{ЗАР-5}} + Q_{\text{ЗАВ-40}} + 3 \cdot Q_{\text{ОВП-20А}}) \cdot K_{\text{Э}} \cdot K_{\text{К}} \cdot T, \quad (4.8)$$

где $Q_{\text{ЗАР-5}}$, $Q_{\text{ЗАВ-40}}$, $Q_{\text{ОВП-20А}}$, - паспортные производительности, соответственно ЗАР-5, ЗАВ-40, ОВП-20А, т/ч;

$K_{\text{Э}}$ - коэффициент использования эксплуатационного времени, $K_{\text{Э}}=0,8$;

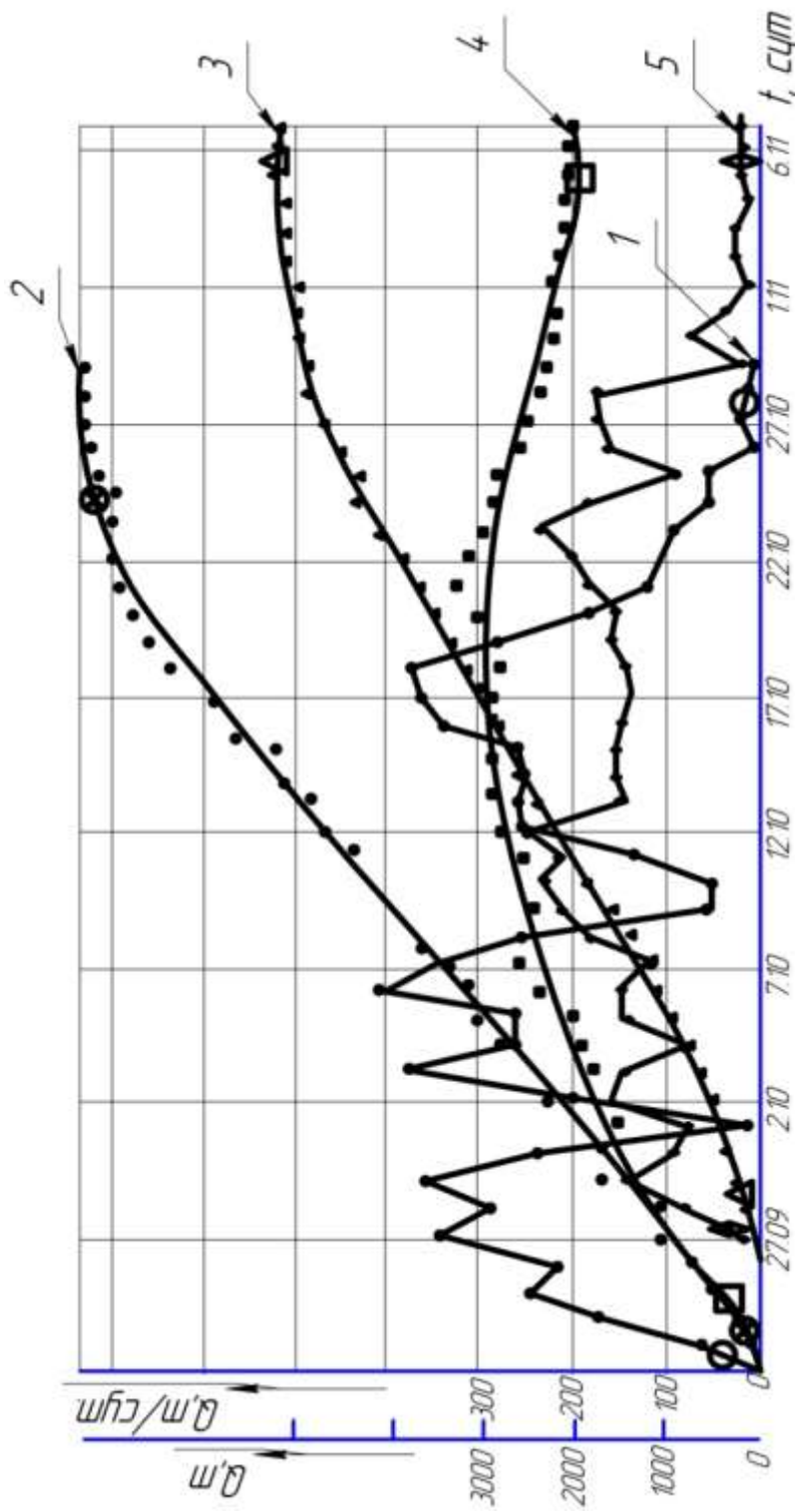
$K_{\text{К}}$ - коэффициент эквивалентности, которая используется при обработке соответствующей культуры, для риса $K_{\text{К}}=0,5...0,6$;

T - средняя продолжительность смены, $T=10$ ч.

$$Q_c = (20 + 40 + 3 \cdot 20) 0,8 \cdot 0,5 \cdot 10 = 480 \text{ т/сут.}$$

Итак, даже при "пиковых" поступлениях зернового материала от комбайнов (420) на зерноток весь поток должен обрабатываться на протяжении смены.

Фактически за период уборки на зернокомплексе накапливается около 3000 т. свежесобранного неочищенного зерна.



1. среднесуточное поступление вороха на комплекс
2. поступление вороха на комплекс за период уборки
3. вывоз зерна на элеватор за период уборки
4. накопление необработанного вороха на комплекс за период уборки
5. среднесуточный вывоз вороха на элеватор

Рис. 4.12 - Статистические характеристики поступления зернового вороха риса на зернокомплекс СП "Украина" Джанкойского района АРК

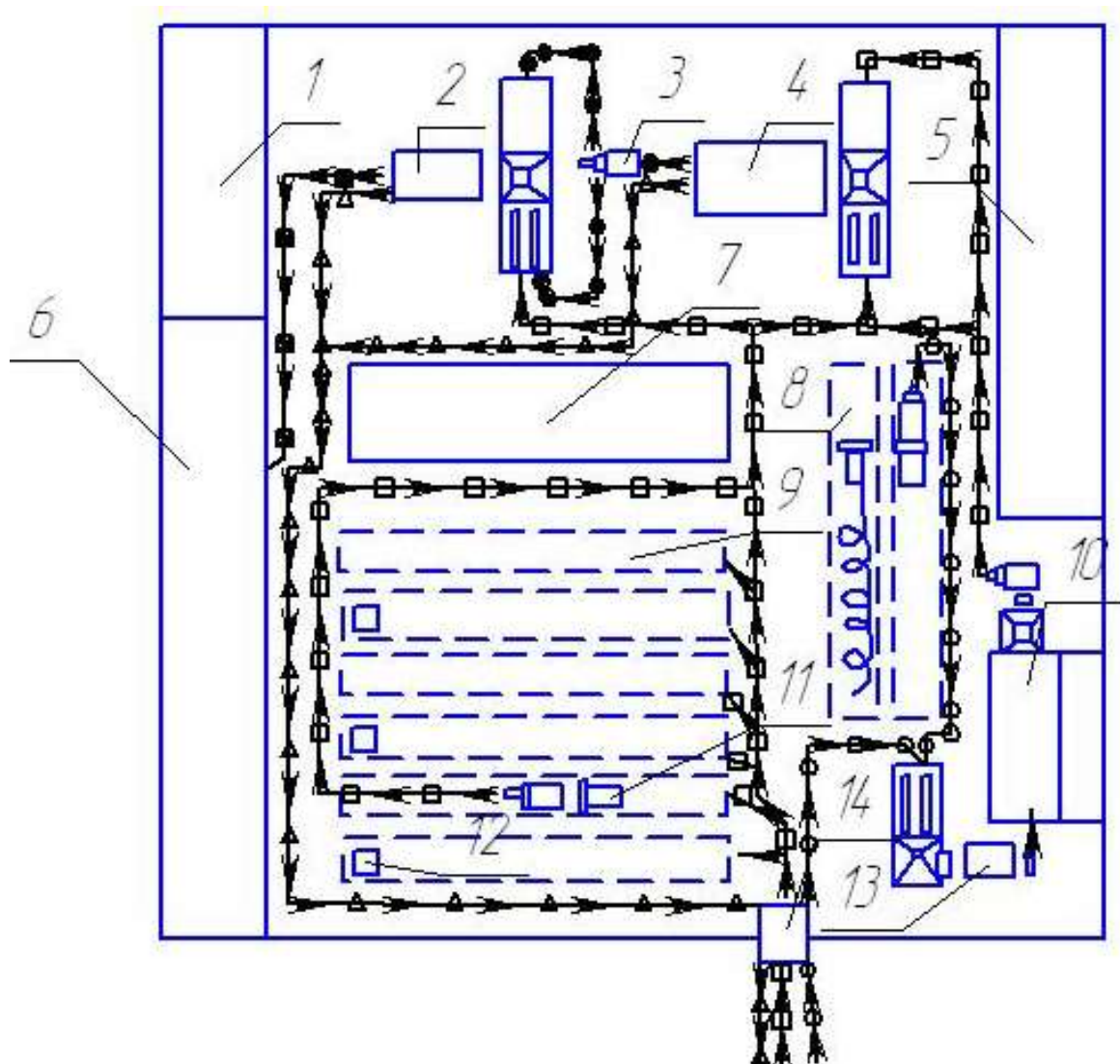


Рис. 4.13 - Схема технологическая послеуборочной обработки риса в СП "Украина" Джанкойского района АРК:

1 - навес для очистки семенников трав; 2 - рисоочистительный комплекс ЗАР-5; 3 - автомобиль ЗИЛ-ММЗ 555; 4 - зерноочистительный агрегат ЗАВ-40; 5 - навес для хранения зерна пропашных культур; 6 - склад для хранения семенного фонда зерна; 7 - склад для хранения семенного фонда риса; 8 - площадка для влажного вороха; 9 - площадка для вороха кондиционной влажности; 10 - отдел вентилируемых бункеров ОБВ-100; 11 - зернопогрузчик ЗПЗ -100; 12 - ворохоочиститель ОВП-25; 13 - ворохоочиститель ВР-65; 14 - весовая.

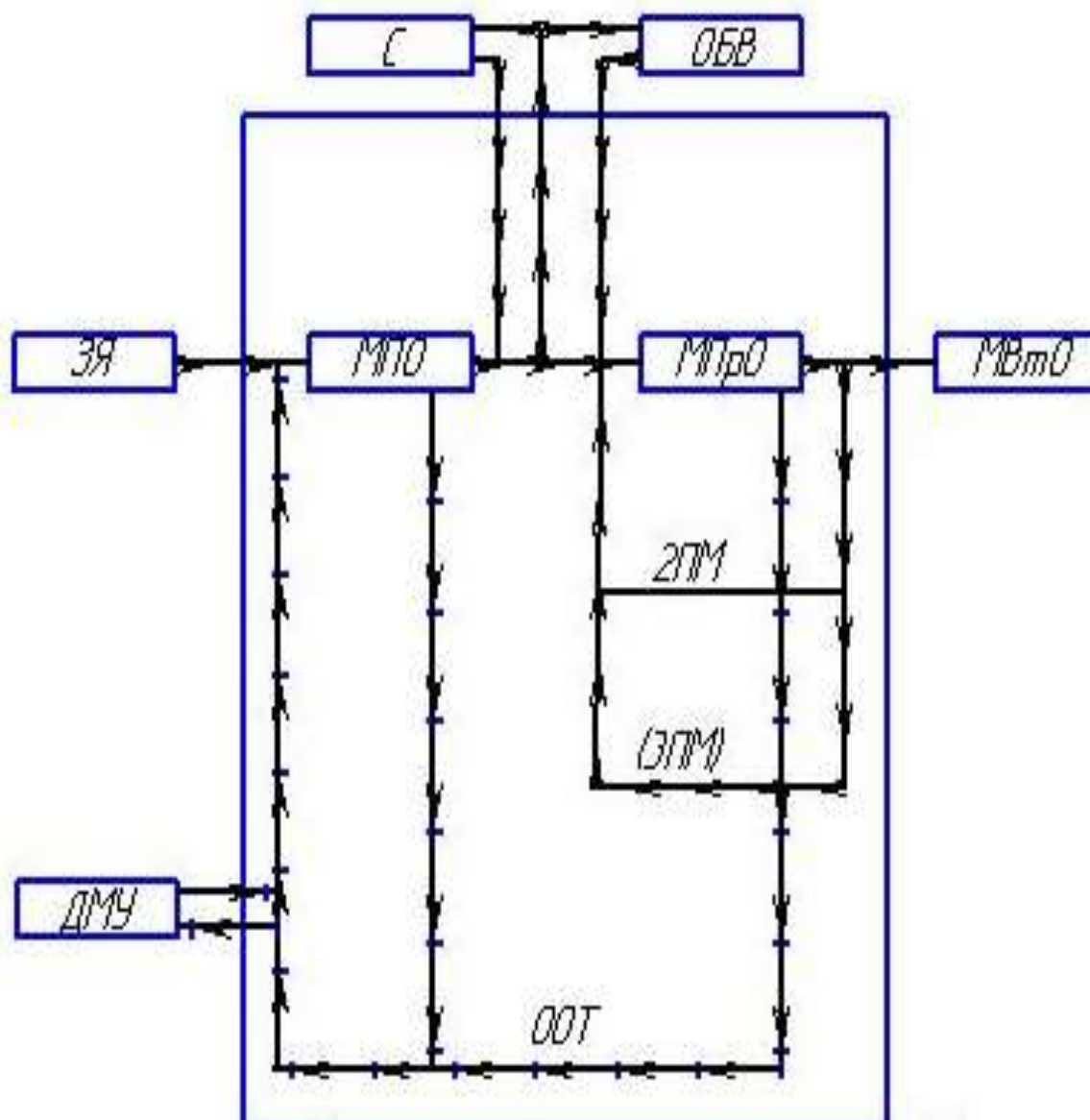


Рис. 4.14 - Схема структурная послеуборочной обработки риса в СП "Украина" Джанкойского района АРК: ЗЯ - завальная яма; МПО, МПрО, МВтО - машины соответственно предварительной, первичной и вторичной очиски зерна; ДМУ – устройство домолачивающее; С - сушилка; ОБВ - отдел вентилируемых бункеров; 2ПМ - 2-и пропуск материала через ЗОМ; 3ПМ - 3-и пропуск материала через ЗОМ; ООТ - обработка отходов.

Рассмотренная схема характеризует состояние ПУОЗ при уборке одной культуры - риса-зерна. Соответственно, при одновременной уборке нескольких культур (пшеницы, ячменя, ржи, овса, озимых и яровых) ситуация на зернокомплексе будет еще более сложной.

В условиях износа существующего парка машин, отсутствия поставок специального семяочистительного оборудования, необходимых информационной и методико-расчетной баз для разработки проектов, предназначенных для строительства и реконструкции зернотоков конкретных хозяйств в реальных зональных условиях, а также при ужесточении энергетического кризиса на Украине проблема ПУОЗ приобретает существенную актуальность.

4.7 Результаты исследования ворохоочистителя скальператорного типа и линии обработки зернового вороха на стационаре в производственных условиях

В соответствии с договором № 02Н – 99 от 10.03.1999г. о совместной деятельности по проектированию и изготовлению опытных образцов семяочистительной техники между ТГАТУ и ЗАО «Механизатор» (г.Мелитополь) выполнены разработка, изготовление и производственные испытания опытного образца ворохоочистителя скальператорного типа производительностью 40 т/ч.

Договором № 06Ц - 99 от 17.06.1999г. между ТГАТУ и ОАО«Мелитопольский завод тракторных гидроагрегатов» осуществлялось научно- техническое сотрудничество по разработке и поиску эффективных научно- технических решений с целью изготовления опытных образцов, партий машин и оборудования для внедрения их в с.х. производство.

Совместно с ГСКБ по жаткам (г. Бердянск) и научно- производ-

ственным объединением «Интерконтакт» (г.Мелитополь) проведены научно-исследовательские работы по теме «Создание универсального сепаратора для домолачивания, очистки и сепарации вороха семян трав и зерновых культур».

В результате совместных работ разработан ворохоочиститель скальператорного типа, усовершенствована линия для обработки вороха на стационаре (Приложения Д3, Д4, Е) и проведены их производственные испытания.

На основании предложенного нового способа интенсификации технологического процесса работы ворохоочистителя за счет подачи псевдооживленного слоя зернового материала на наружную поверхность цилиндрического решета с горизонтально осью вращения удельная производительность решета увеличилась в 2,0-2,5 раза в зависимости от обрабатываемых культур. Определены технологичные, конструктивные и кинематические параметры ворохоочистителя: диапазон скорости воздушного потока в пневмосепарационной камере составил 3,5-6,7 мс⁻¹; диаметр цилиндрического решета (ЦР) - 600мм; угол подачи ЗМ в ЦР - 15°; коэффициент "живого" сечения лотка- интенсификатора - 45°; частота вращения ЦР - 20 мин⁻¹, ротора диаметрального вентиляторов - 680 мин⁻¹. Это позволило получить следующие преимущества ворохоочистителя - простота конструкции, отсутствие колебаний и вибраций, использование вентилятора диаметрального типа, создание условий минимального травмирования семян, небольшая энерго- металлоемкость по сравнению с аналогами (МПО- 50, СПО -50).

Внедрено в производство предложение по совершенствованию технологии ПУОЗ в СП «Заря» Приазовского района Запорожской области на базе зерноочистительного агрегата ЗАВ-40. В технологической линии перед двумя машинами первичной очистки ЗВС-20 установлен ворохоочиститель скальператорного типа, выполняющий операцию

предварительной очистки зерна.

Ворохоочиститель позволяет производить очистку исходного материала при полноте выделения сорной примеси не ниже 0,6 и частиц стеблей длиной более 50мм - не ниже 0,9. Дробление зерна машиной не отмечено.

В результате применения ворохоочистителя в агрегате ЗАВ-40 производительность линии увеличилась на 30-35%, а приведенные затраты сократились в 1,7 раза.

Усовершенствованы технологические и конструктивные параметры универсального сепаратора вороха УСВ - 0,5 линии для обработки вороха на стационаре.

Представители ГСКБ по жаткам (г. Бердянск) и ННЦ «ІМЕСГ» (пгт.Глеваха) приняли и использовали следующие результаты научных исследований и предложения по совершенствованию параметров и режимов работы универсального сепаратора:

1. Анализ конструкции универсального сепаратора вороха.
2. Анализ физико- механических свойств семян трав в условиях Бердянского района Запорожской области.
3. Диаметр отверстий для подсевных решет при очистке семян клевера розового и люцерны принять равным 1,0 мм.
4. Длину нижнего (подсевного) решета увеличить на 25% в сторону выгрузного шнека очищенных семян с целью предотвращения попадания прохода с верхнего решета во фракцию очищенного материала.
5. Ограничить максимальное значение воздушного потока в пневмокамере в диапазоне 3,0-4,2 мс^{-1} .
6. Поперечное сечение пневмотранспортера сора уменьшить с размера с 500 × 500 мм до 350 × 350 мм.
7. Тарировку положения воздушной заслонки аспирационной системы выполнить в соответствии с результатами проведенных исследо-

ваний по изменению скорости воздушного потока в пневмосепарирующей камере.

Это позволило улучшить показатели работы сепаратора. Так, производительность сепаратора увеличилась на 10-15%, а энергоемкость уменьшилась на 7-10%.

Выводы по разделу 4

1. Проведенным анализом состояния технологий ПУОЗ установлено, что мощности существующих в Украине текущих технологических линий обеспечивают обработку в среднем только 50...60% зернового материала, поступающего за сутки от комбайнов. При перевалочном методе обработки зерна эксплуатационные расходы увеличиваются в 2...5 раз по сравнению с использованием поточной технологии.

2. Уровни технической оснащенности и энерговооруженности смежных хозяйств одного района (области), которые имеют примерно одинаковый валовой сбор зерна, отличаются в 2...3 раза, а эксплуатационные расходы - до 5 раз. Определено, что одной из основных причин такого положения является недостаточная эффективность существующих методик подбора состава и функциональных параметров зернокомплексов, что не позволяет учитывать реальные производительности машин и оборудования, и вероятно - статистическую природу условий их функционирования.

3. Перспективный подбор состава и функциональных параметров технических средств для проектируемых и реконструируемых зернокомплексов должен обосновываться на валовом сборе зерна для классов хозяйств и обеспечении принципа поточности примененных технологий.

4. Предложено классифицировать хозяйства - производители

зерна по показателям объема производства. С помощью полученного закона распределения объемов производства зерна в хозяйствах юга Украины установлено 14 классов хозяйств. Это позволит по оценочным критериям определить лучший вариант из моделируемых зернокомплексов.

5. Получены числовые характеристики по засоренности, натуре и влажности ЗМ, характеризующие условия работы зерноочистительных машин и агрегатов для послеуборочной обработки зерна.

Это позволяет утверждать, что влажность при таких числовых характеристиках не влияет на показатели качества работы зерноочистительных машин и агрегатов.

Установлен высокий уровень корреляционных связей ($R = 0,8 \dots 0,9$) между засоренностью и натурой зерновых материалов, служит основой косвенного метода для разработки экспресс - анализаторов засоренности и планирование имитационного эксперимента для определения времени обслуживания объемов зерна на технических средствах и производительности этих технических средств.

6. Разработаны ворохоочиститель скальператорного типа и усовершенствована линия для обработки вороха на стационаре.

На основании внедрения нового способа интенсификации технологического процесса работы ворохоочистителя за счет подачи псевдооживления слоя зернового материала на наружную поверхность цилиндрического решета с горизонтально осью вращения удельная производительность решета увеличилась в 2,0-2,5 раза в зависимости от обрабатываемых зерновых культур. Определены технологические, конструктивные и кинематические параметры ворохоочистителя. В результате применения ворохоочистителя в агрегате ЗАВ -40 производительность линии увеличилась на 30-35 %, а приведенные затраты сократились в 1,7 раза.

7. В сепараторе вороха УСВ - 0,5 линии для обработки вороха на стационаре усовершенствованы конструктивные и технологические параметры. Производительность сепаратора увеличилась на 10-15%, а энергоемкость уменьшилась на 7-10%.

РАЗДЕЛ 5

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ МАШИН И АГРЕГАТОВ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

5.1 Исходные положения и постановка задач

Предложим определение прогноза [209]. Прогноз - научно обоснованное суждение о возможных состояниях объекта в будущем или об альтернативных способах и сроках достижения этих состояний. Влияние случайных факторов на развитие систем определяет вероятностный характер прогнозов, поэтому нужно обеспечить определенную степень их достоверности.

Если достоверность прогноза полная, то он имеет свойства предсказания. Прогноз-предсказание отвечает формуле: будет так и только так.

Прогноз-предвидение предусматривает выявление возможных вариантов развития системы и соответствующих им условий. Он отвечает логической формуле: будет так, если состоится это.

Прогноз-план определяет не только возможные состояния системы (результаты деятельности), но и способ достижения поставленной цели. К нему применимая логическая формула: если необходимо это, то следует сделать так.

Прогноз и план является результатом интеллектуальной деятельности специалистов и средством управления производством. Однако, прогноз выступает в роли инструмента познания наиболее возможных путей развития системы, а план - как средство регулирования отноше-

ний для достижения поставленной цели. Тесная взаимосвязь прогнозирования и планирование обуславливают распределение прогнозов на оперативные, краткосрочные и перспективные (средне- и долгосрочные). Относительно специфики сельскохозяйственного производства целесообразно выделить оперативные прогнозы на срок до одного месяца, краткосрочные - на компанию (посевная, уборочная), сезон и год, перспективные - на срок больше года.

Потребность в производственных мощностях предлагается прогнозировать не за нормативной нагрузкой, а по объему работ, который приходится на машину, исходя из технологий сельскохозяйственного производства. Однако, объем работ в физических единицах или в условных эталонных гектарах зависит от природно-производственных условий, которые учитываются многими факторами. Их общее действие отражается в затратах энергии, которые удобно представлять в количестве израсходованного условного топлива [209].

Таким образом, прогностическим параметром может служить наработка, определенная через затраты топлива.

Ошибочный выбор прогностических параметров ведет к ошибочному прогнозу и, как следствие, к большим потерям средств.

Компонентный метод прогнозирования предусматривает разделение системы (объекта) на части, составление независимого прогноза для развития каждого из компонентов со следующим их обобщением и составлением прогноза по системе в целом. Этот метод применим для системы с относительно слабым взаимодействием компонентов между собой.

Метод моделирования допускает составление прогноза на основании результатов исследования модели систем. Для этого можно использовать натуральные модели (типичное хозяйство, производствен-

ный участок, техническое средство и т.п.), физические модели, построенные на основе теории подобия, а также математические модели.

Построение динамических моделей позволяет исследовать процессы и явления во времени, обнаруживать временные закономерности и тенденции, а потому имеет большое значение в прогнозировании [258].

Таким образом, используя натурное и математическое моделирование, можно с достаточной достоверностью прогнозировать будущее состояние технических средств по результатам оценки нынешнего их состояния.

В соответствии с поставленной целью определены следующие задачи:

1. Провести оценку условий функционирования технических средств ПУОЗ;
2. Определить качественные и количественные связи между входными и выходными факторами объектов прогнозирования;
3. Определить производительности ЗОМ в реальных условиях функционирования и их соответствие техническим характеристикам машин.

5.2 Анализ методов прогнозирования показателей качества работы технических средств

Известны разные прикладные методики прогнозирования эволюции систем, их структуры и свойств. Все они прямо или косвенно базируются на трех основных гносеологических категориях: практике, логике, интуиции [209 - 220]. Соответственно этому известны три группы методов прогнозирования: логико-эвристические, системно-статистические и системно-аналитические.

Логико-эвристическое прогнозирование относится к самым «недорогим» и, возможно, быстрейшим. Такое прогнозирование базируется на использовании уже известной информации путем ее логического анализа и в тех местах, где логические "цепочки" разрываются, применяются разные гипотезы.

Системно-статистическое прогнозирование включает статистический анализ системы и, на этой основе - экстраполяцию установленных статистических закономерностей.

При наличии необходимой статистической информации такое прогнозирование может обеспечивать высокую надежность прогнозов.

Системно-аналитическое прогнозирование базируется на построении и анализе моделей системы, т.е. сюда входят методы математического и физического моделирования систем. Такое прогнозирование позволяет предусматривать поведение системы в заведомо заданных условиях, что дает возможность получать разнообразные и детальные прогнозы, однако надежность таких прогнозов невозможно детально обосновать без наличия необходимой статистической информации [53].

В специальной литературе приводятся методы прогнозирования остаточного ресурса при неизвестной наработке от начала эксплуатации, прогнозирование с учетом случайного изменения параметров [210].

В приведенном примере метод моделирования соединяется с экстраполяцией соответственно заданной закономерности. Аналогично можно прогнозировать динамику показателей эффективности новой техники.

Анализ причинно-следственных связей в производстве и построение на его основе математических моделей является важным условием управляемого развития. Однако биологическая сущность сельского хо-

зайства, влияние большого количества факторов вероятностной природы определяют преобладающее использование статистических методов в прогнозировании. При этом логический анализ позволяет выявить противоречие, установить причинно-следственные связи и сформировать множество важных факторов, а математическая модель строится на основе обработки статистической информации, использовании многофакторного регрессионного и корреляционного анализов, построении временных рядов и других эмпирических зависимостей [54].

На основании анализа математических моделей можно не только составить пассивный прогноз дальнейшего изменения показателей машиноиспользования, но и установить наиболее эффективные факторы управления ими, что довольно важно для перспективного развития производства.

Учитывая специфику сельскохозяйственного производства использование техники имеет четко выраженный сезонный характер с разной интенсивностью работ на протяжении года. Несмотря на значительные колебания сроков проведения работ в разные годы из-за метеорологических и других причин, многолетние наблюдения свидетельствуют о статистической стойкости и возможности разработки сезонных моделей. Такие модели могут быть выражены в виде временных рядов.

На основании сезонных моделей можно прогнозировать годовую выработку, по месяцам и периодам, пиковые периоды, потребность в топливе, загрузка обслуживающих и ремонтных звеньев, решать другие задачи производства. Недостаток временных рядов - громоздкость, однако, внедрение вычислительной техники снимает эти неудобства.

Для анализа производства и прогнозирования широко используются так называемые производственные функции (ПФ). Это уравнение или система уравнений, которые связывают переменные величины за-

трат (ресурсов) с результатами производства (количеством продукции, производительностью работы и т.п.) [210].

Модели ПФ разрабатывают на основе экспериментальных статистических данных с использованием методов регрессионного и дисперсионного анализа.

Так как все указанные задачи взаимосвязаны, сначала необходимо обосновать общую методику их решения, определить этапы работ, необходимые исходные данные, а потом разработать частные методы исследований по каждому этапу. Ниже изложены общая методика прогнозирования и обоснования машинных технологий и технических средств в области механизации сельскохозяйственного производства и коротко описаны частные методики выполнения этапов работ [211].

Исходные данные по известным машинным технологиям и отдельным машинам получают из хозяйств, протоколов МИС, научных отчетов, статей, монографий и других источников. Определяются цели, которые должны быть достигнуты при разработке и использовании машинных технологий и технических средств.

Дальше выделяются направления для получения конечных результатов, которые позволяют ответить на следующие вопросы[258].:

1. Как эффективно применить действующие машинные технологии и систему машин (имеющийся потенциал в хозяйствах - машины и оборудование), какие машины для этого необходимы и в каком количестве?;
2. Что вероятнее состоится в будущем при условии сохранения современных тенденций (поисковый прогноз)?;
3. Какими путями можно достичь нормативного прогноза?;
4. Какие машинные технологии наиболее перспективны на ближайшие годы и так далее?

При этом определяют технический уровень машинных технологий и комплексов машин, выясняют, насколько машинные технологии отвечают требованиям и, прежде всего, показателям качества работы. По оценкам технического уровня обосновываются наиболее лучшие альтернативы из возможных относительно всех типов хозяйств зоны.

Для прогнозирования технико-экономических показателей комплексов машин и отдельных агрегатов успешно используется имитационное моделирование. Возможности применения моделирования для прогнозирования в машиноиспользовании раскрыты в работах Л. В. Погорелого, В. И. Липковича, Л. Д. Пасечной и Н. И. Шабанова, С. П. Лаврентьева и А. С. Лаврентьева, Н. Ф. Мякишева, А. В. Топорик и А. Ф. Самойленко, Г. В. Лукиных, А. А. Вайсмана и Р. Ф. Курбанова, Ю. И. Ермольева, В. Т. Смирнова, А. А. Кива, В. М. Рабштына, В. И. Сотникова [212, 213, 214, и др.]. Имитационная модель позволяет осуществлять машинный эксперимент и определять свойства моделированной системы в разных условиях, учитывая взаимодействие факторов, в том числе и случайных. С помощью этого метода можно прогнозировать эксплуатационные свойства техники в типичных и экстремальных ситуациях, определять статистические характеристики показателей (математическое ожидание, дисперсию, вероятность появления события и др.).

5.3 Объекты прогнозирования

При обосновании параметров ТО ПУОЗ используются многолетние значения производства зерна в хозяйствах и среднесуточная производительность зерноочистительных машин и агрегатов. Но в реальных условиях часто имеет место несогласованность типа агрегата или модели машины нуждам хозяйства. Это происходит вследствие того, что зер-

ноочистительные машины представляют собой сложные многомерные динамические системы с входными и выходными процессами в виде случайных функций времени. Тем временем, в основе всех, почти без исключения, методик испытаний лежат статические модели машин. Этим и можно объяснить то, что в ряде случаев машины, рекомендованные к производству по результатам испытаний, оказываются недостаточно надежными в условиях производственной эксплуатации.

При постановке цели - разработки методики расчета параметров технической оснащенности процесса ПУОЗ и качества работы агрегатов с учетом вероятностной природы условий их функционирования решается задача изучения вероятностно-статистических связей исследуемых систем и разработки математических моделей прогноза качества функционирования машин и агрегатов.

В методиках прогнозирования показателей технического уровня тракторов и сельскохозяйственных машин используют методы экстраполяции и экспертных оценок. Это представляет собой этап решения отдельных задач прогнозирования, который не учитывает связи характеристик отдельных технических средств. Методы моделирования при этом необоснованно исключены.

Установлено [209 - 220], что недостаточная временная глубина обоснований и дефицит прогнозной информации приводят к неверным оценкам, а принятые на их основе плановые решения - к диспропорциям, устранение которых вызывает в результате значительные затраты на их устранение.

Без прогноза невозможно достичь ясности в иерархии целей, выявить полный круг затрат, установить комплекс согласованных во времени подцелей для достижения конечного результата.

Прогноз развития зерноочистительных машин и агрегатов требу-

ет системного анализа, который позволяет существенным образом уменьшить субъективность решений и получить количественные оценки путем: формализации задач; построения их математических моделей; выявление необходимой информации; анализа и интерпретации полученных результатов решений на базе этих моделей.

Особую научную ценность имеют методы математического моделирования, которые, однако, для целей прогнозирования разработаны еще недостаточно. Для решения поставленной задачи используется метод идентификации, который состоит в поиске по известным "входу" и "выходу" математической модели объекта, эквивалентной реальному объекту. Относительно решения проблем в области механизации сельскохозяйственного производства этот метод получил дальнейшее развитие в реализации программ научных исследований, выполненных учеными Санкт-Петербургского государственного аграрного университета А. Б. Лурье, Е. И. Давидсоном, В. Г. Еникеевым и их учениками [199 – 196, 202, 200, 201, и др.].

Машина, агрегат работают в условиях случайных воздействий в вероятностно-статистическом смысле. При этом входные воздействия перерабатываются в качественные технологические или энергетические выходные показатели. Получается математическая связка, которая может идентично заменить машину, т.е. вместо машины - математическая модель, которая адекватно описывает работу машины в реальных условиях ее функционирования. Полученные результаты используются для изучения вероятностно-статистических связей исследуемых систем и разработки математических моделей прогноза качества функционирования машин и агрегатов.

В качестве объектов исследования были приняты зерноочистительные машины и агрегаты, модели функционирования которых представлены на рис. 5.1...5.5.:

На рисунке 5.1 - линия обработки вороха на стационаре, которая включает: ПД - питатель-дозатор; МСУ - молотильно-сепарирующее устройство; ПАС - пневмо-сепарирующую и аспирационную системы; РС - решетный сепаратор; ДМУ - домолачивающее устройство;

Рис. 5.2 - ворохоочиститель скальператорного типа;

Рис. 5.3 - машина первичной очистки зерна ЗВС-20;

Рис. 5.4 - зерноочистительный агрегат ЗАВ-40 (одна линия с дополнительно установленной машиной ЗВС-20);

Рис. 5.5 – полнокомплектная семяочистительная линия

В качестве входных воздействий для всех моделей принимаются подача $P(t)$, исходная засоренность $S_{и}(t)$ и натура $H_{и}(t)$ зерна. Выходные переменные - производительность $Q(t)$, конечная засоренность $S_{к}(t)$, натура $H_{к}(t)$ и для модели ворохоочистителя - потери зерна в отходы $\Pi(t)$.

В моделях функционирования, представленных на рисунках 5.1 и 5.5 показано многостадийные динамические системы, которые состоят из отдельных моделей машин, где вход последующей модели является выходом предыдущей. Это относится к

$$P^1(t), P^2(t), \dots, P^4(t)$$

$$S_{и}^1(t), S_{и}^2(t), \dots, S_{и}^4(t)$$

$$H_{и}^1(t), H_{и}^2(t), \dots, H_{и}^4(t)$$

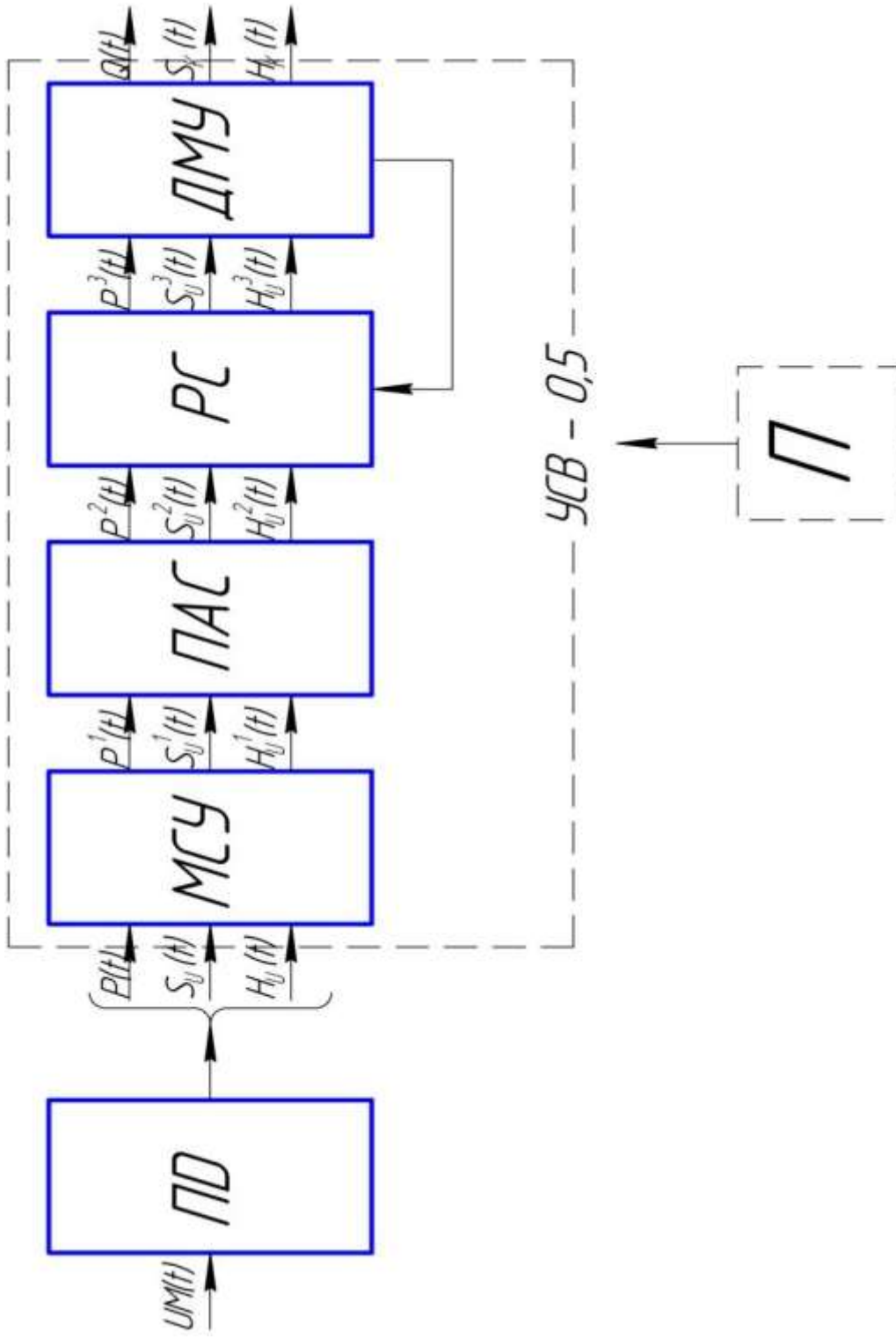


Рис. 5.1. Модель функционирования объекта ПУОЗ - линии для обработки вороха на стационаре



Рис. 5.2. Модель функционирования ПУОЗ - ворохоочистителя скальператорного типа

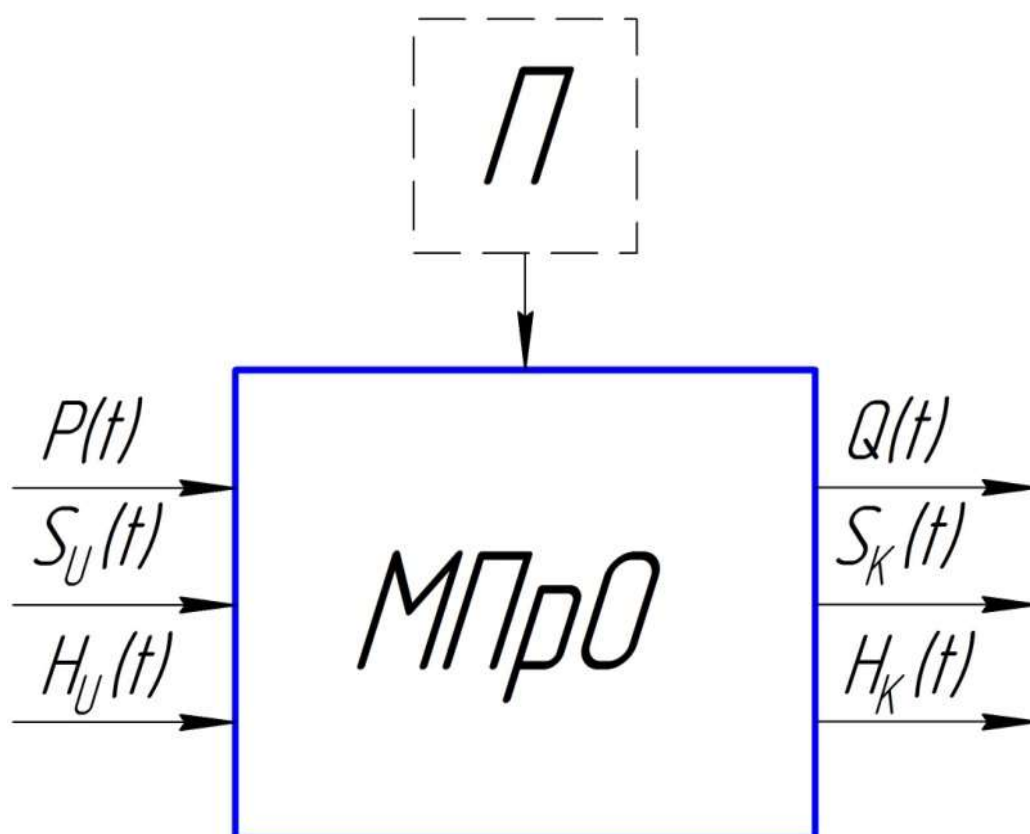


Рис. 5.3. Модель функционирования объекта ПУОЗ - машины первичной очистки зерна ЗВС-20

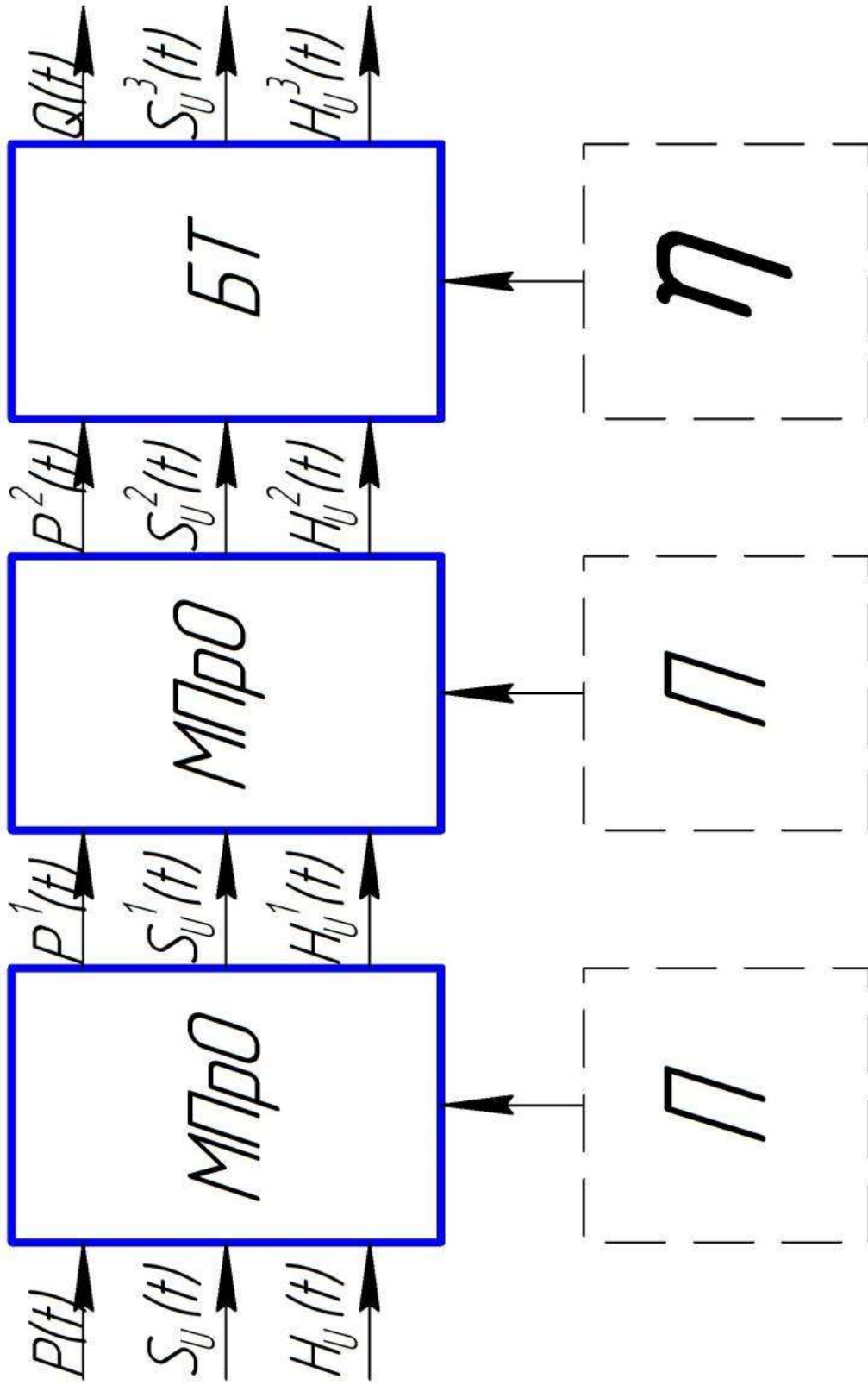


Рис. 5.4. Модель функционирования объекта ПУОЗ - зерноочистительного агрегата ЗАВ-40 (с дополнител-
тельной МПРО)

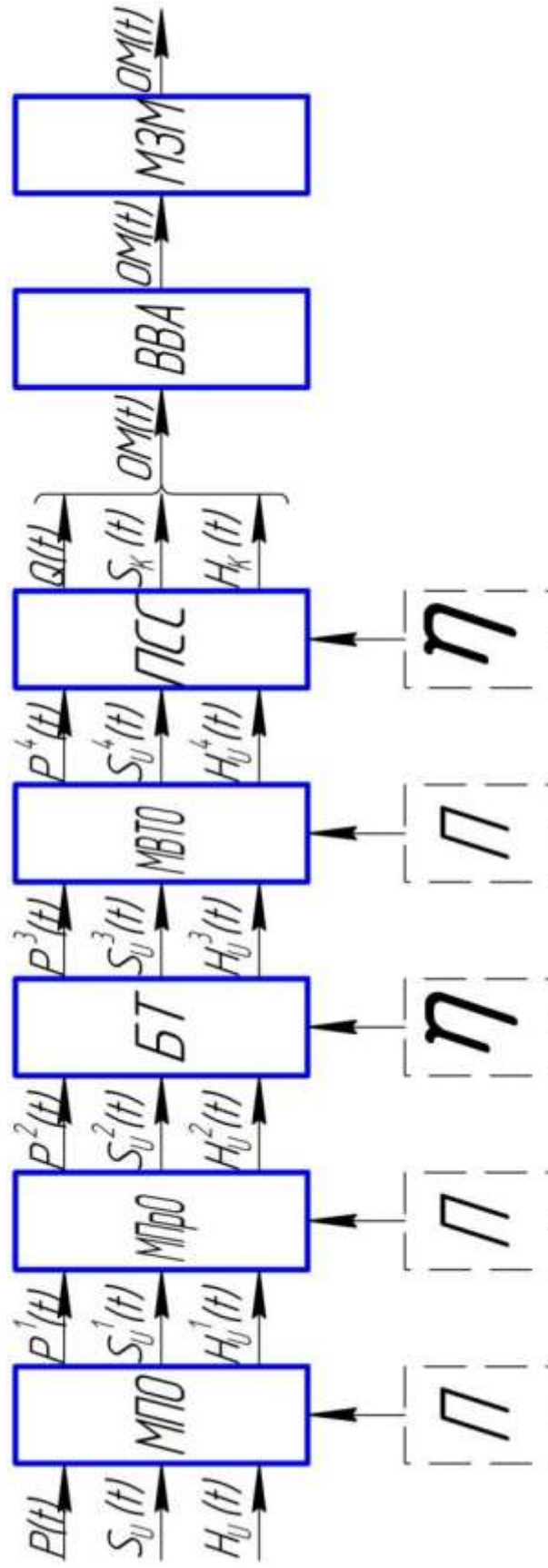


Рис. 5.5. Модель функционирования объекта ПУОЗ - полнокомплектной семейственной линии

Влажность исходного зернового материала (за исключением риса) в южных районах Украины практически не влияет на показатели качества работы машин и потому не принимается как входное воздействие. Учитывалась вероятность нахождения на допустимых уровнях потерь зерна в отходы $n(t)$ и качества разделения материала $t(i)$.

Полнокомплектная семяочистительная линия (Рис.5.5) в себя включает МПО - машину предварительной очистки; МПРО - машину первичной очистки; БТ - блоки триерные; МВТО - машину вторичной очистки; ПСС - пневматический сортировальный стол; ВВА - весовыбойной аппарат; МЗМ - мешкозашивочную машину.

Исследования проводились в региональных условиях в период уборки урожая зерновых на юге Украины.

Исходным материалом для проведения опытов был поступающий от комбайнов зерновой ворох. Методика экспериментов принималась следующей.

Машины и агрегаты размещались в стационарных технологических линиях. Экспериментальный ворохоочиститель скальператорного типа устанавливался в технологической линии параллельно серийной ворохоочистительной машине.

Для получения реализации входных и выходных процессов машин синхронно, с интервалом квантования $\Delta t = 10...12$ мин., отбирались пробы для определения $P(t)$, $S_{и}(t)$, $H_{и}(t)$ и $Q(t)$, $S_{к}(t)$, $H_{к}(t)$, $\Pi(t)$.

Методика обработки информации предусматривала первичный просмотр полученной информации и исключение случайных выбросов и грубых ошибок записи. Бесперывные записи приводились к дискретному виду, пригодному для ввода в компьютер.

Вычислялись статистические характеристики процессов на основе вариационного, корреляционного и регрессионного анализов, что позволило изучить вероятностно-статистические связи исследуемых

объектов и получить математические модели прогноза качества функционирования машин и агрегатов.

5.4 Исследования вероятностно-статистических связей показателей качества работы зерноочистительных машин и агрегатов

5.4.1 Исследования вероятностно-статистических связей показателей качества работы зерноочистительных машин и агрегатов методом вариационного анализа

Статистические исследования проводились на выборках объемом 100 в случае полнокомплектной семяноочистной линии и 50 в других случаях. При этом определялись следующие статистические характеристики процессов [247 - 253]:

- среднее значение m

$$m = \frac{1}{n} \sum X_i; \quad (5.1.)$$

- исправленная дисперсия D

$$D = \frac{1}{n-1} \sum (X_i - m)^2; \quad (5.2.)$$

- среднеквадратичное отклонение S

$$S = \sqrt{D}; \quad (5.3.)$$

- коэффициент асимметрии As

$$As = \frac{\sum (X_i - m)^3}{n \cdot S^3}; \quad (5.4.)$$

- эксцесс E

$$E = \frac{\sum (X_i - m)^4}{n \cdot S^4} - 3; \quad (5.5.)$$

- коэффициент вариации по среднеквадратическому отклонению Vs

$$V_s = \frac{S}{m}; \quad (5.6.)$$

- коэффициент вариации по размаху V_a

$$V_a = \frac{X_2 - X_1}{m}, \quad (5.7.)$$

где n - объем выборки,

X_1 и X_2 - максимальное и минимальное значения для данной выборки.

Проверка гипотезы на выполнение закона нормального распределения проводилась путем сравнения вычисленных значений критерия Пирсона (P) с его критической величиной для 5 %-ого уровня значимости. Результаты расчета для разных режимов испытаний представлены в приложениях В1... В5:

- приложение В1 - для полнокомплектной семяочистительной линии;
- приложение В2 - для зерноочистительного агрегата ЗАВ-40 (одна линия с дополнительно установленной машиной ЗВС-20);
- приложение В3 - для машины первичной очистки зерна ЗВС-20 (расчеты проводятся при условии параллельной работы двух машин при обработке товарного зерна);
- приложение В4 - для ворохоочистителя скальператорного типа;
- приложение В5 - для линии обработки вороха на стационаре.

Коэффициенты вариации сведены в табл. 5.1.

Вариационные исследования показали, что отдельные измерения, не больше трех для одной выборки, выпадают из общей группы. В этом случае рекомендуется исключать из массивов соответствующие данные или заменять их средневывборочными величинами. В настоящей работе корректировка производилась путем замены выбросов с повторным проведением вариационного анализа исправленных массивов. Значение новых рассчитанных параметров, которые относятся к измененным выборкам, приведенные в таблицах В1-В5 приложения В в круглых скобках.

Полнокомплектная семяочистительная линия. Из гистограмм (приложение В1) видно, что половина массивов имеет разрывы. В этом случае вопрос о проверке гипотезы на нормальное распределение отпадает. Рассчитанные значения критерия Пирсона для другой половины массивов лежат в пределах от 16.7 до 19.9, что существенно превышает критическое значение 9.5. Отсюда нужно сделать вывод - все шесть выборок из рассмотренной серии испытаний не подчиняются нормальному закону. Во всех случаях коэффициенты асимметрии больше нуля. Это свидетельствует о сдвиге результатов измерений в сторону меньших значений, что более всего проявляется в выборках для $S_n(t)$, $H_n(t)$, $P(t)$, $H_k(t)$, $Q(t)$. Большое положительное значение эксцесса для выборок $H_k(t)$ и $Q(t)$, что равняются, соответственно, 9.4 и 7.6 указывает на их островершинность.

Массивы $H_n(t)$, $H_k(t)$ и $Q(t)$ содержат явные выбросы. Корректирование этих массивов не повлияло заметно на статистические характеристики, за исключением эксцесса и коэффициента асимметрии. Критерии Пирсона для исправленных массивов $P(t)$ и $H_k(t)$ оказались больше критического, поэтому новые выборки как и раньше не подчинялись нормальному закону. Устранение двух выбросов в массиве $Q(t)$ привело к формированию гистограммы без разрывов с критерием Пирсона 7.28, сильному уменьшению эксцесса (k 0.05), изменению коэффициента асимметрии k -0.24 и незначительному изменению других параметров.

Статистические параметры для всех исследуемых выборок с гистограммами без разрывов отличаются достаточной стойкостью. Исключение любых 2-3 или добавление такого же количества случайных величин в пределах разброса данных практически не влияло на величины, которые рассчитываются. Проиллюстрируем сказанное на примере выборки $S_n(t)$. Результаты трех измерений, которые отвечают макси-

мальным значениям и включенным в правый седьмой по счету интервал на гистограмме (см. прилож. В1.), были изъяты и заменены тремя средне-выборочными значениями, равными 4.7. Статистические параметры для измененной выборки приведены в скобках той же таблицы. Из нее видно, что при таком сильном влиянии на выборку статистические характеристики, за исключением эксцесса, не претерпели существенных изменений.

Зерноочистительный агрегат ЗАВ-40. Выборки для входных факторов $P(t)$, $S_{и}(t)$, $H_{и}(t)$ (прилож В2.) в сильной степени асимметричны, причем максимум в первых двух сдвинется в сторону больших, а у последней - в сторону меньших величин. Входные факторы имеют большую симметрию. Величина критерия Пирсона для входных факторов намного превышает критическое значение, которое исключает возможность подчинения выборок нормальному закону распределения. Вместе с тем все три выборки для входных величин распределены по нормальному закону.

Для всех выборок характерно отрицательное значение эксцесса, который указывает на отклонение распределения от нормального в сторону плосковерхости.

После выполнения вариационного анализа массивы $H_{и}(t)$ и $H_{к}(t)$, что имеют наиболее вытянутые хвосты, корректировались. Коррекция заключалась в том, что из массива $H_{и}(t)$ изымались две варианты с максимальными значениями. На их место было введено по две варианты со средневыборочными величинами. Результаты вариационного анализа скорректированных массивов выделены скобками в той же таблице, откуда видно, что большая часть параметров, за исключением эксцесса для выборки $H_{к}(t)$ не претерпела существенных изменений.

Машина первичной очистки зерна ЗВС-20. Все выборки имеют

заметную асимметрию (табл. 5.4.). Максимумы для выборок $P(t)$ и $H_n(t)$ сдвинуты в сторону больших, а для выборки $S_n(t)$ - в сторону меньших величин. Входные параметры имеют большую симметрию. Исключение представляет массив $Q(t)$ с максимумом, сдвинутым вправо.

Величина эксцессов везде отрицательная, что характерно для плосковерхих распределений.

Рассчитанные значения критерия Пирсона для входных факторов больше критической величины 7,8, поэтому говорить о выполнении нормального закона не приходится, и, наоборот, вычисленные значения критерия в случае исходных факторов значительно меньше критической величины. Итак, выборки $Q(t)$, $S_k(t)$ и $H_k(t)$ подчиняются нормальному закону.

Однако, измерение в массиве $H_n(t)$, равняющийся 678, явным образом выпадает из общей совокупности. Замена его средне-выборочным привела к росту абсолютного значения эксцесса и снижению критерия Пирсона.

Ворохоочиститель скальператорного типа. Выходные факторы в отличие от входных имеют явным образом выраженную асимметрию (приложение В4.). Эксцессы везде отрицательные. Нормальному закону распределения подчиняется только выборка $S_k(t)$. С целью проверки стойкости статистических параметров к случайным ошибкам проведены расчеты на массиве $Q(t)$, в котором минимальная варианта 5.2 была заменена на средневыборочное 5.6. Для скорректированной выборки получены следующие результаты: $m=5,65$, $X_2=6,0$, $X_1=5,3$, $D=0,04$, $S=0,19$, $A_s=0,12$, $E=-0,88$, $P=13,7$. Из сравнения приведенных данных с табличными (прилож. В4.) видно, что коэффициент асимметрии и эксцесс сильно изменились. Значение критерия Пирсона незначительно умень-

шилось. Другие параметры сохранились на предыдущем уровне.

Линия для обработки вороха на стационаре. Нормальному распределению подчиняются три параметра - выходной $S_k(t)$ и входные $P(t)$ и $S_{и}(t)$ (приложение В5) Асимметрия и эксцесс в сравнении с раньше обсужденными вариантами относительно небольшие. Гистограмма выборки $Q(t)$ содержит "провал", поэтому проверка на нормальность ее распределения не имеет смысла.

Массив $H_k(t)$ содержит, видимо, ошибочный результат, который равняется 234. Данные таблицы для этого массива относятся к выборке объема 49 без указанного выброса. Замена выброса на среднее выборочное со следующим расчетом для выборки объема 50 практически не изменила статистических параметров.

Вывод по вариационному анализу. Исследованные массивы довольно разнообразны по своей структуре.

В табл. 5.1. представлены средневыборочные данные и коэффициенты вариации V_a и V_s в процентах для каждой выборки. Часть массивов: $P(t)$, $S_{и}(t)$, $Q(t)$ - для полнокомплектной семноочистительной линии; $P(t)$, $S_{и}(t)$, $S_k(t)$ - для зерноочистительного агрегата ЗАВ-40; $P(t)$, $S_{и}(t)$, $S_k(t)$ - для машины первичной очистки зерна ЗВС-20; $S_{и}(t)$, $S_k(t)$, $\Pi(\Gamma)$ - ворохоочистителя скальператорного типа; $S_{и}(t)$, $S_k(t)$ - для линии обработки вороха на стационаре отличаются большим разбросом данных, причем более всего явным образом это выражено для исходной и конечной засоренности.

Нормальному распределению во всех случаях подчиняется конечная засоренность $S_k(t)$. Следует отметить, что для исходной засоренности $S_{и}(t)$ (см. раздел 4.) такой закон неприемлем, что не отвечает некоторым [12, 13] известным результатам.

Таблица 5.1

Коэффициенты вариации по среднеквадратическому отклонению V_s и размаху V_a в процентах для массивов с разными видами обработки зерна: полнокомплектная семяочистительная линия (а), зерноочистительный агрегат ЗАВ-40 (б), машина первичной очистки зерна ЗВС-20 (в), ворохоочиститель скальператорного типа (г), линия обработки вороха на стационаре (д)

(а)				(б)			
Показатели	Статистические характеристики			Показатели	Статистические характеристики		
	m	V_s	V_a		m	V_s	V_a
P(t)	4,64	5,8	23	P(t)	2,6	12	38
$S_{И}(t)$	4,51	37	174	$S_{И}(t)$	760,8	2,5	9
$H_{И}(t)$	810,3	0,6	2,5	$H_{И}(t)$	11,3	28	116
Q(t)	4,67	0,9	5,4	Q(t)	2,6	4,6	18
$S_k(t)$	0,573	26	117	$S_k(t)$	807,7	0,2	1,0
$H_k(t)$	840,5	0,3	4,0	$H_k(t)$	0,59	24	102

(в)				(г)			
Показатели	Статистические характеристики			Показатели	Статистические характеристики		
	m	V_s	V_a		m	V_s	V_a
P(t)	8,7	10	36	P(t)	5,7	6,0	23
$S_{И}(t)$	757,8	2,7	10	$S_{И}(t)$	1,8	37	133
$H_{И}(t)$	11,3	28	116	Q(t)	5,6	3,4	14
Q(t)	8,25	4,6	18	$S_k(t)$	0,3	50	223
$S_k(t)$	775,0	0,4	7,5	П(t)	0,04	50	200
$H_k(t)$	6,3	33	159				

(д)			
Показатели	Статистические характеристики		
	m	V_s	V_a
P(t)	0,112	14	63
$S_{И}(t)$	81,45	5,7	26
$H_{И}(t)$	308,2	2,9	14

Показатели	Статистические характеристики		
	m	V_s	V_a
Q(t)	0,108	69	28
$S_k(t)$	32,5	12,7	55
$H_k(t)$	637	3	13

Известно, что для выборок с хорошо выраженным нормальным распределением отношения коэффициентов вариации V_a к V_s должно быть близко к 4 [248, 249]. Для выборок с логнормальным и другим видом распределения это отношение заметно отличается от 4 (табл. 5.1.).

Большинство исследованных массивов относится именно к второму случаю, когда гипотеза о нормальном распределении не проходит или проходит с большой натяжкой. Отдельные выборки с малым значением критерия Пирсона для $S_k(t)$ и $H_k(t)$ является скорее исключением. Для них отношение V_a/V_s равняется 4...5.

Можно ждать, что отдельные измерения в 4-х массивах являются ошибочными. Однако перерасчет этих выборок после устранения выбросов не повлиял на средние значения, дисперсии и другие характеристики. Одна выборка $Q(t)$ из четырех обсуждаемых после устранения выброса стала подчиняться нормальному закону.

Следует отметить, что устранение из выборки любой варианты, за исключением выбросов, практически не влияет на статистические характеристики, представленные в табл. 5.2...5.6. Устранение выбросов приводит к изменению, в основном, максимального (или минимального) значений, коэффициента асимметрии, эксцесса, а иногда и к изменению вида гистограммы. Поэтому при выполнении корреляционного и регрессионного анализа целесообразно рассмотреть рядом с исходными данными их скорректированные варианты.

В результате вариационного анализа создается впечатление, что наблюдаемое качественное и количественное разнообразие входных данных нивелируется на выходе. Эта тенденция особенно заметно проявляется при испытаниях ворохоочистителя скальператорного типа, что подтверждает целесообразность использования разработанного нами

ворохоочистителя с псевдоожиженным слоем зерновой массы [36] в качестве стабилизатора-обогапителя потока зернового материала, который можно устанавливать на входе в зерноочистительную линию.

5.4.2. Результаты корреляционного анализа объектов прогнозирования

Коэффициенты парной корреляции между i и j параметрами рассчитывались по формуле [255, 256, 269]:

$$R_{ij} = \frac{\sum X_i \cdot Y_i - n \cdot A_x \cdot A_y}{n \cdot \sqrt{\sum (X_i - A_x)^2} \cdot \sqrt{\sum (Y_i - A_y)^2}}, \quad (5.8.)$$

где X, Y ; - величины i -и и j -и вариант;

n - объем выборок;

A_x, A_y - средние выборочные значения.

Проверка нулевой гипотезы об отсутствии корреляции между данными параметрами проводилась путем сравнения рассчитанного значения критерия Стьюдента T_{PAC} с критической величиной этого критерия $T_{кр}$ для 5%-го уровня значимости в двусторонней критической области, которая равняется 1,99. Значение T_{PAC} вычислялось по формуле:

$$T_{PAC} = \frac{|R_{ij}| \cdot \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-R_{ij}^2}} \quad (5.9.)$$

Если $T_{PAC} > T_{кр}$, то нулевая гипотеза откидывалась, и делался вывод о наличии корреляционной зависимости между рассмотренными параметрами. В противном случае считалось, что корреляция отсутствовала. Как исследуемые параметры использовались входные и выходные факторы для каждой из пяти серий испытаний. Результаты анализа сведены в табл. 5.2...5.6.

Раньше при выполнении вариационного анализа отмечалось, что

некоторые выборки содержали явным образом ошибочные варианты, которые выпадают из общего массива данных. С целью определения вклада соответствующих значений параметров на выводы, полученные из корреляционного анализа, дополнительно проводились расчеты для исправленных выборок, которые выходили путем замены выбросов на средневыборочные значения. Полученные результаты, взятые в скобки, также приведенные в табл. 5.3...5.6.

Полнокомплектная семяоочислительная линия. Высокая корреляционная зависимость выявлена между входными факторами $S_{и}(t)$ и $H_{и}(t)$ (табл. 5.2.). Рассчитанное значение критерия $T_{РАС}=20,72$ на порядок больше критической величины, которая равняется 1,99, что свидетельствует о наличии тесной корреляционной связи для этой пары. Между выходными факторами $S_{к}(t)$ и $H_{к}(t)$ также наблюдается сильная корреляционная связь ($T_{РАС}=10,5$). Выходные и входные факторы не коррелируют один с другим. Для некоторых пар $H_{и}(t)$ и $H_{к}(t)$; $H_{и}(t)$ и $Q(t)$; $P(t)$ и $H_{к}(t)$; $P(t)$ и $Q(t)$ рассчитаны значения $T_{РАС}$ по сравнению с критической величиной, поэтому, при определенных условиях, между ними может оказаться слабая корреляционная зависимость. В других случаях парная корреляция отсутствует.

Расчеты для массивов, исправленных в соответствии с замечаниями в п. 5.3. 1 (соответствующие данные взяты в скобки), не изменяют только что сделанных выводов - все имеющиеся корреляционные зависимости сохранились, новых корреляционных связей не появилось. Незначимые коэффициенты корреляции в парах $H_{и}(t)$ - $H_{к}(t)$, $P(t)$ - $H_{к}(t)$, $P(t)$ - $Q(t)$ упали практически к нулю. В паре $S_{и}(t)$ - $S_{к}(t)$ абсолютное значение R_{ij} повысилось до 0,29, оставаясь, тем не менее, незначимым. Итак, необходимость в корректировании исходных данных при проведении корреляционного анализа в данной серии испытаний отпадает.

Таблица 5.2.

**Результаты корреляционного анализа при испытаниях
полнокомплектной семяоочистной линии**

№№	Массив	Массив	R_{ij}	T_{PAC}
1	P(t)	$S_H(t)$	0,06 (0,085)	0,60 (0,85)
2	P(t)	$H_H(t)$	0,02 (0,084)	0,20 (0,84)
3	$S_H(t)$	$H_H(t)$	0,90 (0,94)	20,72 (26,89)
4	Q(t)	$S_k(t)$	0,15(0,10)	1,50 (1,00)
5	Q(t)	$H_k(t)$	0,19	1,91
6	$S_k(t)$	$H_k(t)$	0,76 (0,42)	10,05 (4,56)
7	$S_H(t)$	$S_k(t)$	-0,07 (-0,29)	0,70 (2,99)
8	$S_H(t)$	$H_k(t)$	-0,13(0,018)	1,30(0,20)
9	$S_H(t)$	Q(t)	-0,09 (-0,12)	0,9(1,20)
10	$H_H(t)$	$S_k(t)$	0,07 (0,02)	0,70 (0,20)
11	$H_H(t)$	$H_k(t)$	0,16 (-0,05)	1,62(0,50)
12	$H_H(t)$	Q(t)	0,17 (-0,10)	1,72(1,00)
13	P(t)	$S_k(t)$	0,03 (-0,07)	0,30 (0,70)
14	P(t)	$H_k(t)$	0,16 (-0,02)	1,62(0,20)
15	P(t)	Q(t)	0,16 (-0,04)	1,62(0,40)

Зерноочистительный агрегат ЗАВ-40. Корреляция выявлена только для входных факторов $S_H(t)$ и $H_H(t)$ (табл. 5.3. $T_{PAC} = 9,953$). В других случаях корреляционные связи слабые или отсутствуют.

Исправление выборок путем корректирования выбросов не привело к изменению характера корреляционных связей между параметрами. Коэффициент R_{ij} в паре $H_H(t)$ -P(t) возрос до 0,14, оставаясь незначимым. Поэтому необходимость корректирования исходных данных при выполнении корреляционного анализа данной серии испытаний отпадает.

Таблица 5.3

**Результаты корреляционного анализа при испытаниях
агрегата ЗАВ-40**

№№	Массив	Массив	R_{ij}	T_{PAC}
1	2	3	4	5
1.	s(t)	$H_H(t)$	0,82 (0,68)	9,95 (6,44)
2.	$S_H(t)$	P(t)	0,02	0,14
3.	$H_H(t)$	P(t)	0,03 (0,14)	0,21 (0,99)
4.	Q(t)	$H_K(t)$	-0,11 (-0,10)	0,77 (0,70)
5.	Q(t)	$S_K(t)$	-0,26	1,87
6.	$H_K(t)$	$S_K(t)$	0,9(0,91)	16,4(17,6)
7.	P(t)	Q(t)	0,06	0,42
8.	P(t)	$S_K(t)$	-0,15	1,05
9.	P(t)	$H_K(t)$	-0,05	0,35
10.	$H_H(t)$	$S_K(t)$	-0,10 (-0,10)	0,70 (0,70)
11.	$H_H(t)$	Q(t)	-0,01 (0,001)	0,07 (0,007)
12.	$H_H(t)$	$H_K(t)$	-0,15(0,14)	1,06(0,99)
13.	$S_H(t)$	$S_K(t)$	0,02	0,14
14.	$S_H(t)$	Q(t)	-0,06	0,42
15.	$S_H(t)$	$H_K(t)$	-0,09	0,63

Машина первичной очистки зерна ЗВС-20. Между входными массивами $H_H(t)$ и $S_H(t)$ существует сильная корреляционная связь (табл. 5.4). Некоторые из исходных массивов также связаны: Q(t) и $S_K(t)$, $H_K(t)$ и $S_K(t)$. Исходные массивы Q(t) и $S_K(t)$, хотя и слабо, коррелируют с массивом $S_H(t)$. Сильная корреляционная связь отмечена между массивами Q(t) и $H_K(t)$

Исправление выборок путем корректирования выбросов не привело к изменению характера корреляционных связей между параметра-

ми. Незначительный рост абсолютного значения R_{ij} имел место для двух пар выборок $H_{и}(t)-S_{и}(t)$ и $H_{и}(t)-S_{к}(t)$, хотя значения соответствующих коэффициентов ТРАСС оставались меньше критического значения.

Таблица 5.4

**Результаты корреляционного анализа при испытаниях машины
первичной очистки зерна ЗВС-20**

№№	Массив	Массив	R_{ij}	$T_{РАС}$
1	P(t)	$H_{и}(t)$	0,04(0,14)	0,21 (0,99)
2	P(t)	$S_{и}(t)$	0,07	0,42
3	$H_{и}(t)$	$S_{и}(t)$	0,03 (0,16)	9,91 (6,47)
4	Q(t)	$H_{к}(t)$	0,8	9,22
5	Q(t)	$S_{к}(t)$	-0,50	3,98
6	$H_{к}(t)$	$s_{к}(t)$	0,58	4,96
7	p(t)	Q(t)	0,08	0,56
8	P(t)	$H_{к}(t)$	0,20	1,60
9	P(t)	$S_{к}(t)$	-0,05	0,35
10	$H_{и}(t)$	Q(t)	0,12(0,16)	0,84(1,13)
11	$H_{и}(t)$	$H_{к}(t)$	0,20 (0,23)	1,60(1,66)
12	$H_{и}(t)$	$S_{к}(t)$	0,01 (-0,12)	0,07
13	$S_{и}(t)$	Q(t)	0,32	2,33
14	$S_{и}(t)$	$H_{к}(t)$	0,14	0,99
15	$S_{и}(t)$	$S_{к}(t)$	-0,27	1,94

Ворохоочиститель скальператорного типа. С точки зрения теории планирования эксперимента данная серия испытаний организованная наиболее удачно. Здесь корреляционные связи между входными массивами практически отсутствуют (табл. 5.6). Исходные массивы Q(t) и $S_{к}(t)$ довольно сильно зависят от входных массивов P(t) и $S_{и}(t)$. В этом

случае критерий ТРАСС равняется соответственно 9,22 и 7,86.

Для проверки стойкости корреляционных связей к ошибкам дополнительно исследован массив $Q(t)$, в котором минимальное значение 5,2 было заменено на средневывборочное 5,5. Новые коэффициенты корреляции приведены в табл. 5.5. - они взяты в скобки. Сравнение старых и новых данных свидетельствует о слабом влиянии случайных воздействий на характер корреляционных связей.

Таблица 5.5

**Результаты корреляционного анализа при испытаниях
ворохоочистителя скальператорного типа**

№№	Массив	Массив	R_{ij}	$T_{РАС}$
1	$P(t)$	$S_{и}(t)$	-0,05	0,35
2	$Q(t)$	$S_{к}(t)$	0,01 (-0,03)	0,07(0,21)
3	$Q(t)$	$\Pi(t)$	0,12 (0,08)	0,84 (0,56)
4	$S_{к}(t)$	$\Pi(t)$	0,15	1,05
5	$P(t)$	$Q(t)$	0,80 (0,75)	9,22 (7,86)
6	$P(t)$	$S_{к}(t)$	-0,09	0,63
7	$P(t)$	$\Pi(t)$	0,12	0,84
8	$S_{и}(t)$	$Q(t)$	0,0008 (0,080)	0,56
9	$S_{и}(t)$	$S_{к}(t)$	0,74	7,53
10	$S_{и}(t)$	$\Pi(t)$	0,19	1,34

Линия обработки вороха на стационаре. Высокая корреляционная зависимость наблюдается между массивами $S_{и}(t)$ и $H_{и}(t)$ (табл. 5.6., $T_{РАС}=13,69$). Относительно сильная зависимость выявлена между выходными и входными массивами:

- $T_{РАС} = 14,49$ для массивов $S_{и}(t)$ и $S_{к}(t)$;
- $T_{РАС} = 8,82$ для $H_{и}(t)$ и $S_{к}(t)$;
- $T_{РАС} = 4,93$ для $P(t)$ и $Q(t)$.

Значение $T_{PAC} - 2,53$ для пары массивов $S_k(t)$ и $H_k(t)$ указывает на некоторую корреляцию между ними.

Таблица 5.6

**Результаты корреляционного анализа при испытаниях линии
обработки вороха на стационаре**

№№	Массив	Массив	R_{ij}	T_{PAC}
1	P(t)	$S_{и}(t)$	0,14	0,99
2	P(t)	$H_{и}(t)$	0,08	0,56
3	$S_{и}(t)$	$H_{и}(t)$	0,89	13,69
4	Q(t)	$S_k(t)$	0,05	0,35
5	Q(t)	$H_k(t)$	-0,02	0,14
6	$S_k(t)$	$H_k(t)$	-0,34	2,53
7	P(t)	Q(t)	0,58	4,93
8	P(t)	$S_k(t)$	-0,18	1,27
9	P(t)	$H_k(t)$	-0,003	0,02
10	$S_{и}(t)$	Q(t)	-0,08	0,54
11	$S_{и}(t)$	$S_k(t)$	0,88	14,49
12	$S_{и}(t)$	$H_k(t)$	0,31	2,26
13	$H_{и}(t)$	Q(t)	0,09	0,66
14	$H_{и}(t)$	$S_k(t)$	0,79	8,82
15	$H_{и}(t)$	$H_k(t)$	0,32	2,34

Вывод по корреляционному анализу. Результаты исследования функционирования исследуемых объектов послеуборочной обработки зерна можно разбить на несколько групп. К первой группе отнесем испытание полнокомплектной семяочистительной линии и зерноочистительного агрегата ЗАВ-40. Для этих видов испытаний характерна очень сильная зависимость между входными факторами $S_{и}(t)$ и $H_{и}(t)$ и выходными - $S_k(t)$ и $H_k(t)$ с коэффициентами корреляции 0,76-0,91 и

отсутствие связи между другими входными и выходными факторами (табл. 5.2...5.3.). В последнем случае абсолютное значение коэффициента корреляции не превышало 0,17. Не обращаясь к дополнительным видам анализа, можно предположить, что в этой серии экспериментов входные параметры, в пределах их изменения, не влияли на выходные факторы.

Ко второй группе отнесем испытание машины первичной очистки зерна ЗВС-20 и линии обработки массы на стационаре, где есть сильная связь между входными факторами $S_n(t)$ и $H_n(t)$, при этом коэффициенты корреляции составляют 0,81...0,89 (табл. 5.4 ...5.6.). Более сильная связь отмечена между выходными факторами: $Q(t)$ и $H_k(t)$ - 0,8; $S_k(t)$ и $H_k(t)$ - 0,58 (табл. 5.4). Но в отличие от первой группы здесь выявлена зависимость между входными и выходными факторами.

Корреляционный анализ для скорректированных выборок в целом не дал новых результатов. Все выявленные на выходных массивах связи сохранились, новые корреляционные зависимости не появились. В некоторых случаях коэффициент R_{jj} возрос от нулевого значения к 0,10...0,32, оставаясь, тем не менее, незначимым, или уменьшился от незначимых величин практически к нулю.

Высокие коэффициенты парной корреляции в случае линии обработки массы на стационаре не являются гарантией для успешного выявления зависимостей методами регрессионного анализа.

При испытаниях ворохоочистителя скальператорного типа корреляционные связи между входными факторами отсутствуют - коэффициент корреляции равняется -0,05. В то же время коэффициенты корреляции между выходными и входными факторами равны 0,74 и 0,80 (табл. 5.5.). Эта серия испытаний является идеальной для проведения регрессионного анализа.

Отметим, что режимы функционирования полнокомплектной сепараторно-очистительной линии и зерноочистительного агрегата ЗАВ-40 следует считать довольно стойкими. Изменение входных параметров в исследуемых границах не оказывает сильного влияния на выходные характеристики. Выявленная зависимость выходных факторов от входных для линии обработки массы на стационаре и, особенно для ворохоочистителя скальператорного типа, свидетельствует о возможностях оптимизации режимов их использования. С целью уточнения выводов для последнего случая целесообразно обратиться к выполнению регрессионного анализа. Не исключено, что проведение регрессионного анализа может оказаться полезным и для других исследуемых объектов.

Выполненное исследование позволяет определить довольно высокий уровень корреляционных связей между засоренностью зернового материала $S(t)$ и его натурой $H(t)$ (табл. 5.2...5.6.). Для рассмотренных случаев R_{ij} находится в пределах 0,81-0,90.

В настоящее время существует объективная необходимость в разработке экспресс-анализаторов качества зерновых материалов. На наш взгляд, выявленные зависимости $S(t)$ - $H(t)$ должны послужить основой для косвенного метода определения засоренности материалов.

Для разных ЗОМ и агрегатов корреляционные связи по линии "вход"- "выход" разные, что подтверждается результатами выполненного исследования.

Это объясняется компоновкой рабочих органов, особенностями технологических процессов ЗОМ, качеством исходного обрабатываемого материала и условиями операций, которые выполняются: предварительной, первичной, вторичной очистки; триерования; пневмосортирования и др.

Испытание ворохоочистителя скальператорного типа, в отличие от всех рассмотренных объектов, показали наиболее стойкий, высокий

коэффициент корреляции между выходными и входными факторами.

Это связано с минимальной экспозицией взаимодействия рабочих органов (аэропитателя, цилиндрического решета с внешней рабочей поверхностью и щетки очистителя) с обрабатываемым материалом и отсутствием возмущающих воздействий (вибраций, ударных нагрузок и др.).

5.4.3 Исследование объектов прогнозирования методом регрессионного анализа

Регрессионный анализ состоял в построении многомерной функции отклика с использованием метода наименьших квадратов в линейном приближении. Зависимость значений исходного фактора от трех входных факторов x_1, x_2, x_3 имеет вид [255, 256, 259]:

$$y = a_0 + \sum_{i=1}^{i=3} a_i \cdot x_i, \quad (5.10.)$$

где a_i константы, которые вычисляются методом наименьших квадратов.

Выражение 5.10 отражает зависимость выходного параметра от входных факторов при предоставлении последних в естественном виде. В этом случае все выходные параметры берутся в той размерности, которая использовалась при измерениях. Опыт проведения регрессионного анализа показывает, что функцию отклика (5.10) целесообразно представлять в нормированном виде:

$$z = z_0 + \sum_{i=1}^{i=3} b_i \cdot u_i, \quad (5.11.)$$

где новые и старые переменные связаны равенствами:

$$z = \frac{y - \bar{y}}{y_2 - y_1}; \quad (5.12.)$$

$$u_i = \frac{x_i - \bar{x}}{x_2 - x_1}. \quad (5.13.)$$

Формула (5.11) в нормированном виде более удобная при анализе. В этом случае вклад каждого входного фактора в значение функции отклика пропорционален коэффициентам регрессии b_i . Для вычисления коэффициентов регрессии есть большое количество стандартных программ, на описании которых нет необходимости останавливаться.

В таблицах 5.7 - 5.16 буквенными символами обозначены коэффициенты уравнений регрессии двух видов, рассчитанные по формулам 5.10 и 5.11, где A_0, B_0 - свободный член уравнения; $A_1, B_1, A_2, B_2, A_3, B_3$ - коэффициенты для входных факторов, соответственно $P(t), S_n(t)$ и $H_n(1)$.

Полнокомплектная семяочистительная линия. Результаты регрессионного анализа представлены в табл. 5.7...5.8. Исходные данные, которые использованы для построения функции отклика, полностью отвечали данным, на основании которых раньше проводился вариационный анализ.

Таблица 5.7

Коэффициенты регрессии A_i , среднеквадратическое отклонение рассчитанных данных от экспериментальных значений S_r , среднеквадратическое отклонение экспериментального значения от средневыворочного S и отношение S_r/S при испытании полнокомплектной семяочистительной линии

Показатели	Статистические характеристики							Корректирование
	A_0	A_1	A_2	A_3	S	S_r	S_r/S	
$S_k(t)$	-3,16	-0,0064	0,0050	-0,062	0,15	0,14	0,96	нет
$H_u(t)$	881	-0,0559	-0,058	1,43	2,7	2,6	0,96	да
$H_k(t)$	916	-0,123	-0,107	2,496	2,7	2,6	0,96	нет
$Q(t)$	4,75	-0,0003	-0,0002	0,017	0,042	0,041	0,98	да

Вычисления выполнялись как с исходными массивами, так и с массивами, скорректированными на отдельные выбросы. При использовании нескорректированных исходных данных в последнем столбце таблиц стоит пометка "нет", в противном случае - пометка "да". Аналогичное замечание относится и ко всем следующим сериям опытов.

Параметр адекватности S_r/S для регрессионных моделей в табл. 5.7 оказался равным 0,96...0,98, что указывает на отсутствие зависимости выходных факторов от входных параметров. Этот вывод хорошо согласовывается с результатами корреляционного анализа (табл. 5.6.), соответственно которому коэффициенты корреляции между выходными и входными факторами незначительные и не превышают по абсолютной величине 0,14...0,17. Известно, что форма неадекватных моделей чрезвычайно чувствительная к ошибкам измерения. В частности, небольшое корректирование массивов данных, которое составлялось в замене отдельных измерений на средневыборочные, привело практически к новой модели (сравните 2-ой и 3-ий строки таблицы 5.6). В табл. 5.8 приведены коэффициенты регрессии для нормированного вида моделей.

Таблица 5.8

Коэффициенты регрессии нормированных уравнений при испытании полнокомплектной семяочистительной линии

Показатели	Статистические характеристики				Корректирование
	B	B ₁	B ₂	B ₃	
Sk(t)	-0,00149	-0,0836	0,149	-0,130	нет
H _k (t)	-0,0044	-0,032	-0,077	-0,133	да
H _k (0)	0,00106	-0,0645	-0,142	0,180	нет
Q(t)	-0,0229	-0,0112	-0,016	0,0970	да

Абсолютное значение для всех коэффициентов регрессии B в табл. 5.8 меньше 0,2. Это означает, что в случае адекватной модели изменение любого входного параметра от минимального до максимально-

го значения приведет к относительному изменению выходного фактора не больше чем на 0,4, т.е. максимум на 40%.

Максимальный коэффициент регрессии в табл. 5.8, равный 0,180, относится к входному фактору $P(t)$ в случае не скорректированной модели для второго выходного фактора $H_k(t)$.

Зерноочистительный агрегат ЗАВ-40. Коэффициенты регрессии для моделей представлены в табл. 5.9.

Таблица 5.9

Коэффициенты регрессии A_i , среднеквадратическое отклонение рассчитанных данных от экспериментальных значений S_r , среднеквадратическое отклонение экспериментального значения от средневыборочного S и отношение S_r/S при испытании зерноочистительного агрегата ЗАВ 40

Показатель	Статистические характеристики							Коррек- тирова- ние
	A_0	A_1	A_2	A_3	S	S_r	S_r/S	
$Q(t)$	3,01	-0,00086	-0,00079	-0,0019	0,10	0,12	0,83	нет
$H_k(t)$	780,9	-4,24	0,0518	-0,0684	2,4	2,1	0,87	нет
$S_u(t)$	0,564	-0,111	-0,00041	-0,0010	0,14	0,14	1,0	нет
$S_k(t)$	0,8399	-0,770	-0,00074	0,0011	0,14	0,14	1,0	да

Коэффициент адекватности S_r/S для третьего фактора $S_u(t)$ равен 1. Попытка улучшить модель путем корректирования массивов ни к чему не привела. Новая скорректированная модель имела близкие параметры и ту же величину коэффициента адекватности. Абсолютное значение коэффициентов корреляции, которые связывают третий исходный фактор с входными параметрами, не превышает 0.15, что мень-

ше критической величины (табл. 5.2). Поэтому есть все основания отнести эту модель к разряду неадекватных.

Коэффициенты адекватности для первых двух исходных факторов $Q(t)$ и $H_k(t)$ равняются 0,83 (первый) и 0,87 (второй), что немного лучше в сравнении с третьим фактором, но не настолько хорошо, чтобы сделать однозначный вывод в пользу адекватности моделей. Для получения дополнительной информации по вопросу адекватности обратимся к табл. 5.10, где содержатся данные о коэффициентах регрессии моделей в нормированном виде.

Таблица 5.10

**Коэффициенты регрессии нормированных уравнений при
испытании зерноочистительного агрегата ЗАВ-40**

Показатели	Статистические характеристики				Корректирование
	B_0	B_1	B_2	B_3	
$Q(t)$	-0,0079	0. 179	-0,182	-0,0516	нет
$H_k(t)$	0,00112	-0,353	0,475	-0,0747	нет
$S_k(t)$	0,0106	-0,185	0,0754	0,0223	нет

Коэффициенты регрессии для третьего фактора в случае скорректированных и не скорректированных массивов немного отличаются друг от друга. Максимальный коэффициент регрессии приходится на первый фактор. Он отрицательный и равняется около -0,05...-0,18. Согласно данным корреляционного анализа максимальный коэффициент корреляции также относится к первому фактору. Поэтому можно предполагать о наличии некоторой тенденции снижения третьего фактора с ростом первого входного фактора. Однако эта зависимость довольно несущественная и слабо проявляется на фоне шумовых помех.

Первые два выходных параметра упорядочены в большей степе-

ни. Здесь коэффициент адекватности S_r/S меньше 1 (табл. 5.10), а коэффициенты регрессии нормированной модели выше в сравнении с третьим фактором (табл. 5.10). Значение $B_2=0,475$ (см. строка 2 в табл. 5.10) свидетельствует о том, что изменение второго выходного параметра от своей минимальной до максимальной величины в случае адекватной модели приведет почти к двукратному увеличению второго выходного фактора.

Из проведенного анализа можно сделать вывод - тенденция роста $H_k(t)$ от $H_u(t)$, вероятно, есть. В целом, все выходные факторы в этой серии экспериментов практически не зависят от входных параметров.

Машина первичной очистки зерна ЗВС-20. Результаты регрессионных исследований сведены в табл. 5.11 и 5.12. В этом случае все модели неадекватные. Попытка улучшить ситуацию для второго выходного фактора путем корректирования исходных массивов не увенчалась успехом - отношение S_r/S осталось равным 7,0.

Таблица 5.11

Коэффициенты регрессии A_i , среднеквадратическое отклонение рассчитанных данных от экспериментальных значений S_r , среднеквадратическое отклонение экспериментального значения от средневыворочного S и отношение S_r/S при испытании машины первичной очистки зерна ЗВС-20

Показатели	Статистические характеристики							Корректирование
	A_0	A_1	A_2	A_3	S	S_r	S_r/S	
$Q(t)$	3,39	-0,196	0,0081	0,037	0,38	0,35	0,92	нет
$H_k(t)$	601,1	-0,656	0,222	1,000	3,3	23,2	7,0	нет
$H_u(t)$	555,0	-1,336	0,293	0,763	3,3	23,1	7,0	да
$S_k(t)$	-11,7	-1,18	0,040	-0,174	2Д	2,1	1,0	нет

Полученный вывод согласуется с результатами корреляционного анализа. На всех исследованных графиках экспериментальные точки хаотически разбросанные по полю. Тенденции к образованию корреляционной связи не выявлено.

Таблица 5.12

**Коэффициенты регрессии нормированных уравнений при
испытании машины первичной очистки зерна ЗВС-20**

Показатели	Статистические характеристики				Корректирование
	B_0	B_1	B_2	B_3	
$Q(t)$	-0,000357	-0,405	0,594	0,325	нет
$H_k(t)$	-0,0219	-0,0351	0,421	0,226	нет
$H_u(t)$	-0,0043	-0,0714	0,3946	0,1733	да
$S_k(t)$	0,0013	-0,366	0,438	-0,228	нет

Ворохоочиститель скальператорного типа. Коэффициенты регрессии для разных видов моделей представлены в табл. 5.13, 5.14, откуда видно, что уравнение для третьего исходного фактора неадекватное (коэффициент адекватности S_r/S равняется 1.25).

Таблица 5.13

**Коэффициенты регрессии A_i , среднеквадратическое отклонение
рассчитанных данных от экспериментальных значений S_r ,
среднеквадратическое отклонение экспериментального значения от
средневыборочного S и отношение S_r/S при испытании
ворохоочистителя скальператорного типа**

Показатели	Статистические характеристики						Корректирование
	A_0	A_1	A_2	S	S_r	S_r/S	
$Q(t)$	2,917	0,4784	0,0111	0,19	0,11	0,58	нет
$S_k(t)$	0,1582	-0,030	0,1773	0,15	0,10	0,69	нет
$\Pi(t)$	-0,033	0,0109	0,0095	0,020	0,025	1,25	нет

Таблица 5.14

**Коэффициенты регрессии нормированных уравнений при
испытании ворохоочистителя скальператорного типа**

Показатели	Статистические характеристики			Корректирование
	B_0	B_1	B_2	
$Q(t)$	-0,00011	0,778	0,033	нет
$H_k(t)$	0,000023	-0,049	0,532	нет
$\Pi(t)$	0,000032	0,018	0,029	нет

Уравнение для первых двух факторов имеют адекватность (коэффициент адекватности S_r/S равняется, соответственно, 0.58 и 0.69). Причем первый выходный фактор зависит только от первого входного параметра (коэффициенты $B_1=0,778$, $B_2=0,033$, табл. 5.14), а второй выходный фактор зависит только от второго фактора ($B_1=-0,049$, $B_2=0,532$, табл. 5.14).

Ранее выполненный корреляционный анализ (табл. 5.5) также показал, что корреляционные связи для третьего фактора незначительные, а выходные второй и третий факторы зависят, соответственно, только от первых и вторых входных параметров.

Линия для обработки вороха на стационаре. Коэффициенты регрессии для уравнений 5.10 и 5.11 приведены в табл. 5.15, 5.16. При проведении расчетов массив $H_k(t)$ скорректирован путем замены явного выброса для 29-го измерения и равного 234 на средневыборочное 637. Первое уравнение регрессии определяет тенденцию роста первого выходного фактора с ростом первого входного фактора, но утверждать о его адекватности нет веских оснований. Корреляционный анализ также указывает на значимость коэффициента корреляции между соответствующими массивами $P(t)$ и $Q(t)$ (табл. 5.6).

Таблица 5.15

Коэффициенты регрессии A_i , среднеквадратическое отклонение рассчитанных данных от экспериментальных значений S_r , среднеквадратическое отклонение экспериментального значения от средневыворочного S и отношение S_r/S при испытании линии о бработки вороха на стационаре

Показатели	Статистические характеристики						
	A_0	A_1	A_2	A_3	S	S_r	S_r/S
$Q(t)$	-0,014	0,301	0,00033	0,00021	0,074	0,063	0,85
$S_k(t)$	-21,67	0,57	0,666	-0,0004	3,9	2,20	0,56
$H_k(t)$	704,45	87,98	-2,54	0,420	19	10,9	0,56

Уравнение регрессии для второго и третьего факторов адекватно описывают исследуемый объект, о чем свидетельствуют низкие коэффициенты S_r/S , равные 0.56. Корреляционный анализ подтверждает корреляционные связи указанных выходных факторов с входными параметрами (табл. 5.6).

Таблица 5.16

Коэффициенты регрессии нормированных уравнений при испытании линии обработки вороха на стационаре

Показатель	Статистические характеристики			
	B_0	B_1	B_2	B_3
$Q(t)$	-0,0461	0,803	0,231	0,301
$S_k(t)$	-0,0015	0,0025	0,777	-0,00096
$H_k(t)$	-0,0054	0,084	-0,675	0,222

Принимая во внимание сильную корреляционную связь между входными параметрами $S_n(t)$ и $H_n(t)$, следует отметить, что в этом случае выявляется, фактически, зависимость $S_k(t)$ от неразделенного совокупного воздействия двух входных параметров $S_n(t)$ и $H_n(t)$.

5.5 Математические модели прогнозирования показателей качества функционирования машин и агрегатов

В результате выполненного регрессионного анализа были получены математические модели прогнозирования показателей качества функционирования зерноочистительных машин и агрегатов в двух видах.

Математические модели, рассчитанные по формуле 5.10, отображают зависимость исходного параметра от входных факторов при задаче в естественном виде, т.е. в том масштабе и в той размерности, которые использовались при измерениях.

Для: - семяочистительной линии

$$\begin{aligned} Q^1 &= 4,75 + 0,017 \cdot P^1 - 0,0003 \cdot S_{и}^1 - 0,0002 \cdot H_{и}^1 \\ S_{к}^1 &= -3,16 - 0,062 \cdot P^1 - 0,0064 \cdot S_{и}^1 - 0,005 \cdot H_{и}^1 \\ H_{к}^1 &= 916 + 2,496 \cdot P^1 - 0,123 \cdot S_{и}^1 - 0,107 \cdot H_{и}^1; \end{aligned} \quad (5.14.)$$

- ЗАВ-40

$$\begin{aligned} Q^2 &= 3,01 - 0,00086 \cdot P^2 - 0,0019 \cdot S_{и}^2 - 0,00079 \cdot H_{и}^2 \\ S_{к}^2 &= 0,564 - 0,111 \cdot P^2 - 0,001 \cdot S_{и}^2 - 0,0004 \cdot H_{и}^2 \\ H_{к}^2 &= 780,9 - 4,24 \cdot P^2 - 0,068 \cdot S_{и}^2 - 0,052 \cdot H_{и}^2; \end{aligned} \quad (5.15.)$$

- ЗВС-20

$$\begin{aligned} Q_{к}^3 &= 3,39 - 0,196 \cdot P^3 + 0,037 \cdot S_{и}^3 + 0,008 \cdot H_{и}^3 \\ S_{к}^3 &= -11,7 - 1,18 \cdot P^3 - 0,174 \cdot S_{и}^3 + 0,04 \cdot H_{и}^3 \\ H_{к}^3 &= 601,1 - 0,656 \cdot P^3 + 1,0 \cdot S_{и}^3 + 0,22 \cdot H_{и}^3; \end{aligned} \quad (5.16.)$$

- Ворохоочистителя

$$\begin{aligned} Q^4 &= 2,92 + 0,48 \cdot P^4 + 0,01 \cdot S_{и}^4 \\ S_{к}^4 &= 0,16 - 0,03 \cdot P^4 + 0,18 \cdot S_{и}^4 \\ H_{к}^4 &= 0,033 + 0,01 \cdot P^4 + 0,009 \cdot S_{и}^4; \end{aligned} \quad (5.17.)$$

- Линии обработки вороха на стационаре

$$\begin{aligned} Q^5 &= -0,014 + 0,301 \cdot P^5 + 0,0003 \cdot S_{и}^5 + 0,0002 \cdot H_{и}^5 \\ S_{кн}^5 &= -21,67 + 0,57 \cdot P^5 + 0,67 \cdot S_{и}^5 - 0,0004 \cdot H_{и}^5 \\ H_{кн}^5 &= 704,45 + 85,98 \cdot P^5 - 2,54 \cdot S_{и}^5 + 0,42 \cdot H_{и}^5. \end{aligned} \quad (5.18.)$$

При расчетах, выполненных по формуле 5.11, полученные математические модели в нормированном виде, когда старые и новые переменные связаны равенствами в соответствии с выражением 5.12 и 5.13. В этом случае значимость каждого входного фактора в значении функции отклика пропорциональна коэффициентам регрессии.

Для: - семяочистительной линии

$$\begin{aligned} Q_{н}^1 &= 0,023 + 0,097 \cdot P^1 - 0,011 \cdot S_{и}^1 - 0,016 \cdot H_{и}^1 \\ S_{кн}^1 &= -0,0015 - 0,13 \cdot P^1 - 0,084 \cdot S_{и}^1 - 0,149 \cdot H_{и}^1 \\ H_{кн}^1 &= 0,001 + 0,18 \cdot P^1 - 0,065 \cdot S_{и}^1 - 0,142 \cdot H_{и}^1; \end{aligned} \quad (5.19.)$$

- ЗАВ-40

$$\begin{aligned} Q_{н}^2 &= 0,008 + 0,179 \cdot P^2 - 0,052 \cdot S_{и}^2 - 0,182 \cdot H_{и}^2 \\ S_{кн}^2 &= 0,001 - 0,353 \cdot P^2 + 0,022 \cdot S_{и}^2 + 0,075 \cdot H_{и}^2 \\ H_{кн}^2 &= 0,001 - 0,353 \cdot P^2 - 0,075 \cdot S_{и}^2 + 0,475 \cdot H_{и}^2; \end{aligned} \quad (5.20.)$$

- ЗВС-20

$$\begin{aligned} Q_{н}^3 &= -0,00036 - 0,405 \cdot P^3 + 0,325 \cdot S_{и}^3 + 0,594 \cdot H_{и}^3 \\ S_{кн}^3 &= 0,0013 - 0,366 \cdot P^3 - 0,228 \cdot S_{и}^3 + 0,438 \cdot H_{и}^3 \\ H_{кн}^3 &= -0,022 - 0,035 \cdot P^3 + 0,226 \cdot S_{и}^3 + 0,421 \cdot H_{и}^3; \end{aligned} \quad (5.21.)$$

- ворохоочистителя

$$\begin{aligned} Q_{н}^4 &= 0,0001 + 0,778 \cdot P^4 + 0,033 \cdot S_{и}^4 \\ S_{кн}^4 &= 0,00002 + 0,049 \cdot P^4 + 0,532 \cdot S_{и}^4 \\ П_{н}^4 &= 0,00003 + 0,018 \cdot P^4 + 0,029 \cdot S_{и}^4; \end{aligned} \quad (5.22.)$$

- линии обработки вороха на стационаре

$$\begin{aligned} Q_{н}^5 &= -0,046 + 0,803 \cdot P^5 + 0,231 \cdot S_{и}^5 + 0,301 \cdot H_{и}^5 \\ S_{кн}^5 &= -0,0015 + 0,0025 \cdot P^5 + 0,777 \cdot S_{и}^5 - 0,001 \cdot H_{и}^5 \\ H_{кн}^5 &= -0,0054 + 0,084 \cdot P^5 - 0,675 \cdot S_{и}^5 - 0,222 \cdot H_{и}^5. \end{aligned} \quad (5.23.)$$

Полученные модели первого вида уравнения 5.14...5.18 проверены на адекватность. Модели второго вида уравнения 5.19...5.23 проверены на значимость входных факторов, которые пропорциональные их коэффициентам регрессии.

Как основной показатель функционирования машин и агрегатов, используемых для обоснования параметров технической оснащенности зернокомплексов, принята их производительность Q .

В результате выполненных исследований рассмотрены разные прикладные методики прогнозирования эволюции систем, их структур и свойств. Изучены вероятностно-статистические связи испытанных в производственных условиях систем методами вариационного, корреляционного и регрессионного анализа и разработаны математические модели качества функционирования серийных и экспериментальных ЗОМ и агрегатов: полнокомплектной семяочистительной линии; зерноочистительного агрегата ЗАВ-40; машины первичной очистки зерна ЗВС-20; ворохоочистителя скальператорного типа и линии для обработки вороха на стационаре. Полученные модели прогнозируют показатели качества функционирования ЗОМ и агрегатов в условиях юга Украины.

Аналогичный подход может быть применен при испытаниях существующих и вновь разрабатываемых ЗОМ и агрегатов.

Вывод по разделу 5

1. Выявлены вероятностно-статистические связи испытанных в производственных условиях объектов послеуборочной обработки зерна методами вариационного, корреляционного и регрессионного анализа и разработаны математические модели прогнозирования качества функци-

онирования серийных и экспериментальных машин и агрегатов. Установлен высокий коэффициент вариации (37...50 %) входных и выходных показателей работы зерноочистительных машин и агрегатов. Особенно это характерно для связей между исходной и конечной засоренностями, что приводит к большим колебаниям производительности и качества работы зерноочистительных машин и агрегатов и подтверждает то, что при подборе машин по техническим характеристикам зернокомплексы не будут обладать прогнозируемыми показателями качества их работы, что должно быть учтено при реконструкциях существующих и проектировании новых зернокомплексов.

2. Качественные и количественные связи ворохоочистителя скальператорного типа между входными и выходными факторами имеют коэффициенты корреляции 0,74...0,80.

Это позволяет использовать его как стабилизатор - обогатитель потока ЗМ на входе в зерноочистительную линию.

3. Выявлена существенная (на 20...40 %) ошибка в определении производительности зерноочистительных машин по техническим характеристикам в отличие от показателей их качества в реальных условиях, что является основой для корректировки существующих методик расчета состава и функциональных параметров зернокомплексов.

РАЗДЕЛ 6

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБОСНОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

6.1 Предварительные замечания и постановка задач

Для практической реализации обоснования параметров ПУОЗ предусмотрена значительная работа по технологическому, техническому и нормативному обеспечению.

В работах Л. В. Погорелого [199, 212, 258,259] отмечается, что необходимо вместо расплывчатых показателей агротехнических требований применять формализованные методы оценки оптимальных значений соответствующих показателей качества работы машин и технологических процессов.

Для получения достоверных данных об эксплуатационно-технологической эффективности техники в широкой области условий и соответствующей организации управления необходимо создать более представительную информационную базу: собрать и обобщить многочисленные сведения, которые касаются моделей зоны и регионов, влияния природно-производственных условий на разные эксплуатационные показатели машин и технологий, прогнозов изменения условий эксплуатации и т.д. [259]. Для получения систематических данных такого характера целесообразно использовать данные испытаний техники в разных условиях, а также организовать накопление и обобщение информации.

Существующие методики обоснования основных параметров машин и оборудования для ПУОЗ различаются, как по ширине охвата процессов и глубине их детализации, так и по используемым математи-

ческим методам. При построении большинства из них довольно детально изучался процесс послеуборочной обработки, а процесс поступления зерна от комбайнов заменялся упрощенной моделью, которая создавалась на основе наблюдений за потоками поступления. При таком подходе практически невозможно разграничение влияния на характеристики потока природно-климатических зон, с одной стороны, и организационно-технических факторов, с другой стороны, что может отрицательно сказаться на точности результатов при использовании методик для расчетов в условиях непрерывного совершенствования технических средств и организации работы уборочно-транспортных комплексов [10].

Существуют методики, в которых одновременно обосновываются параметры машин и оборудования для процессов уборки, транспортирования и ПУОЗ. Такой подход следует считать лучшим, так как он позволяет обосновать структуру и основные параметры машин и оборудования комплекса ПУОЗ с учетом конкретной структуры и организации работы уборочно-транспортного комплекса и создает тем самым предпосылки для организации технологических процессов, которые отвечают требованиям непрерывности, поточности и комплексности.

Вместе с этим следует отметить, что в предложенных методиках практически не учитывается вероятностно-статистическая природа явлений и сложный характер взаимодействия между уборочными машинами, транспортом и машинами послеуборочной обработки в процессе их общего функционирования, что наиболее часто приводит к существенным ошибкам при расчетах [10].

Для решения задачи обоснования основных параметров машин и оборудования для послеуборочной обработки зерна с учетом вероятностно-статистических характеристик поступления зерновых материалов на комплекс целесообразно использовать метод имитационного моделирования, что позволяет получить хорошие результаты при достаточно большом количестве данных, характеризующих зональные условия.

Исходя из поставленной цели исследования предусматривается решение следующих задач.

1. Разработать методику обоснования функциональных параметров технических средств послеуборочной обработки зерна с использованием имитационного моделирования.
2. На основе разработанной методики привести пример расчета параметров оборудования поточных линий моделируемого зернокомплекса.

6.2 Моделируемые процессы технологического оборудования

Моделирование проводится с целью определения производительности входящих в технологическую цепочку машин и емкостей межоперационных накопителей, которые обеспечивают работу комплекса в заданных условиях.

Технологическая схема моделируемого зерноочистительного комплекса представлена на рис. 6.1.

Комплекс состоит из завальной ямы (ЗЯ), нории (НОР), машины предварительной очистки (МПО), машины первичной очистки (МПрО) и отделения бункеров временного хранения (ОБВХ).

В качестве машины предварительной очистки используется разработанный нами ворохоочиститель скальператорного типа [Приложение Д, Е] и под машиной первичной очистки следует понимать машину ЗВС-20, математические модели прогноза качества функционирования которых получены в п. 5.4 настоящей работы.

Поступивший на обработку зерновой ворох выгружается из транспортных средств в завальную яму, потом норией подается на машину предварительной очистки, а дальше на машину первичной очистки. Если на машину предварительной очистки из нории или из машины предварительной очистки на машину первичной очистки поступает больше вороха, чем они могут обработать, излишки засыпаются в отделение бункеров временного хранения.

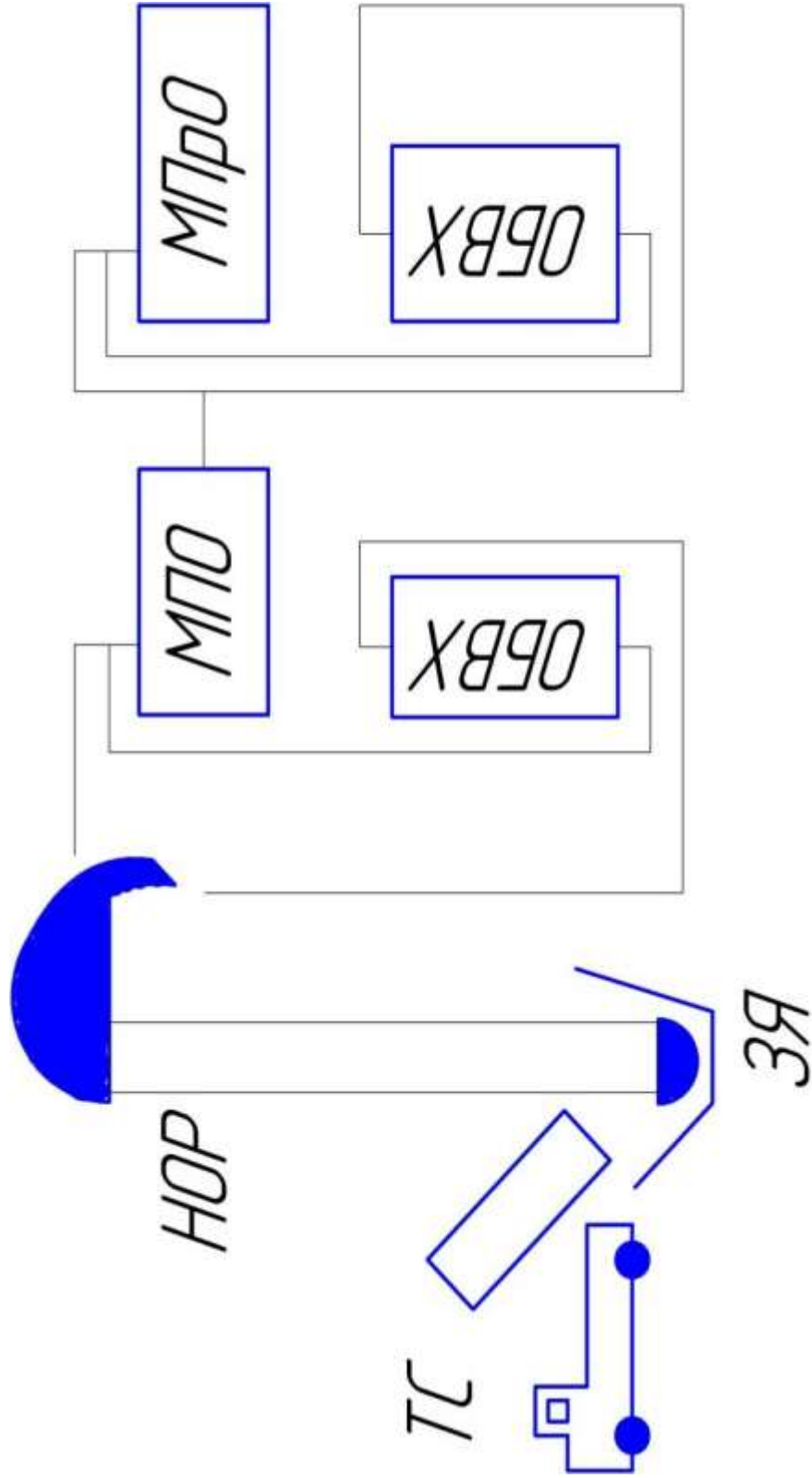


Рис. 6.1. Технологическая схема моделируемого зерноочистительного комплекса

Зерновой ворох от комбайнов поступает не только в светлое время суток, а комплекс работает круглые сутки. В ночные часы зерновой ворох подается на машины из отделения бункеров временного хранения.

Поставленной для решения задачей являются определение для условий конкретного хозяйства необходимых продуктивностей норрии и зерноочистительных машин (и их количества), а также емкости завальной ямы и отделения бункеров временного хранения.

Выбранные параметры должны обеспечить поточность технологического процесса. Поточным мы будем считать такой технологический процесс, в котором с заданным уровнем вероятности выполняется условие: для каждой пары машин, которые выполняют в технологической цепочке непосредственно следующие одна за другой операции, емкость межоперационного накопителя является достаточной для размещения материала, который обработан первой из них, но не может быть сразу передан на другую в связи с разным характером изменения производительности этих машин и состояния материала. На представленной выше схеме в качестве межоперационных накопителей рассматривается завальная яма и отделение бункеров временного хранения.

На практике реализация принципа поточности позволяет избежать дополнительных затрат ручного и маломеханизированного труда, связанных с размещением временно "выпадающего" из технологического процесса зернового вороха на неприспособленные площадки и возвращением его в технологическую линию при освобождении оборудования.

Для достижения поставленной цели предлагается моделировать технологическую линию послеуборочной обработки зерна, как систему массового обслуживания. На рис. 6.2 такая система массового обслуживания представлена в виде схемы.

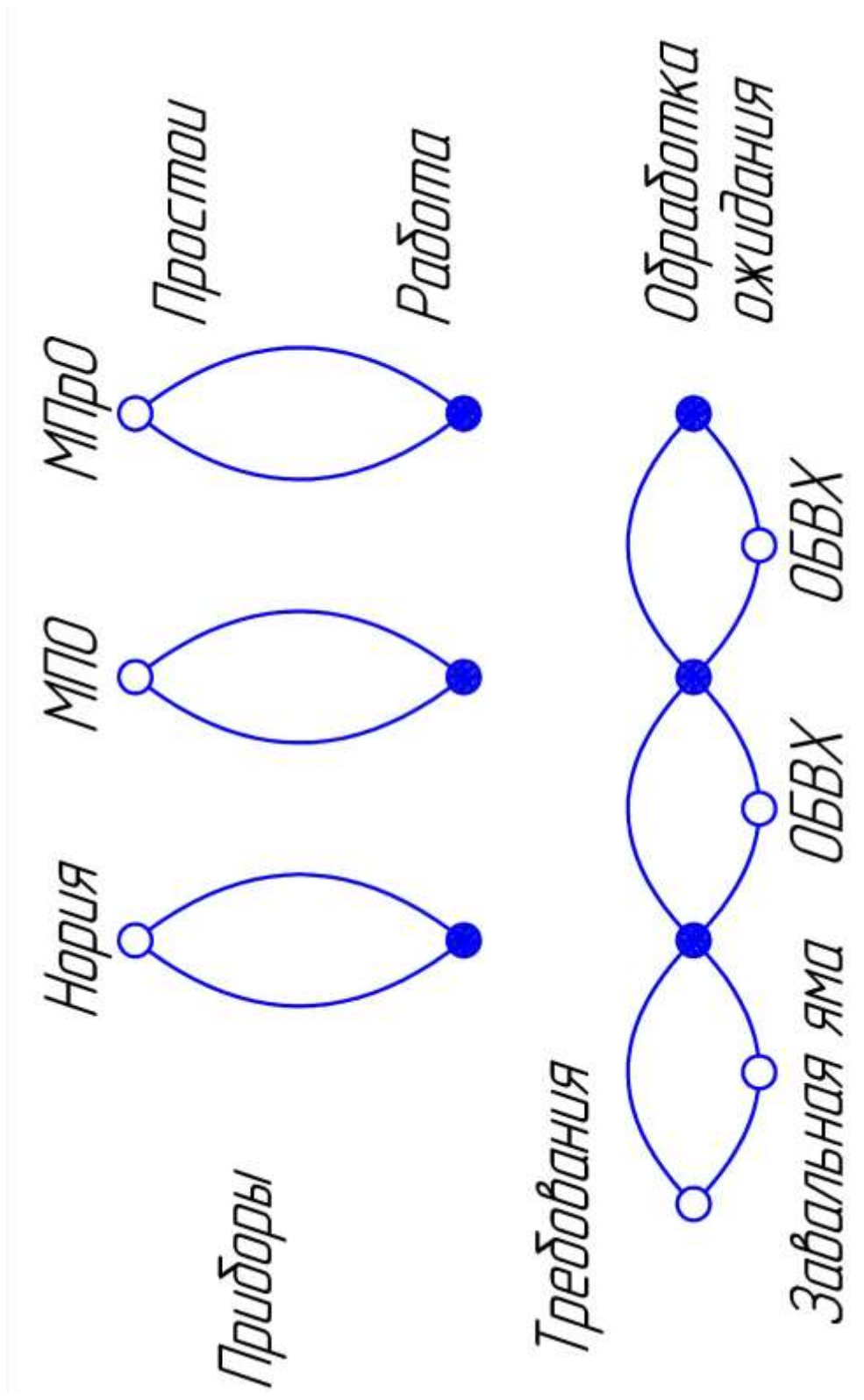


Рис. 6.2. Схема зерноочистительного комплекса, как система массового обслуживания

За требование в системе принят объем зерновой массы, которая вмещается в одно транспортное средство, подвозящее массу на комплекс от комбайнов. Принято, что все транспортные средства имеют одинаковую вместительность. В процессе движения по системе требования могут обслуживаться на приборах или находиться в состоянии ожидания обслуживания в очередях.

Подающие нории, машины предварительной очистки (МПО) моделируются как многоканальные приборы, причем количество каналов отвечает количеству параллельно установленных норий или машин одного типа. Приборы могут находиться в состоянии обслуживания требования, работы или состоянии простоя ожидая поступление на обработку очередного требования.

Поток поступления требований в систему считается пуассоновским с экспонентным распределением интервалов времени между поступлением требований. Параметр распределения L (среднее значение интервала времени), определяется по формуле (мин):

$$L = 60 \times 10 \times AVOL \times MNAT / (YVOL \times 1000 \times DVOL / 100), \quad (6.1)$$

$AVOL$ - объем зерновой массы, которая вмещается в одно транспортное средство (m^3);

$MNAT$ - среднее значение натурности обрабатываемой культуры ($кг/м^3$);

$YVOL$ - проектное сезонное поступление зерна (т);

$DVOL$ - максимальная часть сезонного объема, который поступает в день для заданного порога вероятности.

Например, $DVOL = 0,90$. В результате многолетних наблюдений были получены распределения суточного поступления зерна для хозяйств юга Украины, сгруппированных по величине сезонного поступления. (Приложение Б). Эти распределения могут использоваться при проектировании зерноочистительных комплексов для условий конкретного хозяйства;

С появлением требования в системе определяются его параметры, которые влияют на время обслуживания приборами. По результатам испытания машин в качестве таких параметров выбраны натура $P1(\text{кг}/\text{м}^3)$ и засоренность $P2(\%)$. На основе наблюдений получены распределения этих величин для хозяйств зоны для разных культур, которые используются при моделировании (п.п 4.3). Величина натур P_i и засоренности P_{2i} для каждого требования выбираются из нормального распределения валового сезонного сбора зерна Q в южном регионе Украины (Рис. 4.1.) со средним и среднеквадратическим отклонением M_{NAT} , SD_{NAT} и M_{ZAS} , SD_{ZAS} соответственно.

Время обслуживания прибором каждого требования определяется или исходя из паспортной производительности (например, для нории), или из уравнений регрессии, построенных по результатам испытаний машин предварительной и первичной очистки.

1. Нория. Время обслуживания требования (мин);

$$TNOR = AVOL \times MNAT / ((PNOR \times 1000) / 60). \quad (6.2)$$

где $PNOR$ - паспортная производительность нории (т/ч);

2. Машина предварительной очистки (МПО). Производительность (т/ч):

$$P_{MPO} = 2,92 + 0,48 \times POD1 - 0,01 \times MZAS \quad (6.3)$$

Время обслуживания требования (мин):

$$TMPO = (AVOL \times MNAT) / (((2,92 + 0,48 \times POD1 - 0,01 \times P_{2i}) \times 1000) / 60) \quad (6.4)$$

$POD1$ - подача, $POD1 = 0,566 \times KMPO$ ($KMPO$ - ширина рабочего органа, см)

2,92; 0,48; -0,01 - коэффициенты уравнения регрессии.

3. Машина первичной очистки (МПрО). Производительность (т/ч):

$$P_{MPrO} = 3,39 - 0,196 \times POD2 + 0,037 \times P_{2i} + 0,008 \times P_{1i} \quad (6.5)$$

Время обслуживания требования (мин):

$$TMPrO = (AVOL \times MNAT) / (((3,39 - 0,196 \times POD2 + 0,037 \times P_{2i} + 0,008 \times P_{1i}) \times 1000) / 60) \quad (6.6)$$

POD2 - подача;

3,39; -0,196; 0,037; 0,008 - коэффициенты уравнения регрессии.

Учитываются следующие хозяйственные условия:

1. Обрабатываемая культурапшеница
2. Сезонный сбор.....т
3. Расчетное суточное поступление 10 % от сезонного
4. Натура средне.....кг/м³
 средне. кв. отклонение.....кг/м³
5. Засоренность %,

 средне. кв. отклонение.....%,
6. Вместимость транспортного средствам³

Для заданных условий определяются: количество и производительность норий; общая ширина рабочих органов МПО; количество и производительность МПрО; вместительность завальной ямы и отделения бункеров временного хранения, которые бы с заданной вероятностью (например, 90%) обеспечили поточность процесса.

Можно рассматривать несколько вариантов: 0-и, 1-и, 2-и и т.д.

Для определения состава и параметров зерноочистительного комплекса использовалась следующая стратегия (рис. 6.3).

Для определения "нулевого" варианта по формулам (6.1....6.6) рассчитывается средняя интенсивность поступления зерновой массы на обработку и для средних значений засоренности и натуры подбираются состав и параметры машин, согласованных по производительности.

По формуле (6.1.) вычисляется средний интервал между поступлениями от транспортных средств требований. Далее определяются количество и параметры машин, которые в среднем обеспечивали бы обработку требования (порции зерновой массы, которая вмещается в одно транспортное средство) за приблизительно такое же время.

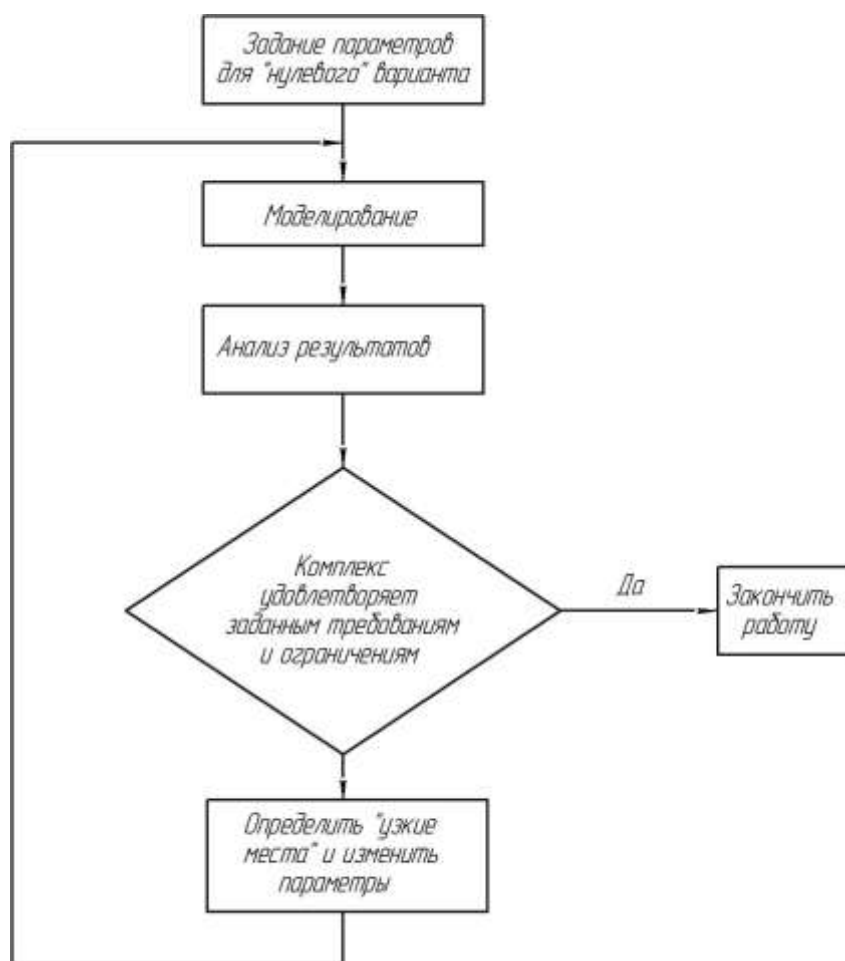


Рис. 6.3. Стратегия решения задачи

При этом проводится анализ результатов и если комплекс удовлетворяет заданным требованиям и ограничениям, то работа заканчивается. В противоположном случае определяются "узкие места", изменяются параметры и моделирование повторяется до достижения положительного результата.

6.3 Обоснование показателей эффективности процесса функционирования машин и агрегатов для послеуборочной обработки зерна

В разных литературных источниках предложен ряд показателей эффективности технологического процесса ПУОЗ [260 - 264].

В качестве единого показателя эффективности функционирова-

ния комплекса 30М, как многостадийной системы, В. А. Кубышев предлагает функцию выгоды [266]:

$$\Phi = \sum_{i=1}^m \Phi_{cm} \quad (6.7)$$

где Φ_{cm} - функция выгоды для стадии m ;

$$\Phi_{cm} = C_{\Gamma} \times P_m + C_{от} \times P_{отm} - (C_о \times Q_{ом} + И) \quad (6.8)$$

Q_m - нагрузка, количество материала, который поступает на обработку стадии m , кг/ч или т/ч;

P_m - выход основного продукта на стадии m за единицу времени;

$P_{отm} = P_c + П$ - количество отхода на стадии m , что состоит из сорной примеси, некачественного зерна P_c и потерь $П$ основного продукта за единицу времени;

$C_о, C_{\Gamma}, C_{от}$ - цены единицы исходного материала, основного продукта и отходов;

$И = F(R_a, R_k, R_t, R_{np})$ - эксплуатационные издержки на стадии m , соответствующие режиму;

R_a - амортизационные отчисления на реновацию по оборудованию и строительным сооружениям;

R_k, R_t - отчисление на капитальные и текущие ремонты оборудования, строительных сооружений и технические уходы.

R_{np} - затраты на зарплату, горючее, энергию, вспомогательные материалы и т.п.

При этом ставится задача минимизации функции выгоды Φ .

В работе М. А. Тулькибаева [277] при оценке эффективности функционирования зерноочистительных машин предлагается учитывать два принципа:

1. Выделение из обрабатываемого материала как можно раньше максимального количества конечных фракций;
2. Минимум операций, которые используются при обработке

исходного материала.

При этом предлагаются следующие показатели эффективности:

$$T_1 = \sum_{i=1}^n Q_i \cdot i + nQ_n \quad (6.9)$$

$$T_2 = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{i} + \frac{Q_n}{n} \quad (6.10)$$

где n - количество операций;

Q_i - выход из i -ой операции, который не подвергается дальнейшей обработке;

Q_n - выход из последней операции.

В этом случае необходимо стремиться к минимизации T_1 и максимизации T_2 .

Ряд авторов для оценки эффективности технологического процесса ПУОЗ предлагают использовать показатель приведенных затрат [279 - 282]. Для определения приведенных затрат на отдельные технологические операции ПУОЗ, в зависимости от основных параметров машин и оборудования, В. Р. Крауспом предложены следующие формулы [177]:

$$Z_{\text{во}} = \frac{38}{G_{\text{сез}}} (q_{\text{во}} + 33); \quad (6.11)$$

$$Z_{\text{тр}} = \frac{4,75}{G_{\text{сез}}} (q_{\text{тр}} + 20); \quad (6.12)$$

$$Z_{\text{по}} = \frac{38}{G_{\text{сез}}} (q_{\text{по}} + 24); \quad (6.13)$$

$$Z_{\text{ав}} = \frac{30}{G_{\text{сез}}} (V_3 + 22) + 0,8; \quad (6.14)$$

где $G_{\text{сез}}$ - сезонный объем обрабатываемого зерна, т ;

$Z_{\text{во}}, Z_{\text{тр}}, Z_{\text{по}}, Z_{\text{ав}}$ - приведенные затраты на вторичную очистку, триерование, первичную очистку и активное вентилирование, грн.;

$q_{\text{во}}, q_{\text{тр}}, q_{\text{по}}$ - производительности машин вторичной очистки, триеров,

первичной очистки, т/ч;

V_3 - вместимость отделения активного вентилирования, m^3 .

Приведенные зависимости едва ли могут достоверно учесть региональные условия южных областей Украины.

Для обоснования необходимой производительности оборудования, компенсационных емкостей и отделений приема временного хранения зерна целесообразно ввести дополнительные показатели эффективности [1].

1. Недопустимость сосредоточения зерна на резервной площадке.

В разделе 4 отмечалось, что чаще всего зерновой материал, который поступает от комбайнов, приходится выгружать в бурты на открытые площадки. Этот материал обычно находится в буртах до завершения поступления зерна от комбайнов в текущий день и, потом, поступает на очистку. Таким образом зерновой ворох может находиться в буртах по несколько суток.

В этом случае создается опасность его биологической сохранности и возрастают затраты ручного труда.

Показатель, который отвечает этому принципу эффективности, может быть сформулирован таким образом:

$$e_1 = \frac{G_{рп}}{G} \quad (6.15)$$

где $G_{рп}$ - количество зерна, которое побывало на резервной площадке, т.;

G - общее количество зерна, которое поступило на обработку.

2. Необходимость предотвращения потерь зерна через самосогревание вследствие несвоевременной обработки. В этом случае показатель эффективности может быть представлен так:

$$e_1 = \frac{G_{св}}{G} \quad (6.16)$$

где $G_{св}$ - количество зерна, срок хранения которого до предварительной очистки не превысил допустимого.

Приведенные показатели не учитывают вероятностно – статистические характеристики динамики поступления зерна на зернокомплексы. Не учитывается также возможность использования межоперационных емкостей накопления зерна, позволяющих зернокомплексам работать в круглосуточном режиме после прекращения работы зерноуборочных комбайнов. Кроме того, не учтены фактические показатели качества работы ЗОМ, отличающиеся от их технических характеристик.

Учитывая значение кондиционной влажности свежееубранного зерна (за исключением условий попадания на него прямых атмосферных осадков), ограничимся учетом первого показателя эффективности функционирования машин и агрегатов ПУОЗ.

6.4 Методика расчета параметров оборудования поточных линий моделируемого зернокомплекса

Для решения задачи обоснования параметров технологического оборудования моделируемого зернокомплекса (рис.6.1) должны быть заданы следующие данные:

- состав машин и оборудования (зерноочистительные машины, норрии, емкости приема и временного хранения зерна, транспортные средства (их вместительность));
- расчетное суточное и сезонное поступление зерна - с целью определения F ($Q_{\text{сез}}$);
- обрабатываемая культура, ее числовые характеристики, система случайных величин S_n (засоренность) и H_n (натура);
- значение производительностей ЗОМ, полученные в реальных условиях их функционирования (п. 5.4).

Необходимо определить количество технологических линий зернокомплекса и для каждой из них выбрать вместимость завальной ямы и отделения бункеров временного хранения, производительности норрии,

машин предварительной и первичной очистки.

Значение параметров выбираются из данных, полученных из каталогов сельскохозяйственной техники или по данным экспериментальных исследований и разработок.

Выбранные параметры технологического оборудования и машин должны создать предпосылки, как для организации процесса уборки, так и послеуборочной обработки, которые отвечают следующим ограничениям [1]:

$$e_1 \geq e_1^0, \quad (6.17)$$

$$e_2 \geq e_2^0, \quad (6.18)$$

$$\tau_{BX} \leq \tau_{BX}^0 \quad (6.19)$$

где e_1, e_2 - показатели эффективности функционирования;

τ_{BX} - период временного хранения зерна, час;

$e_1^0, e_2^0, \tau_{BX}^0$ - значения ограничений.

Из всех вариантов комплексов, отвечающим принятым ограничениям, принимается лучший комплекс и прогнозируются минимальные затраты на послеуборочную обработку.

6.4.1 Исходные данные по распределению валового сезонного сбора зерна в хозяйствах юга Украины

Для определения основных параметров технологического оборудования для ПУОЗ необходимо знать валовой сбор зерна в хозяйстве.

Анализ групп хозяйств, полученный в результате сбора и обобщения статистических данных, дает основание считать, что наибольшая плотность распределения приходится на хозяйства с валовым сбором зерна от 4-х до 11 тыс. т. (Рис. 4.1., табл. 4.1) при математическом ожидании $m=8052$ т. и коэффициенте вариации $v_s=8,64$ %,

Для определения класса хозяйств необходимо знать закон рас-

пределения. В этом случае гипотеза о нормальном распределении подтвердилась. В качестве универсальной методики выбора закона распределения принята классификация Пирсона[248 - 252].

На гистограмме распределения валового сбора зерна хозяйства сгруппированы в 14 классов - от 1000 до 2000т; от 2000 до 3000 и т.д.

Для введения исходных данных в разработанную программу (приложение Ж) рассчитаны функции $F(Q_{\text{сез}})$ распределения вероятностей значений функционала при разных (по 14 классам) значениях валового сбора зерна в хозяйствах (приложение А3). Полученные кумулятивные кривые базировались на точках, полученных в результате расчета.

Порядок расчета значений каждой точки, необходимой для построения кривой, следующий:

$$F(Q_{\text{сез}})i = \frac{Q_{\text{сут}}}{Q_{\text{сез}}} \quad (6.20)$$

где, $Q_{\text{сут}}$ – суточное поступление зерна, т;

$Q_{\text{сез}}$ – сезонное поступление зерна, т.

для каждого хозяйства из выборки 98 за каждый день поступления зернового материала на зернокомплекс. Рассчитанные кумулятивные кривые использовались для практической реализации разработанной программы и определения состава и функциональных параметров технических средств ПУОЗ.

6.4.2 Результаты моделирования состава и функциональных параметров зернокомплекса

Методика обоснования основных параметров оборудования и ЗОМ была использована при подготовке проекта на реконструкцию зерноочистительного комплекса учебно-исследовательского хозяйства "Лазурное" ТГАТУ.

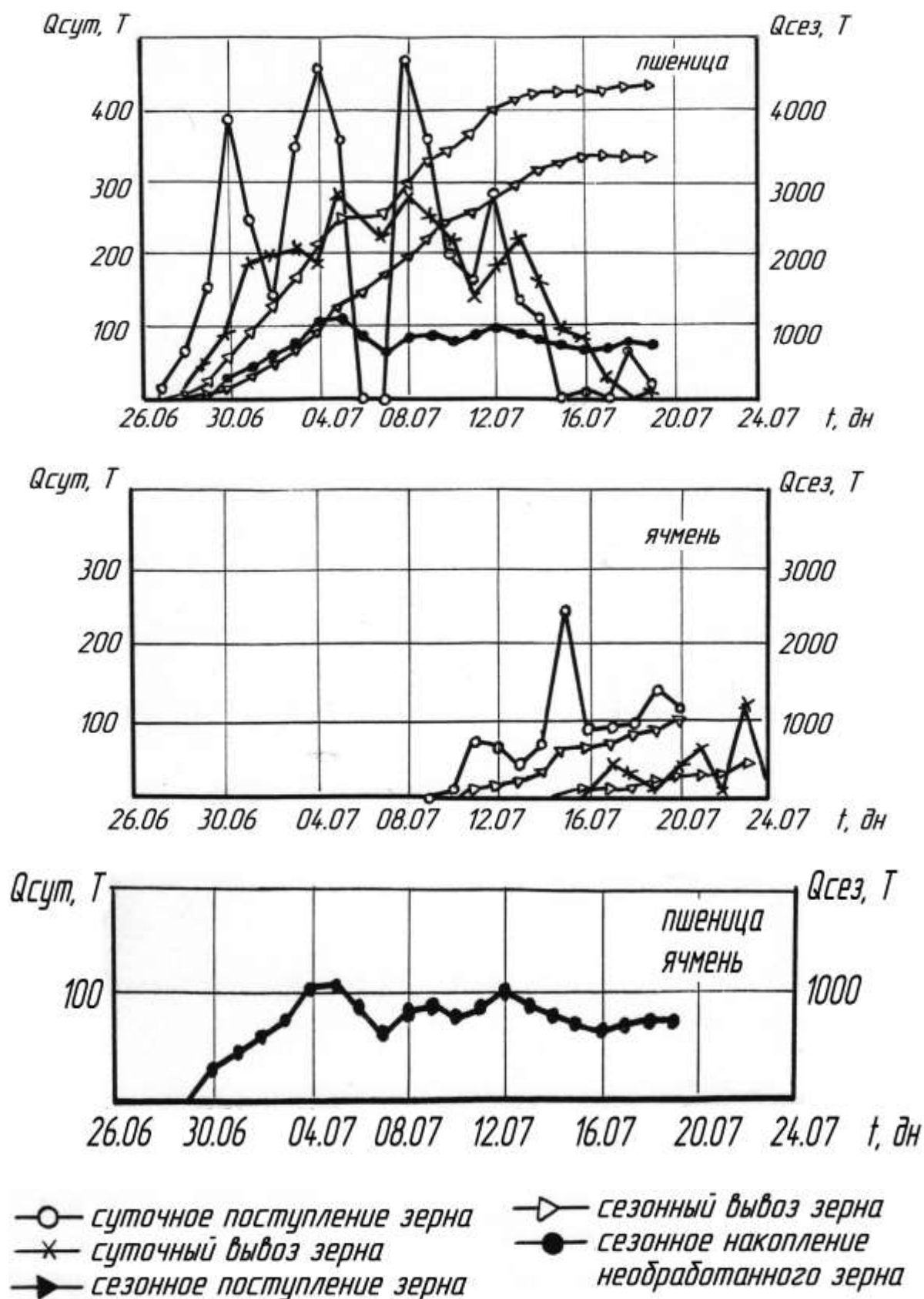


Рис.6.5 - Статистические характеристики движения зерна в учхозе ТГАТУ

В хозяйстве производились зерновые культуры: пшеница и ячмень. Анализ фенологических данных сроков созревания разных культур, (рис.6.5) показывает, что сроки поступления озимых и яровых культур пшеницы и ячменя совпадают. Учитывая долю в производстве зерновых именно этих культур возникает необходимость иметь в хозяйствах минимум две линии ПУОЗ.

Статистические характеристики движения зерна в учхозе "Лазурное" дают информацию о том, что среднесуточное максимальное поступление зерна достигает 470 т. Причем, в период "пиковых" поступлений на зерноток пшеницы начинается уборка ячменя. Очевидно, что даже при наличии всего двух культур, которые убирают, единственный в хозяйстве агрегат ЗАВ-20 не удовлетворяет его needs. Кроме того, в перспективе учхоз планировал увеличить производство семян зерновых и трав, внедрить технологию уборки методом очеса растений на корне.

Рассмотрим последовательность обоснования параметров машин для обработки пшеницы.

Для решения задачи использовались следующие данные, полученные в хозяйстве:

- обрабатываемая культура	пшеница;
- сезонный сбор	4900т;
- расчетное суточное поступление	10% от сезонного;
- натура, среднее значение	757,0 кг/м ³ ;
- ср. кв. отклонение	24,8 кг/м ³ ;
- засоренность среднее значение	11,3 %;
- ср. кв. отклонение	3,23%;
- вместимость транспортного средства	6 м ³ .

Моделирование проводилось для 10 дней работы комплекса. При этом были приняты следующие ограничения эффективности функционирования зернокомплекса:

$$e_1^0 \geq 0,95; \quad e_2^0 \geq 1,0,$$

а комплекс должен обрабатывать за день зерновой материал, который поступает, на протяжении того же дня, т.е.

$$\tau_{вх}^0 \leq 24 \text{ ч.}$$

В соответствии со стратегией решения задачи (рис. 6.3) велось имитационное моделирование трех вариантов зернокомплексов (табл. 6.1).

В качестве МПО принимается ворохоочиститель скальператорного типа, разработанный в ТДАТА. Рассмотрим результаты моделирования для каждого варианта.

Вариант 0. Моделировалась работа комплекса, который состоит из завальной ямы ЗЯ, нории НОР, машины предварительной очистки МПО, машины первичной очистки МПрО и отделения бункеров временного хранения ОБВХ, которые обеспечивают функционирование МПО и МПрО. Вместительность ЗЯ и ОБВХ не ограничивались.

Таблица 6.1.

Параметры зерноочистительных комплексов по вариантам: 0, 1, 2

Параметр зерноочистительного комплекса	Вариант 0	Вариант 1	Вариант 2
Производительность нории, т/ч	40	50	50
Количество норий, шт	1	1	1
Ширина рабочего органа МПО, см	75	150	150
Количество МПрО, шт	1	1	2

В данном варианте получен хороший коэффициент использования МПО - 0,866. Машина загружена практически в три смены и время, которое осталось (приблизительно 13%) приходится на техобслуживание и налаживание.

Коэффициенты суточного использования нории (0,487) и МПО (0,706) тоже вполне удовлетворительные (табл. 6.2).

Таблица 6.2.

Результаты моделирования по вариантам 0,1,2

Оборудование	Варианты		
	0	1	2

Значение коэффициента суточного использования оборудования

Нория	0.487	0.362	0.351
МПО	0.866	0.424	0.413
МПрО	0.706	0.720	0.356

Объемы емкостей

(количество требований × вместительность транспортного средства = объему емкости)

ЗЯ	12.86*6.0=77.16	3.85*6.0=23.1	3.28*6.0=19.68
ОБВХ перед МПО	31.34*6.0=188.04	4.31*6.0=25.86	4.76*6.0=28.56
ОБВХ перед МПрО	0.76*6.0=4.56	19.46*6.0=116.76	0.44*6.0=2.64
Общий объем ОБВХ	33.47*6.0=200.82	24.58*6.0=147.8	6.03*6.0=36.18

Среднее содержимое ЗЯ получилось равным 12,86 требованиям и, если проанализировать распределение содержимого, то увидим, что даже такой объем ЗЯ обеспечит поточность всего в пределах 50%. Объемы ЗЯ, емкостей ОБВХ перед МПО, МПрО и общий объем составляют соответственно 77,16; 188,04; 4,56; и 200,82 м³.

Если же принять достаточным обеспечение вероятности на 90%, то нужно проектировать завальную яму ЗЯ приблизительно на 30 требований. Это отходит от реальности, поэтому в другом варианте возьмем

норию другого типоразмера и увеличим ширину (производительность) рабочего органа МПО.

Для обеспечения поточности на 90%, нужен общий объем ОБВХ приблизительно на 55 требований. Это технологически и конструктивно возможно, поэтому для первого варианта пропускную способность отделения предварительной очистки изменять не будем (оставим одну МПО).

Вариант 1. Коэффициент суточного использования МПО - 0,424 уменьшился вдвое, что произошло вследствие уменьшения потребного объема ЗЯ.

Коэффициент использования нории (0,362) немного снизился, а Мпро практически не изменился (0,720).

Если для этого варианта прогнозировать распределение количества требований в ЗЯ, то их среднее значение снижается до 3,85 и вероятность того, что предварительной очистки будет ожидать 8 требований обрабатываемого материала равняется 83,81%, и для 12 требований соответственно 92,93%. Объемы ЗЯ, емкостей ОБВХ перед МПО, МПрО и общий объем составляют соответственно -23,1; 25,86; 116,76; 147,8 м³.

Поскольку в этом варианте в ОБВХ перед МПрО сосредоточивается 116,76 м³ зернового материала, введем во втором варианте дополнительно еще одну МПрО.

Вариант 2. В этом случае коэффициенты суточного использования нории и МПО остались практически без перемен (соответственно - 0,351 и 0,413). Вместе с тем, для МПрО значение коэффициента снизилось до 0,356.

Результаты моделирования по вариантам 0,1,2 представлены в таблице 6.3.

По результатам наших исследований эта величина должна нахо-

диться на уровне не ниже 0,7...0,8.

Распределение количества требований в завальной яме показывает, что среднее значение составляет 3,28 и вероятность того, что на предварительную очистку будет направлено 3,28 требования составляет 76,25% и для 8 требований соответственно 91,93% .

Объемы ЗЯ, емкостей ОБВХ перед МПО, МПрО и общий объем будут соответственно - 19,68; 25,65; 2,64; 36,18.

Анализируя варианты 1 и 2 в отношении ОБВХ перед МПО можно сделать вывод, что эта проблема устранима за счет увеличения ширины (производительности) рабочего органа МПО до 160...170 см., т.е. необходимость хранения зерна на открытых площадках отпадает.

Наиболее приемлемым является вариант 1 и в этом случае объем ОБВХ перед МПрО обеспечит работу машины после прекращения поступления зерна от комбайнов на протяжении 5...6 часов.

При послеуборочной обработки зерна энергозатраты снизились на 30...40 %, а качество зерна повысилось на 25...30 %.

Учитывая распределение валового сезонного сбора зерна по хозяйствам можно сделать вывод, что емкости для временного хранения зерна должны начинаться с модуля вместительностью от 100 м³ и больше.

В индивидуальных случаях возможно обоснование и меньшего объема ОБВХ, однако это не характерно, и, при необходимости, расчеты покажут несомненно тенденцию к их увеличению.

В результате выполненных в шестом разделе исследований установлено следующее.

Разработанные в Украине и за границей методики обоснования параметров технологического процесса ПУОЗ не могут быть применены в условиях юга Украины в силу специфики его агроклиматических условий, размеров посевных площадей, урожайности, размеров валово-

го сбора зерна, характеристик зерновых материалов. Кроме того, отсутствуют данные о реальных показателях качества работы ЗОМ в условиях их реального функционирования, что свидетельствует о необходимости совершенствования методик расчета параметров оборудования зернокомплексов с учетом зональных условий.

Разработанная методика расчета параметров оборудования поточных линий ПУОЗ с использованием метода имитационного моделирования и вероятностно-статистических методов позволяет производить моделирование с целью определения производительности входящих в технологическую цепочку машин, емкостей и междуоперационных накопителей, которые обеспечивают работу комплекса в заданных условиях.

На основе разработанной методики приведен пример расчета параметров оборудования поточных линий моделируемого зернокомплекса в учхозе «Лазурное» ТГАТА: количества и производительности норрий; общей ширины рабочих органов МПО; количества и производительности МПрО; вместительности ЗЯ и ОБВХ, которые с заданной вероятностью, 90% и больше, обеспечивают поточность процесса при условии минимума приведенных затрат.

Практическое применение результатов исследований и их экономическая эффективность приведены в разделе 7.

Выводы по разделу 6

1. Разработана методика обоснования функциональных параметров технических средств послеуборочной обработки зерна с использованием имитационного моделирования, позволившая на примере хозяйства учхоз "Лазурное", с валовым сбором зерна 4900 т. определить следующие состав и параметры технической оснащенности: производи-

тельность нории 50 т/ч; количество норий - 1; производительность МПО 50 т.; количество МПрО - 1.

2. Значение коэффициента использования оборудования для: нории - 0,362; МПО - 0,424; МПрО - 0,720.

Объемы емкостей (ОБВХ) составили, м³ для: завальной ямы - 23,1; ОБВХ перед МПО - 25,86; ОБВХ перед МПрО - 116,76; ОБХВ общего - 147,8.

3. При послеуборочной обработки зерна энергозатраты снизились на 30...40 %, а качество зерна повысилось на 25...30 %.

РАЗДЕЛ 7

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ВЫПОЛНЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

7.1 Практическое применение результатов выполненных исследований

Внедрение результатов научно – исследовательской работы в производство представлено двумя уровнями - технологиями и средствами ПУОЗ, полученными на основе выполненных исследований.

Так, разработаны проекты реконструкции зернокомплексов и выполнена реконструкция их в хозяйствах "Краснознаменское" Красногвардейского района АРК, им. Калинина Васильевского района Запорожской области, в учхозе Таврической государственной агротехнической академии "Лазурное" и других хозяйствах южного региона.

В хозяйстве «Краснознаменское» предложено направление совершенствования технологического процесса ПУОЗ, которое заключается в установке в агрегате ЗАВ-20 ремкомплекта Р УЗК-50, создании автономной линии производительностью 100 т/ч на базе двух комплектов Р УЗК-50 и дополнении второго ЗАВ-20 (как линии для очистки семенного фонда) отделением временного приема зерна ОП-50 с ворохоочистителем скальператорного типа, разработанным в ТГАТА, и семяочистительной приставкой.

Размещение разработанных объектов в непосредственной близости к складам товарного и семенного фонда позволило практически осуществить полнопоточную механизированную технологию. При этом годовая экономия труда от внедрения новой технологии ПУОЗ составила 4200 чел.ч/год, производительность труда выросла в 2,2 раза, и срок окупаемости дополнительных капитальных вложений составил 2,7 года.

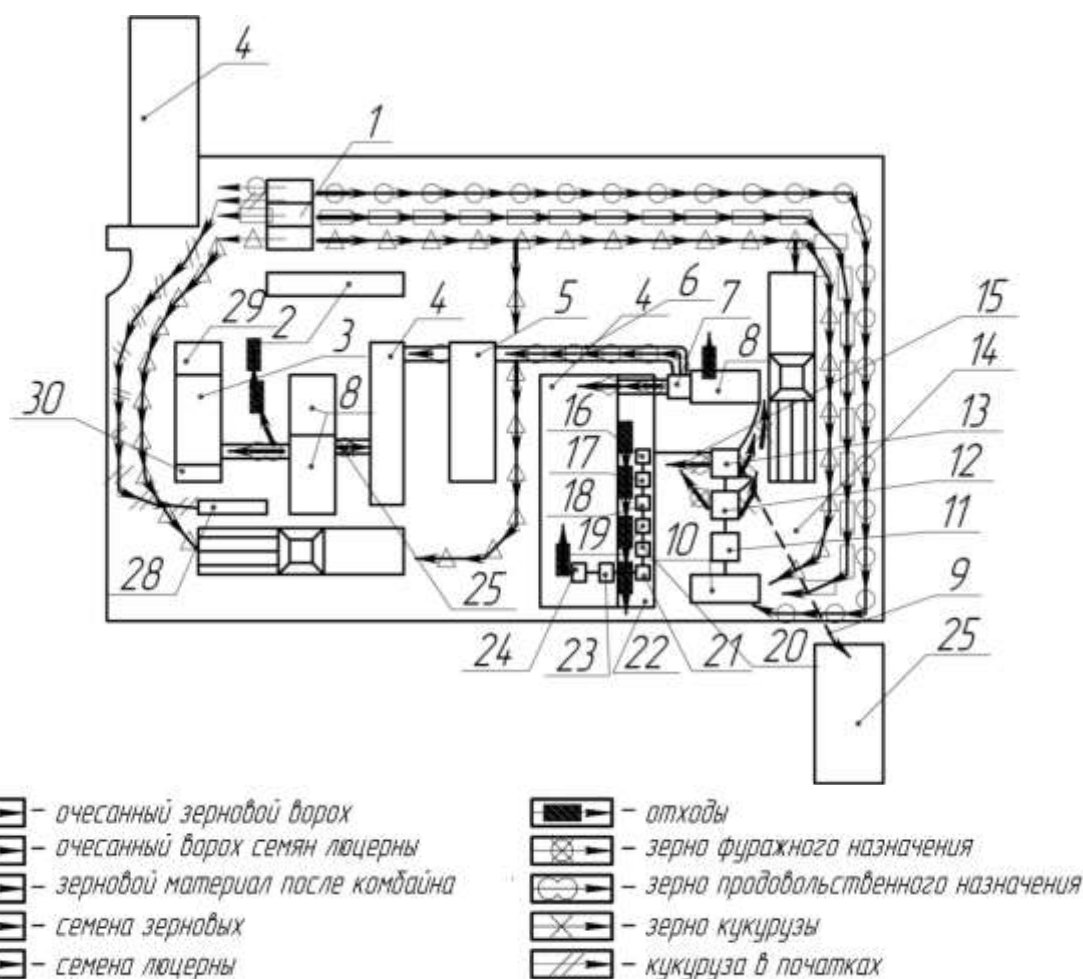


Рис.7.1 - Схема структурно-технологическая процесса ПУОЗ в учхозе ТГАТА:

1 - весовая; 2 - административное здание; 3 - склад для хранения продовольственного зерна; 4 - склад для хранения фуражного зерна; 5 - линия производства концентрированных кормов; 6 - пневмотранспортер; 7 - семяочистительная приставка СП-10А; 8 - зерноочистительный агрегат ЗАВ-25; 9 - половопровод; 10 - навес для приема исходного материала; 11 - питатель-дозатор; 12 - ворохоочиститель; 13 - молотилка стационарная универсальная; 14 - семянопровод зерновых; 15 - семяпровод трав семенников; 16 - машина первичной очистки; 17 - машина вторичной очистки; 18 - триерный блок; 19 - машина электромагнитная; 20 - пневмостол; 21 - бункер чистого зерна; 22 - навес для очистки семенников трав; 23 - весовый аппарат; 24 - машина мешкозашивная; 25 - половохранилище; 26 - транспортер; 28 - линия обмолоту кочанов кукурузы; 29 - мельница; 30 - склад мобильной техники.

В хозяйстве им. Калинина результаты научных разработок в виде материалов по обоснованию и расчету основных параметров машин и оборудования технологических линий для ПУОЗ использованы при составлении технического задания на проектирование высокопроизводительной (100 т/ч) линии обработки зерна.

Пуск в работу новой линии позволил обеспечить полнопоточную технологию ПУОЗ и биологическую сохранность свежееубранного урожая. Производительность труда выросла в 2,8 раза, а срок окупаемости дополнительных капитальных вложений составил 1,9 года.

В учхозе ТГАТА "Лазурное" частично реализован проект по реконструкции зернокомплекса, что предусматривает установку на агрегате ЗАВ-20 ремкомплекта Р УЗК-50 и размещение семяочистительного комплекса (ЗАВ-25, 2-х СП-10А и др., (рис. 7.1)) в непосредственной близости к помещениям хранения семенного фонда. Работы по реконструкции зернокомплекса частично выполнены, при этом производительность труда выросла в 3,2 раза, а срок окупаемости дополнительных капитальных вложений составил 1,2 года.

В хозяйстве «Заря» Приазовского района Запорожской области проведена реконструкция зерноочистительного агрегата ЗАВ – 40. В технологической линии перед двумя машинами первичной очистки ЗВС – 20 установлен ворохоочиститель скальператорного типа, выполняющий операцию предварительной очистки зерна. В результате выполненных работ производительность линии увеличилась на 30...35 %, а приведенные затраты уменьшились в 1,7 раза.

На основании анализа технической оснащенности ПУОЗ в регионе разработаны и переданы к использованию производствами рекомендации по совершенствованию технологических процессов ПУОЗ товарного зерна и семенного фонда. Они приняты НПО "Элита" (п/о Клепи-

нино) АРК и областными управлениями сельского хозяйства Запорожской и Херсонской областей.

Разработанные в ТГАТУ вместе с УНИИМЭСХ НААНУ (п.г.т. Глеваха, Киевской области), ГСКБ по жаткам (г. Бердянск), дочерним предприятием "Гуляйпольский механический завод,, "ОАО Мотор Сечь,, экспериментальные рабочие органы скальператорного типа для очистки и сепарации вороха семян трав и зерновых культур просты по конструкции, не имеют вибрирующих узлов и деталей, обладают небольшой металло - энергоемкостью и практически не травмируют зерно.

7.2 Оценка экономической эффективности послеуборочной обработки зерна

Технико-экономическая эффективность от внедрения выполненных исследований в производство определяется показателями сравнительной эффективности капитальных вложений для двух вариантов: базового – существующая технология ПУОЗ; и экспериментального, полученного на основе результатов проведенных исследований.

Показателем для обеих вариантов является минимум приведенных затрат, который определяется по формуле [283, 284]:

$$e_{НВ} = I_{екі} \times Q_c + E_H \times K_i, \quad (7.1)$$

где, $I_{екі}$ – эксплуатационные затраты на обработку материала по i -му варианту, грн/т;

E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, $E_H=0,15$;

K_i – капитальные вложения по i -му варианту, грн;

Q_c – количество материала обрабатываемого за сезон, т.

Эксплуатационные затраты содержат в себе:

$$I_{\text{ек}} = Z + A + R + E \quad (7.2)$$

где, $I_{\text{эз}}$ - эксплуатационные затраты, грн;

Z - заработная плата, грн;

A - амортизационные отчисления, грн;

R - затраты на техническое обслуживание и ремонт, грн;

E - затраты на горюче-смазочные материалы и электроэнергию, грн;

В качестве примера используем рассмотренные условия учхоза ТГАТА (см. раздел 6) и определим приведенные затраты для существующей и экспериментальной технологий (в ценах 2013 года). (Приложение К)

Аналогичные решения могут быть применены к хозяйствам южных районов Украины, которые располагаются в полигоне проведенных исследований.

Таблица 7.1

Технико-экономические показатели эффективности внедрения предлагаемой технологии ПУОЗ на примере учхоза ТГАТА

Показатели	Базовая технология	Экспериментальная технология
1. Валовой сезонный сбор зерна, т	4900	до 6000
2. Эксплуатационные затраты, грн/т	63,02	54,85
3. Приведенные затраты, грн	447940	370456
4. Годовой экономический эффект, грн	-	35133
5. Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет	-	3,62

¹ Промежуточные расчеты для определения $I_{\text{ек}}^{\text{б}}$, $I_{\text{ек}}^{\text{е}}$, и K_1 K_2 не приведены

Выводы по разделу 7

1. Внедрение результатов исследований в производство представлено двумя уровнями - технологиями и разработанными и испытанными нами средствами послеуборочной обработки зерна.

Так, разработаны проекты зернокомплексов и выполнена их реконструкция в хозяйствах Красногвардейского района Автономной республики Крым, Васильевского района Запорожской области, Приазовского района Запорожской области и в учхозе Таврической государственной агротехнической академии "Лазурное".

Рекомендации по совершенствованию технологических процессов послеуборочной обработки зерна товарного зерна и семенного фонда переданы НПО "Элита" Автономной Республики Крым и областным управлением сельского хозяйства Запорожской области.

2. Разработанные и испытанные линия для обработки вороха на стационаре и ворохоочиститель скальператорного типа внедрены в УНИИМЭСХ, ГСКБ по жаткам (г. Бердянск) и дочернее предприятие "Гуляйпольский механический завод,, "ОАО Мотор Січ,,.

3. Рациональный подбор технических средств и их функциональных параметров позволяет по усредненным расчетам снизить эксплуатационные затраты на 15...20 грн./т. Так, при валовом сборе зерна 7,0 млн. тонн в южном регионе Украины это позволит получить экономию средств на послеуборочную обработку зерна в хозяйствах в размере 105...140 млн. грн.

ВЫВОДЫ

В работе предложена методология покомпонентной процедуры обоснования состава и функциональных параметров технических средств послеуборочной обработки зерна с учетом вероятностно - статистической природы условий их функционирования.

Решая научно - техническую проблему по повышению качества зерна и снижению энергозатрат на его обработку в условиях хозяйств юга Украины, получены следующие результаты.

1. Проведенным анализом состояния технологий ПУОЗ установлено, что мощности существующих в Украине поточных технологических линий обеспечивают обработку в среднем только 50...60% зернового материала, поступающего за сутки от комбайнов. При перевалочном методе обработки зерна эксплуатационные расходы увеличиваются в 2...5 раз по сравнению с использованием поточной технологии. Уровни технической оснащенности и энерговооруженности смежных хозяйств одного района (области), которые имеют примерно одинаковый валовой сбор зерна, отличаются в 2...3 раза, а эксплуатационные расходы - до 5 раз. Определено, что одной из основных причин такого положения является недостаточная эффективность существующих методик подбора состава и функциональных параметров зернокомплексов, что не позволяет учитывать реальные производительности машин и оборудования, и вероятностно - статистическую природу условий их функционирования.

Перспективный подбор состава и функциональных параметров технических средств для проектируемых и реконструируемых зернокомплексов должен обосновываться на валовом сборе зерна для классов хозяйств и обеспечении принципа поточности примененных технологий.

2. Впервые разработана многоуровневая система технической оснащённости послеуборочной обработки зерна. Описание функционирования системы осуществляется с помощью построения графа состояний и составления системы линейных алгебраических и дифференциальных уравнений, в результате чего получены листинги программ в пакете MathCad - решение системы уравнений и определены вероятности функционирования системы. Это позволило обосновать параметры технической оснащённости послеуборочной обработки зерна. Например: производительности норий и зерноочистительных машин; вместимости завальных ям и отделений временного хранения зерна зернокомплексов.

3. Разработана методика прогнозирования качественных показателей зерноочистительных машин с помощью регрессионных математических моделей функционирования объектов послеуборочной обработки зерна. Ее особенность заключается в использовании метода идентификации, многопараметрических регрессионных моделей и предоставлении многомерных моделей в виде одномерных. Определены оценочные показатели и критерии их оптимальности, являющихся основанием получения регрессионных моделей прогнозирования качества функционирования серийных и экспериментальных машин и агрегатов в производственных условиях.

4. Разработан алгоритм покомпонентной процедуры обоснования состава и функциональных параметров технических средств послеуборочной обработки зерна. Это способствует развитию технического прогресса в скорости освоения новых технологий послеуборочной обработки зерна. При этом в 2-3 раза уменьшаются приведенные затраты на проектирование, строительство и проведение натурных испытаний зернокомплексов.

5. Построены интегральные кривые функций распределения вероятностей функционала $Q_{\text{сез}}$ - валового сбора зерна для классов хозяйств. Получены законы распределения объемов зерновой массы на технические средства для 3-х вариантов моделируемых зернокомплексов, отличающихся значениями коэффициентов использования оборудования и емкостей завальных ям и отделений временного хранения зерна. Разработаны алгоритм и моделирующая программа для реализации имитационного эксперимента на базе реальных данных работы исследуемых объектов в производственных условиях. Предложено классифицировать хозяйства - производители зерна по показателям объема производства. С помощью полученного закона распределения объемов производства зерна в хозяйствах юга Украины установлено 14 классов хозяйств. Это позволило по оценочным критериям определить лучший вариант из трех моделируемых зернокомплексов.

6. Получены числовые характеристики по засоренности, натуре и влажности ЗМ, характеризующие условия работы зерноочистительных машин и агрегатов для послеуборочной обработки зерна.

Это позволяет утверждать, что влажность при таких числовых характеристиках не влияет на показатели качества работы зерноочистительных машин и агрегатов.

Установлен высокий уровень корреляционных связей ($R = 0,8 \dots 0,9$) между засоренностью и натурой зерновых материалов, что служит основой косвенного метода для разработки экспресс - анализаторов засоренности и планирования имитационного эксперимента для определения времени обслуживания объемов зерна на технических средствах и производительности этих технических средств.

7. Разработаны ворохоочиститель скальператорного типа и усовершенствована линия для обработки вороха на стационаре.

На основании внедрения нового способа интенсификации технологического процесса работы ворохоочистителя за счет подачи псевдоожижения слоя зернового материала на наружную поверхность цилиндрического решета с горизонтально осью вращения удельная производительность решета увеличилась в 2,0-2,5 раза в зависимости от обрабатываемых зерновых культур. Определены технологические, конструктивные и кинематические параметры ворохоочистителя. В результате применения ворохоочистителя в агрегате ЗАВ -40 производительность линии увеличилась на 30-35 %, а приведенные затраты сократились в 1,7 раза.

В сепараторе вороха УСВ - 0,5 линии для обработки вороха на стационаре усовершенствованы конструктивные и технологические параметры. Производительность сепаратора увеличилась на 10-15%, а энергоемкость уменьшилась на 7-10%.

8. Разработаны математические модели прогнозирования качества функционирования серийных и экспериментальных машин и агрегатов. Установлен высокий коэффициент вариации (37...50%) входных и выходных показателей работы зерноочистительных машин и агрегатов. Исключение составляет ворохоочиститель скальператорного типа, у которого качественные и количественные связи между входными и выходными факторами имеют коэффициенты корреляции 0,7...0,80.

Это позволяет использовать его в качестве стабилизатора - обогатитель потока ЗМ на входе в зерноочистительную линию.

Обнаружена существенная (на 20...40%) ошибка в определении производительности зерноочистительных машин по техническим характеристикам в отличие от показателей их качества в реальных условиях, что является основой для корректировки существующих методик расчета состава и функциональных параметров зернокомплексов.

9. Разработана методика обоснования состава и функциональных параметров технических средств послеуборочной обработки зерна с использованием имитационного моделирования, что позволило на примере хозяйства учхоз "Лазурное", с валовым сбором зерна 4900 т определить следующие состав и параметры технической оснащённости: производительность норрии 50 т/ч; количество норрий -1 ; производительность МПО 50 т; количество МПрО - 1.

Значения коэффициента использования оборудования для: норрии - 0,362; МПО - 0,424; МПрО - 0,720.

Объёмы емкостей (ОБВХ) составили, м³ для: завальной ямы - 23,1; ОБВХ перед МПО - 25,86; ОБВХ перед МПрО - 116,76; ОБВХ общего - 147,8.

При послеуборочной обработке зерна энергозатраты снизились на 30...40%, а качество зерна повысилась на 25...30%.

10. Внедрение результатов исследований в производство представлено технологиями и разработанными и испытанными нами средствами послеуборочной обработки зерна.

Так, разработаны проекты зернокомплексов и выполнена реконструкция в хозяйствах Красногвардейского района Автономной Республики Крым, Васильевского района Запорожской области, Приазовского района Запорожской области и в учебном хозяйстве Таврического государственного агротехнического университета "Лазурное" .

Рекомендации по совершенствованию технологических процессов послеуборочной обработки зерна товарного зерна и семенного фонда переданы НПО "Элита" Автономной Республики Крым и главному управлению АПР Запорожской облгосадминистрации.

11. Разработанный ворохоочиститель скальператорного типа и усовершенствованная линия для обработки вороха на стационаре испы-

таны и внедрены в ННЦ «ИМЕСХ» (пгт . Глеваха), ГСКБ по жатках (г.Бердянск) и дочернее предприятие "Гуляйпольский механический завод " "ОАО Мотор Сич" (м . Гуляйполе) .

12. Рациональный подбор технических средств и их функциональных параметров позволит по усредненным расчетам снизить эксплуатационные расходы на 15 ... 20 грн ./ т. Так, при валовом сборе зерна 7,0 млн.тонн в южном регионе Украины это позволит получить экономию средств на послеуборочной обработке зерна в хозяйствах в размере 105 ... 140 млн.грн.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Михайлов є. В. Післязбиральна обробка зерна у господарствах півдня України / є. В. Михайлов.- мелітополь: люкс. 2012. - 260 с.
2. Малишко є. Ринок зерна та олійних / є. Малишко // практичний посібник аграрія. - 10/2009. - № 10/15. – с. – 82 – 84.
3. Маслак О. Зернові перспективи України./ О.Маслак // Пропозиція. - 02/2009. - №164. с. – 34 - 37.
4. Україна у цифрах. - К.: Техніка, 1992. - 148 с.
5. Статистичний щорічник України за 1994р. - К.: Техніка, 1995. - 519 с.
6. Заставний Ф.О. Географія України. – Львів: Світ, 1994. – 472 с.
7. Чижиков А. Г. Операционная технология послеуборочной обработки и хранения зерна (в Нечерноземной зоне) / А.. Г. Чижиков ,В. Д. Бабченко, Е. А. Машков. – М.: Россельхозиздат, 1981.-192с.
8. Послеуборочная обработка семян зерновых культур: рекомендации. - М. Агропромиздат, 1986. - 44с.
9. Елизаров В. П. Предприятия послеуборочной обработки и хранения зерна (расчет на ЕОМ) / В. П. Елизаров.- М.: Колос, 1977. - 216 с.
10. Дегтев В. М. Обоснование основных параметров технологического оборудования и машин для послеуборочной обработки зерна в условиях Северо-Запада Нечерноземной зоны: дис... канд. техн. наук / В. М. Дегтев. - Л., 1984.-202 с.
11. Колышев П. П. Система машин для поточной технологии послеуборочной обработки и хранения семенного и продовольственного зерна в колхозах и совхозах / П. П. Колышев // Комплексная механизация и

автоматизация послеуборочной обработки и хранения зерна в колхозах и совхозах. - М.: ГОСНИТИ, 1964.- С. 8-23.

12. Система машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства на 1986 - 1995 годы. Часть 1. Растениеводство. М.: АгроНИИТЭИИТО, 1988. - 958 с.

13. Жалнин Э. В. Технологии уборки зерновых комбайновыми агрегатами / Э. В. Жалнин, А.Н. Савченко. - М.: Россельхозиздат, 1985. - 207 с.

14. Провести научно – исследовательские работы по созданию рабочих органов очесывающего типа и выдать агротребования на разработку и освоение комбайна (второй вариант - очесывающее устройство двухбарабанного типа): отчет о НИР (заключительный) / Рук. А. Шабанов; [исп.: Б. И. Гончаров, Н. Н. Данченко, В. Н. Цыбульников, Е. В. Михайлов и др.] – Мелитополь: МИМСХ, 1985.-60с.-№ ГР 18600443979.

15. Разработка и исследование технологии уборки зерновых культур на корню: отчет о НИР (промежуточный) / Рук. П. А. Шабанов; [исп.: Б. И. Гончаров, Н. Н. Данченко, В. Н. Цыбульников, Е. В. Михайлов и др.] – Мелитополь: МИМСХ, 1985.-60с.-№ ГР 18600443979.

16. Разработать и внедрить перспективную технологию уборки зерновых культур в хозяйствах Приазовского района, обеспечивающую повышение производительности в 1,5-2,0 раза, снижение потерь в 2-3 раза: отчет о НИР / Рук. П. А. Шабанов; [Исп. В. Н. Цыбульников, Н. Н. Данченко, Б. И. Гончаров, Е. В. Михайлов и др.]; МИМСХ.- Мелитополь, 1987.-82 с.- № ГР 01860043979.-

17. Азаров В.М. Полустационарный пункт обработки зерновой массы // Совершенствование технологических процессов и машин при уборке зерновых культур в Западной Сибири / В. М . Азаров [и др.] – Барна-

ул,1987.-С .24-33.

18. Яковлев А.И. Результаты проверки технологии уборки семенников трав с обмолотом массы на стационаре в условиях Северного Казахстана / А.И. Яковлев // Интенсификация механизированных процессов в целинном земледелии.- Алма-Ата, 1987.-С. 61-64.

19. Канарев Ф. М. Индустриальная технология уборки с обмолотом на стационаре / Ф.М. Канарев // Международный сельскохозяйственный журнал. - 1987. - №6. - С. 88 - 93.

20. Лютенко А. И. Стационар: сибирский вариант / А. И. Лютенко // Сельский механизатор. - 1988. - 36. - С. 4 - 5.

21. Пенкин С. М. Обмолот риса на стационаре / С. М. Пенкин // Сельский механизатор. - 1990. - №8. - С. 12- 13.

22. Юрналис К. Интенсификация уборки и послеуборочной обработки клевера на семена / К. Юрналис // Тр. ЛСХА. - Елгава, 1989.- №259.- С. 70 - 73.

23. Dobrescu K. Exploatarea batozei detrierat cereable palioase la stationar B-90 / K/ Dobrescu // Mec/ agr/ - 1990/ - 34.№6 - 8.- P. 17 - 23. - Рум. // Н:44. Тракторы и с.-х. машины. - 1991.- №11.- [Реф. 312.]

24. Кузьмин М. В. Техническое обеспечение нетрадиционных технологий уборки зерновых культур / М. В. Кузьмин [и др.] // Комплексная механизация возделывания сельскохозяйственных культур; ВСХИЗЦ. - М., 1991. - С. 111 - 119.

25. Буксман В. Э. Уборка урожая с обмолотом на стационаре / В. Э. Буксман [и др.] // Земледелие. - 1991. - №8. - С. 47 - 49.

26. Тарасенко А. П. Совершенствование процесса очистки навейного вороха / А.П. Тарасенко // Техника в сельском хозяйстве. - 1991. - №4. -

С. 9 - 11.

27. Гуляев Г. А. Автоматизация процессов послеуборочной обработки и хранения зерна / Г. А. Гуляев. – М: Агропромиздат, 1990. - 240 с.
28. Кулагин М. С. Механизация послеуборочной обработки и хранения зерна и семян / М. С. Кулагин, В. М. Соловьев, В. С. Желтов.- М.: Колос, 1979. - 256 с.
29. Нормативы потребности сельского хозяйства в очистительных агрегатах и очистительно - сушильных комплексах для послеуборочной обработки зерна в колхозах и совхозах. - М.: МСХ СССР, 1978. - 11 с.
30. Организационно - технические указания по оборудованию и использованию механизированного зерноочистительно-сушильного крытого тока. – М.: Мин-во совхозов СССР, 1954. - 12 с.
31. Ульрих Н. Н. Новое в области очистки и сортирования семян / Н. Н. Ульрих. - М.: Сельхозиздат, 1937. - 69 с.
32. Уваров А. М. Сушка зерна / А. М. Уваров. - Л.: Госторгиздат, 1937. - 294 с.
33. Алейников В. И. Сушка семенного зерна / В. И. Алейников // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства.- 1977.- №10. - С. 7 - 8
34. Анискин В. И. Перспективы послеуборочной обработки и хранения семян / В. И. Анискин, В. П. Елизаров //Селекция и семеноводство.- 1975. -№3.- С. 8 - 61.
35. Карпов Б. А. Уборка, обработка и хранение семян / Б. А. Карпов, В. П.. Елизаров. - М.: Россельхозиздат, 1974. – 206 с.
36. Шibaев П. Н. Активное вентилирование семян / П. Н. Шibaев, Б. А. Карпов.- М.: Россельхозиздат, 1969. - 11 с.

37. Кропп Л. И. Обработка и хранение семенного зерна / Л. И. Кропп.- М.: Колос, 1974.- 176 с.
38. Кропп Л. И. Предприятия для обработки и хранения семенного зерна / Л. И. Кропп, Б. В. Ходанович. – М.: Стройиздат,1970.-190 с.
39. Яблоков Ю. Н. Уборка, обработка и хранения семян / Ю. Н. Яблоков. - Архангельск: Северо – западное книжное издательство, 1985. - 224 с.
40. Яблоков Ю. Н. Повышение эффективности работы поточных линий послеуборочной обработки семян / Ю. Н. Яблоков // Селекция и семеноводство. - 1979.- №5.- С.57 - 58.
41. Кузьмин И. И. Заготовки, обработки и реализация семян / И. И. Кузьмин, А. П. Пылов, В. М. Цециновский. - М.: Агропромиздат,1985.- 223 с.
42. Киреев М. В. Послеуборочная обработка зерна в хозяйствах / М. В. Киреев, С. М. Григорьев, Ю. К. Ковальчук. – Л.: Колос, 1981. - 224.
43. Зимин Е. М. Отделение приема вороха семян зерновых культур на послеуборочную обработку / Е. М. Зимин // Техника в сельском хозяйстве. - 1987.- №9. - С. .9 – 17.
44. Волик Р. Н. Технологическая надежность зерноочистительных машин и агрегатов (на примере южных районов РСФСР): автореф. дис. ... д-ра тех. наук / Р. Н. Волик. - Л., 1983.- 40 с.
45. Носков В. В. Типовые проекты стационарных зерноочистительных и зерноочистительно- сушильных пунктов / В. В. Носков, Д. В. Кривенко // Комплексная механизация и автоматизация послеуборочной обработки и хранения зерна в колхозах и совхозах.- М.: ГОСНИТИ,1964.- С.17-24.

46. Павловский Г. Т. Некоторые вопросы расчета оборудования автоматизированных линий для послеуборочной обработки зерна / Г.Т. Павловский // Научно-технический бюллетень ВИМ. - М., 1968.- Вып. 3. - С. 28 - 32.
47. Павловский Г. Т. Техника и технология послеуборочной обработки зерна: дис. ... д-ра тех. наук в форме научного доклада / Г. Т. Павловский. – Саратов, 1968. - 83 с.
48. Ровный Г.А. Современное состояние и перспективы развития техники для послеуборочной обработки зерна в X-й пятилетке / Г. А. Ровный, Г. И. Боровик // Тракторы и сельхозмашины. – 1976 - №4. - С. 19 - 22.
49. Бабченко В. Д. Анализ развития технологий и технических средств очистки зерна и семян / В. Д. Бабченко, А. С. Матвеев // Сб. науч. тр. ВИМ. – М., 1987. - Вып. 115. - С. 18 - 24.
50. <http://belagromech.basnet.by/print/press/a7bf871673491331.html>
51. Гозман Г. И. Концепция структурного построения технологических линий обработки семян в элитно-семеноводческих хозяйствах / Г. И. Гозман, В. Д. Бабченко, А. Н. Зюлин // Науч.-техн. бюл. Всерос. НИИ механизации сел. х-ва.- М., 1993.- Вып. 87.- С. 16 - 18.
52. Кожуховский И. Е. Механизация очистки и сушки зерна / И. Е. Кожуховский, Г. П. Павловский. - М.: Колос, 1968. - 439 с.
53. Олейников В.Д. Агрегаты и комплексы для послеуборочной обработки зерна / В.Д. Олейников.- М.: Колос, 1977.- 111 с.
54. Голик М. Г. Научные основы обработки зерна на потоке / М. Г. Голик, В. Н. Демидович, Б. Е. Мельник. – М.: Колос, 1972. - 263 с.
55. Кубышев В. А. Основные направления развития индустриальной

технологии уборки и обработки зерновых культур в Сибири / В. А. Кубышев // Науч.-техн. бюл. СибНИИМЕСХ. - Новосибирск. 1977. - Вып. 4 - 5.- С. 3 - 17.

56. Захарченко И. В. Послеуборочная обработка семян в нечерноземной зоне / И. В. Захарченко.- М.: Россельхозиздат, 1967. - 81 с.

57. Ревякин Е. Л. О повышении эффективности использования зерноочистительно-сушильных агрегатов и комплексов / Е. Л. Ревякин // Зерновое хоз-во.- 1987.- №8. - С.9 - 13.

58. Авдеев А. В. Повышение эффективности зерноочистительно-сушильных комплексов / А. В. Авдеев, М. Ф. Машковец, В. Н. Полуэктов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 1988. - №18. - С.27 - 29.

59. Германов В.А. Технология очистки семян риса / В.А. Германов, Л. Н. Фай // Селекция и семеноводство. - 1989.- №6. - С. 46 - 47.

60. Аристов С. А. Комплектование поточных линий послеуборочной обработки зерна / С. А. Аристов // Техника в сельском хозяйстве. - 1991. -№4 .- С. 25.- 26.

61. Бауманс Г. Эффективная обработка и хранение зерна / Г. Бауманс; пер. с англ. - М.: Агропромиздат, 1991. - 608 с.

62. Кругленя В. Е. Результаты исследования серийного оборудования пунктов обработки вороха сельскохозяйственных культур / В. Е. Кругленя // Совершенствование технологических процессов и средств механизации в кормопроизводстве и животноводстве.- Горки,1992.-С. 12-16.

63. Малерж Й. Новая техника для уборки, послеуборочной обработки и хранения зерновых культур / Й. Малерж // Международный сельскохозяйственный журнал. - 1987. - №8. - С. 81- 86.

64. Omar S.J. New postharvesting method on rice grain / S.J. Omar, R.

Yamashita. K. Goto // J. Japan. Soc. Agr. Mach.- 1989. -Vol. 51, №5.- P.91 - 45.- Яп.-яз.

65. Groda R. Prakticke zkusenosti s poskliznovou upravou zrnin a vyrobu osiv z pohledu zemedelske prvovyroby / R. Groda // Mechan. Zemed. 1990. R.40, c.1. – S. 17 - 19. Чеш. яз.

66. Kalt oder warm // DLZ.- landw.Z.Produkt.-Techn.-Manag. – 1989. - Jg.40, №9. - P. 91 - 98. - Нем. яз.

67. Люлько Н.Б. Исследования технологической эффективности очистки ряда культур на элеваторах и хлебоприемных предприятиях Украины / Н. Б. Люлько // Хранение и переработка зерна : научно-практический журнал. - 2008. - N12. - С. 37-39.

68. Начинов Д.С. Совершенствование линий по послеуборочной обработке зерна / Д.С. Начинов // Тракторы и сельскохозяйственные машины.- 2005.-№1.

69. Оборудование, применяемое для шелушения зерна крупяных культур // Хранение и переработка зерна : научно-практический журнал. - 2008. - N1. - С. 36-37.

70. Саитов, В. Е. Переоборудование отделения предварительной очистки зерноочистительного агрегата / В. Е. Саитов // Кормопроизводство . - 2007. - N1. - С. 31-32.

71. Фоминых А.В. Повышение эффективности сепарирования зерна и сои на основе совершенствования фракционных технологий и машин: автореф. дис....д-ра техн. наук: 05.20.01 / А.В. Фоминых. – Челябинск, 2006.-41с.

72. Якісне насіння - запорука майбутніх врожаїв // Агровісник : науково-виробничий журнал. - 2008. - № 6/7. - С. 66-67.

73. Ямпиров, С. С. Технологии и технические средства для очистки зерна с использованием сил гравитации / С. С. Ямпиров. - Улан-Удэ : ВСГТУ, 2006.-167с.
74. Ямпиров С.С. Технологические и технические решения проблемы очистки зерна решетками / С.С. Ямпиров.- Улан-Удэ,2004.-165с.
75. Чурсинов Ю.А. Технология и техника сушки зерна [Текст] / Ю. А. Чурсинов // Хранение и переработка зерна : научно-практический журнал. - 2007. - N11. - С. 23-25.
76. Кожуховский И. Е. Конструкции, проектирование и расчет зерноочистительных машин / И Е. Кожуховский. - М.: Машиностроение, 1960. - 217 с.
77. Кожуховский И. Е. Зерноочистительные машины. Конструкции, расчет и проектирование / И. Е. Кожуховский .- 2-е изд. перераб. – М.: Машиностроение, 1974. - 200 с.
78. Летошнев М. Н. Сельскохозяйственные машины / М. Н. Летошнев.- 3-е изд., перераб. И доп.- М.- Л.: Сельхозгиз, 1955. - 764 с.
79. Кожуховский И. Е. Механизация очистки и сушки зерна / И. Е. Кожуховский, Г. Т. Павловский.- М.: Колос, 1968. - 342 с.
80. Павловский Г. Т. Очистка, сушка и активное вентилирование зерна / Г. Т. Павловский, С. Д. Птицын. – М.: Высшая школа, 1972. - 272 с.
81. Терсков Г. Д. О влиянии основных факторов на пропускную способность решет с круглыми отверстиями / Г. Д. Терсков // Науч. Труды ЧИМЭСХ.- Челябинск,1958. - Вып. б. – С. 33 - 34.
82. Фетисов Н. А. Новые воздушные и решетчатые сепараторы / Н. А. Фетисов // Науч. Труды СХИ. - Омск, 1974. - Т. 127. - С. 58 - 59.
83. Сельскохозяйственные машины / Б. Г. Турбин, А. Б. Лурье, С. М.

Григорьев, Э. М. Иванович, С. В. Мельников.-2-е изд., перераб. и доп.-
Л.: Машиностроение, 1967. - 447 с.

84. Тиц Э. Л. Машины для послеуборочной поточной обработки се-
мян. Теория и расчет машин, технология и автоматизация процессов / Э.
Л. Тиц [и др.] – М.: Машиностроение,1967. - 447 с.

85. Малис А. Я. Машины для очистки зерна воздушным потоком / А.
Я. Малис, А. Д. Демидов. – М.: Машгиз, 1962. - 176 с.

86. Бушуев Н. М. Семяочистительные машины / Н. М. Бушуев – М. -
Свердловск: Машгиз, 1962. - 269 с.

87. Нелюбов А. И. Пневмосепарирующие системы сельскохозяй-
ственных машин / А. И. Нелюбов, Е. Ф. Ветров. - М.: Машинностроение,
1977. - 192 с.

88. А.с. 271612 (СССР) Решето. С. А. Алферов, С. И. Барашев и др. -
№1419472/28 - 11; заявл. 04.05.68; опубл. 22.05.70, Бюл. №17.

89. А. с. 352682 (СССР), МКИ В07b11/08. Решето / А. В. Барилл [и
др.] - №1420991/30 - 15; заявл. 01.04.70; опубл. 29.09.72, Бюл. №29.

90. Etagensiebmaschine. Patent №291725, 1971 (Австралия).

91. Киреев М. В. Результаты испытаний цилиндрических решетных
сепараторов в производственных условиях / М. В. Киреев, Л. И. Еро-
шенко // Науч.труды ЛСХИ. – Л., 1969. - №143,вып. 1. - С.105 - 111.

92. А.с. 178217 (СССР), Кл45е, 7 / 44. Семяочистительная машина / Е.
С. Гончаров [и др.] - №931749/30 - 15; заявл.01.12.64; опубл. 08.01.66,
Бюл. №2.

93. А. с. 211198 (СССР),Кл.45е, 7 / 44. Семяочистительная машина /
Е. С. Гончаров [и др.] - №1102837/30 - 15; заявл.12.09.66; опубл.08.11.68,
Бюл. №7.

94. Гончаров Е. С. Зерноочистительный агрегат производительностью 50 т/ч для обработки зерна в условиях хозяйств УССР / Е. С. Гончаров // Развитие комплексной механизации производства зерна с учетом зональных условий. – М.: ВИМ, 1982. - С. 240 - 242.
95. Гончаров Е.С. Параметры очистительного блока для виброцентробежных зерновых сепараторов УССР / Е. С. Гончаров // развитии комплексной механизации производства зерна с учетом зональных условий.- М.: ВИМ, 1982. - С.242 - 243.
96. Косилов Н. И. Основные направления интенсификации процессов разделения зернового вороха в пневмосепарационных системах / Н. И. Косилов / Науч. Труды. ЧИМЭСХ. - Челябинск, 1975.- Вып. 102.- С. 5 -1.
97. Халанский В. М. Перспективы использования пневмоцентробежных сепараторов для выделения зерна из зерносоломистого вороха / В. М. Халанский / Развитие комплексной механизации производства зерна с учетом зональных условий. - М.: ВИМ, 1982. - С. 137 - 138.
98. Кузьмин М. Н. Тенденции развития рабочих органов для сепарации зерносоломистых и зерновых смесей / М.Н. Кузьмин // Науч.. труды ЧИМЭСХ..- Челябинск, 1976. - Вып. 117. - С. 4 – 9.
99. Конченко Н. Ф.. Тенденции развития пневмосепараторов зерновых смесей. / Н.Ф. Конченко, С. К. Трофимов // Механизация возделывания сои на Дальнем Востоке .- Благовещенск, 1980. - С. .53-55.
100. Косилов Н.И. Исследование и обоснование сепаратора с противоточной подачей вороха во встречный воздушный поток / Н. И. Косилов, В. П. Нилов // Науч. Труды ЧИМЭСХ. - Челябинск, 1977. - Вып. 131. - С. 62 - 70.
101. Романов В. В. Результаты исследования обогащения мелкого зер-

нового вороха воздушным потоком в перепадах между транспортерами / В.В. Романов // Науч. Труды ЧИМЭСХ. - Челябинск, 1978. - Вып.131. - С. 89 - 96.

102. Романов В. В. Результаты исследования комбинированного пневмоинерционного сепаратора мелкого зернового вороха./ В. В. Романов / Науч. Труды ЧИМЭСХ - Челябинск, 1978. - Вып. 140. - С. 93 - 95.

103. Косилов Н. И. Эффективность управления технологическими свойствами компонентов зерносоломистого вороха при его разделении пневмоинерционным способом / Н. И. Косилов // Науч. труды ЧИМЭСХ. - Челябинск, 1978. - Вып. 140.- С. 4 - 16.

104. Косилов Н. И. Совершенствование технологического процесса и основных рабочих органов пневмоинерционных сепараторов / Н. И. Косилов // НТБ СЦ ВАСХНИЛ. - Новосибирск, 1983. - Вып. 35.- С. 16 - 18.

105. Халанский В. М. Результаты испытаний пневмоцентробежного сепаратора зернового вороха. / В. М. Халанский [и др.] // Развитие комплексной механизации производства зерна с учетом зональных условий. – М.: ВИМ, 1982. - С. 139 - 140.

106. Григорьев С. М. Высокопроизводительная машина предварительной очистки влажного зерна / С.М. Григорьев, М. М. Могильницкий, П. А. Коломеец // Науч. Труды ЛСХИ.- Л., 1976. - Т. 309. - С. 17 - 21.

107. Травина Г. Е. Разработка и исследование рабочего процесса очистки зернового вороха наружной поверхностью цилиндрического решета: дис. ...канд. техн. наук / Г. Е. Травина. - Л., 1972. - 163 с.

108. Киреев М. В. Результаты испытаний цилиндрического сепаратора зерна в производственных условиях / М. В. Киреев, Л. И. Ерошенко, Г.

- Е. Травина // Науч. Труды ЛСХИ. - Л., 1973. - Т. 174, вып. 1.- С. 69 - 72.
109. Киреев М. В. Опыт исследования цилиндрического решета с наружной рабочей поверхностью для очистки свежееубранного зерна / М. В. Киреев // Актуальные вопросы послеуборочной обработки зерна. – М.: ВИМ, 1973. - С.72 - 77.
110. Уляшев И. И. Результаты исследования работы ворохоочистителя с цилиндрическими решетками на очистке семян многолетних трав / И. И. Уляшев // Науч. Труды НИПТИМЭСХ С – 3 - Л., 1979. - С. 83 - 85.
111. Сычугов Н. П. Воздушные системы машин послеуборочной обработки зерна (технологические схемы, теория, расчет): автореф. дис. ... д-ра техн. Наук / Н. П. Сычугов. – Л., 1988. - 36 с.
112. Сычугов Н. П. Применение диаметральных вентиляторов в замкнутых пневмосистемах зерноочистительных машин / Н. П. Сычугов, А. М. Бурков // Тракторы и сельхозмашины.- 1981. - №2.- С. 23 - 26.
113. Чумаков Н. М. Повышение эффективности процесса очистки семян льна долгунца от трудноотделимых сорняков / Н. М. Чумаков // Методы и средства повышения эффективности рабочих процессов сельскохозяйственных машин. - Л.: ЛСХИ, 1983. - С. 34 - 35.
114. Гармаш Ю. М. Совершенствование технологического процесса зерноочистительной машины с возвратно-поступательным движением решет: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Ю. М. Гармаш. - Краснодар, 1986 .- 23 с.
115. Дринча В. М. Интенсификация процесса очистки семян от трудноотделимых примесей на пневматических сортировальных столах: автореф. дис. ... канд. техн. наук / В. М. Дринча. - М., 1988. - 19 с.
116. Лапшин П. Н. Виброустойчивость зерноочистительных машин, аг-

регатов и комплексов / П. Н. Лапшин, Ю. А. Бахарев // Совершенствование технологий и технических средств для уборки урожая и обработки зерна. - Челябинск, 1987. - С.101 - 105.

117. Макаров И. И. И очищает , и сортирует / И. И. Макаров // Сельские зори.- 1987. - №7. - С. 39.

118. Героба Я. Определение рабочих параметров конвеерно-роторных сепараторов грубого вороха. Технические средства для обеспечения интенсивных технологий возделывания и уборки сельскохозяйственных культур / Я. Героба, К. Фрешер // Сборник научных трудов МИИСП. - М., 1989. - С. 100 - 106.

119. Жмай Л. Г. Обоснование параметров технологического процесса очистки и сортирования семян овощных культур на вибрационной семяочистительной машине / Л. Г. Жмай: автореф. дис. ...канд....техн. ...наук / Л. Г. Жмай.- Харьков,1990.-24 с.

120. Валиев Х. Х. Высокопроизводительные рабочие органы для предварительной очистки влажного зернового вороха / Х. Х. Валиев, Ф. Н. Эрк, С. А. Вайнруб // Тракторы и сельскохозяйственные машины.- 1990. №6. - С.21 - 22.

121. Резниченко В. И. Исследование взаимодействия пневмоинерционной камеры и воздушно-решетной очистки сепаратора грубого вороха. / В.И. Резниченко, Ю. М. Помогаев // Совершенствование технологии и технических средств уборки, обработки и переработки зерна. - Воронеж: СХИ, 1990. - С. 33 - 44.

122. Тарасов Б.Т. Обоснование технологической схемы центробежного воздушно-решетного ворохоочистителя / Б.Т. Тарасов [и др.] // Очистка и сортирование семян сельскохозяйственных культур.- Новосибирск,

СИБИМЭ, 1991.- С. 53-57.

123. Минаев В. Н. Исследование профилированных и плоских решет в производственных условиях / В. Н. Минаев, Х. Регге // Техника в сельском хозяйстве. 1991. - №4.- с. 11 - 12.

124. Яговкин В.П. Свойства каскадных гравитационных сепараторов / В.П. Яговкин, В.А. Дурченков // Научно технический бюллетень.- РАСХН СО. Сиб. НИИ сел. х-ва. – Новосибирск, 1991. - №2.- С. 11 - 14.

125. Миронов А.В. Повышение качества разделения зернового вороха пневмоинерционным сепаратором за счет совершенствования структуры воздушного потока: автореф. дис. ...канд. техн. наук/ А.В. Миронов. - Л., 1994. - 16 с.

126. Тарасенко А. П. Совершенствование процесса очистки невялого вороха / А. П. Тарасенко // Техника в сельском хозяйстве.-1991.- №4. - С. 9 - 11.

127. Заика П. М. Разработка средств сепарации трудноразделимых семенных смесей / П. М. Заика // Развитие комплексной механизации производства зерна с учетом зональных условий. - М.: ВИМ, 1982. - С. 185 - 187.

128. Заика П. М. Вибрационные семяочистительные машины и устройства / П. М. Заика. - Научные труды. - М., 1981. - 141 с.

129. Заика П. М. Сортирование семян на вибросепараторах: учеб. пособие / П.М. Заика. - М.: МИИСП. 1987.- 61 с.

130. Киреев М. В. Высокопроизводительные рабочие органы для предварительной очистки зернового вороха повышенной влажности / М.В. Киреев, Л. И. Ерошенко, Е.В. Михайлов // Развитие комплексной механизации производства зерна с учетом зональных условий. - М., 1982. - С.

187 - 188.

131. Звіт по підпрограмі 2 “Розробка технологій і технічних засобів для рослинництва в умовах зрошеного землеробства півдня України” (проміжний)./ - № держреєстрації 01070008955.- Мелітополь 2010.-39 с.

132. Михайлов Є.В. Визначення факторів і параметрів процесу попередньої очистки зерна. / Є.В. Михайлов, В.С. Дудка, О.О. Білокопитов, С.С. Бойко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету – Вип. 10, Т.2 – Мелітополь: ТДАТУ, 2010.- С.120-125.

133. Михайлов Є.В. Аналіз роботи засобів попередньої очистки зерна./ Є.В. Михайлов, В.С. Дудка, А.С. Сінніков // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету – Вип. 10, Т.2 – Мелітополь: ТДАТУ, 2010.- С.125-131.

134. Михайлов Є.В. Передумови вивчення процесу попередньої очистки зерна методом планування експерименту / Є.В. Михайлов, В.С. Дудка, А.С. Сінніков, С.С. Бойко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету – Вип. 10, Т.4 – Мелітополь: ТДАТУ, 2010.- С.47-52.

135. Михайлов Є.В. Удосконалення сепаратора попередньої очистки зерна / Є.В. Михайлов, В.С. Дудка, О.О. Білокопитов // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету – Вип. 10, Т.4 – Мелітополь: ТДАТУ, 2010.- С.48-53.

136. Звіт по підпрограмі 2 “Розробка технологій і технічних засобів для рослинництва в умовах зрошеного землеробства півдня України” (проміжний)./ - № держреєстрації 01070008955. - Мелітополь 2011.- 49 с.

137. Михайлов Є.В. Использование метода имитационного моделирования при обосновании параметров процесса послеуборочной обработки

зерна / Є.В. Михайлов, В.М. Дегтев //Праці Таврійського державного агротехнологічного університету – Вип. 10, Т.8 – Мелітополь: ТДАТУ, 2010.- С.209-214.

138. Михайлов Є.В. Аспекти методики визначення параметрів повітряного потоку в пневмосистемі машини попереднього очищення зерна / Є.В. Михайлов, О.О. Білокопитов, М.П. Кольцов // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету – Вип. 11, Т. 1 – Мелітополь: ТДАТУ, 2010.- С.242-250.

139. Звіт по підпрограмі 2 “Розробка технологій і технічних засобів для рослинництва в умовах зрошеного землеробства півдня України” (заключний)/ № держреєстрації 01070008955 - Мелітополь 2011.-61 с.

140. Михайлов Є.В. До питання класифікації зерноочисних машин та їх повітряних потоків./ Є.В. Михайлов, М.П. Кольцов, О.О. Білокопитов. Праці таврійського державного агротехнологічного університету. Вип.11.т.5. : - Мелітополь: ТДАТУ, 2011 с. 182...192.

141. Пат. № 61469U Україна, МПК В07В1/28. Решітний сепаратор / Є. В. Михайлов, О. О. Білокопитов, В. С. Дудка, А. В. Перетяцько. - № u2010 13961; заявл. 23.11.2010; опубл. 25.07.2011, Бюл. № 14.

142. Михайлов Є. В.Аналіз результатів статистичних характеристик зернового вороху / Є. В. Михайлов, О. О. Білокопитов // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь, 2012. – Вип. 2, т. 3. - С. 57-64.

143. Михайлов Е.В. Анализ значимости факторов, влияющих на рабочий процесс сепаратора зернового вороха / Е.В. Михайлов // Методы и средства повышения эффективности рабочих процессов сельскохозяйственных машин. – Л.: ЛСХИ, 1983.- С. 53 - 55.

144. Михайлов Е.В. Исследование рабочего процесса аэродинамического питателя / Е.В. Михайлов // Совершенствование процессов и рабочих органов сельскохозяйственных машин. – К.: УСХА, 1986. - С. 39 – 44.
145. Михайлов Е. В. Расчет скорости движущегося псевдооживленного слоя / Е.В. Михайлов // Методы и средства контроля качества функционирования технологических процессов сельскохозяйственных машин и комплексов. - Л.: ЛСХИ, 1985. - С. 56 - 57.
146. Подоплелов С. А. К расчету скорости зерна по наклонной плоскости / С. А. Подоплелов, Е. В. Михайлов // Механизация процессов производства семенного зерна. – Киров: НИИСХ Северо – востока. 1988. - С. 74 - 79.
147. Подоплелов С. А. Влияние влажности зерна на расход энергии и производительность аэродинамического транспортера / С. А. Подоплелов, Е. В. Михайлов // Научные труды ЛСХИ. - Л., 1981. - Т.415. С. 57 - 59.
148. Ерошенко Л. И. Использование аэродинамических установок в технологических линиях зерноочистительно-сушильных пунктов / Л. И. Ерошенко, Е. В. Михайлов, С. А. Подоплелов // Повышение Эффективности технологических процессов и совершенствование рабочих органов сельскохозяйственных машин. – Л., 1982. - С. 76 - 78.
149. Киреев М. В. Результаты исследования высокопроизводительного рабочего органа для предварительной очистки зернового вороха повышенной влажности / М. В. Киреев, Е.В. Михайлов // НТБ СО ВАСХНИЛ. - Новосибирск, 1983.- Вып. 35.- С. 19.
150. Киреев М. В. Результаты исследования высокопроизводительного

пневморешетного скальператора для очистки зерна / М. В. Киреев, Е. В. Михайлов // Проблемы механизации сельского хозяйственного производства: всесоюз. Науч.- техн. конф., 19 - 21 ноября 1985г М.: ВИМ, 1985.- С. 86.

151. Михайлов Е. В. Высокопроизводительный сепаратор зернового вороха / Е. В. Михайлов С. А. Подоплелов. // Механизация и электрификация сельского хозяйства.-К.: Урожай, 1986.- Вып.64.- С.32 - 34.

152. Аблогин Н. Н. Исследование скальператора для сепарации очесанного зернового вороха риса / Н. Н. Аблогин, Е.В. Михайлов // Разработка и совершенствование рабочих органов сельскохозяйственных машин. – М.: ТСХФ, 1987. – С.

153. Михайлов Е. В. Оценка перспективности использования цилиндрического решета с наружной рабочей поверхностью для очесанного вороха риса / Е.В. Михайлов, Н.Н, Аблогин // Совершенствование технологических процессов рабочих органов сельскохозяйственных машин:- К.: УСХА,1988.-С. 58-63.

154. А. с. 1074441 СССР, МКИ А01 F12/44, В07В7/12. Сепаратор для предварительной очистки зерновой смеси / М. В. Киреев, Е. В. Михайлов, Л. И. Ерошенко, А. С. Подоплелов, Н.П. Сычугов, Ф. Н. Эрк, А.С. Матвеев. №3486237/30 - 15; заявл. 1.08.82; опубл. 23.02.84, Бюл. №7.

155. А. с. 1071550 СССР, МКИ В65G53/04. Устройство для транспортирования грузов // М. В. Киреев, Л. И. Ерошенко, С. А. Подоплелов, Е. В. Михайлов, Ф. Н. Эрк, А. А. Коломийцев. - №3297139/27 - 11; заявл. 04.06.81; опубл. 07.02.84, Бюл. №5.

156. А. с. 1586788 СССР, МКИ В07b1/22. Способ разделения зерноломистого вороха // Н. Н. Аблогин, А. В. Авдеев, Ю. Н. Ярмашев В. П.

Гаврилов, В. М. Халанский, Н. Н. Данченко, Е. В. Михайлов. - № 4336759/23-03; заявл. 06.00.87; опубл. 23.08.90, Бюл. №31.

157. Михайлов Е. В. Методы и средства интенсификации процесса предварительной очистки зерна повышенной влажности: дис. ... канд. техн. наук / Е. В. Михайлов. - Л., 1984. - 233 с.

158. Бурков А. Машина предварительной очистки зерна / А. Бурков, А. Глушков // Сельский механизатор. - 2007. - №1. - С8.

159. Васильковський О.М. Розробка конструкції та обґрунтування параметрів відцентрового решітного сепаратора зерна: автореф. дис.... канд. техн. наук:05.05.11 / О.М. Васильківський. – Кіровоград, 2001.- 20с.

160. Верещинский А.П. Сито-воздушный сепаратор "Луч ЗСО" лучшее решение в технике очистки зерна / А. П. Верещинский // Хранение и переработка зерна : научно-практический журнал. - 2009. - №1. - С. 34-35.

161. Воинков В.П. Повышение эффективности очистки сои от дурнишника на фрикционном сепараторе барабанного типа: автореф. дис...канд. тех. наук: 05.20.01 / В.П. Воинков.- Челябинск, 2007.-20с.

162. Гольдшмідт О.А. Розробка і обґрунтування технічних параметрів сепаратора насіння баштанних культур: афтореф. дис... канд. техн. наук / О. А. Гольдшмідт ; КДАУ. - Сімферополь, 2000. - 18 с.

163. Завгородній О.І. Наукові основи процесів очищення отворів решіт зерноочисних машин: автореф. дис....д-ра техн. наук: 05.05.11 / О.І. Завгородній. – Харків, 2001.- 42с.

164. Куринная Н.О. Повышение эффективности сепаратора зерна круговыми колебаниями решет в режиме самоочистки отверстий от застрявших частиц: автореф. дис...канд. техн. наук:05.20.01 / Н.О. Куринная. –

Челябинск,2009.-22с.

165. Лобанов В.И. Совершенствование конструкций бункеров активно-го вентилирования / В.И. Лобанов // Вестник Алтайського ГАУ.- 2001.- №1(21).- С.37-40.

166. Лук'яненко В.М. Обґрунтування параметрів процесу сепарації насіння рипака і суріпиці на вібраційній машині: автореф. дис....канд. техн. наук: 05.05.11 / В.М. Лук'яненко. – Харків,2001.- 20с.

167. Лукинов Г.И. Новые технологи и технические средства для сепарации зерновых отходов / Г.И. Лукинов, Ю.И. Ермольев // Вестник ДГТУ.-2005.-Т.5, №5(27) С.698-705.

168. Агафонов Е. Я. Расчет и планирование сушильно-очистительного хозяйства в колхозах. / Е. Я. Агафонов // Вестник с. х. наук. - 1957. -№8, - С.117 - 126.

169. Антипин В. Г. К проектированию агрегатов для доработки зерна после комбайнов в условиях Северо-Запада / В. Г. Антипин //Труды ВНИИСХ. – Л., 1959. - Вып.3. - С. 91 - 102.

170. ОСТ 70.10.2-83. Зерноочистительные машины и агрегаты, зерноочистительно-сушильные комплексы. Программа, методы испытаний.- М.: ЦНИИТЭИ, 1984. – 159 с.

171. Аблин Л. К. Методика расчета и анализ работы очистительно-сушильных пунктов / Л. К. Аблин // Труды ЧИМЭСХ. - Челябинск, 1964. - Вып.4. - С. 31 - 46.

172. Завалишин Ф. С. Основы расчета механизированных процессов в растениеводстве / Ф. С. Завалишин. – М.: Колос, 1973.- 319 с.

173. Кропп Л. И. Оптимизация размещения предприятий для обработки и хранения зерна / Л. И. Кропп // Механизация и электрификация соци-

алистического хозяйства. - 1973. - 32. - С. 14 - 17.

174. Нагаев Ю. А. Методика определения оптимальных размеров механизированных пунктов послеуборочной обработки зерна / Ю. А. Нагаев // Труды СХИ. - Свердловск, 1975.- Т.33. - С. 83 - 89.

175. Панус Ю. В. Экономическое обоснование производительности зерноочистительных пунктов / Ю. В. Паннус // Труды ЧИМЭСХ . - Челябинск, 1964 - Вып.14. - С. 47 - 54.

176. Тимофеев В. И. Экономическое обоснование оптимальных размеров зерноочистительно-сушильных пунктов / В. И. Тимофеев, Р. Г. Шмидт // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. - 1969. - 37. - С. 23 - 26.

177. Елизаров В. П. Оптимизация основных технологических параметров сельскохозяйственных комплексов послеуборочной обработки зерна:автореф. дис. ... дра техн. наук / В.П. Елизаров. – М., 1982.-40 с.

178. Бекеев А. Х. Характеристики условий послеуборочной обработки зерна в Нечерноземной зоне. / А. Х. Бекеев // Науч.-н.-техн. бюл. ВИМ. - М., 1981. - Вып.46. - С.23 - 28.

179. Киреев М. В. Имитационное моделирование при испытаниях зерноочистительно-сушильных комплексов / М. В. Киреев, В. М. Дегтев // Повышение эффективности технологических процессов и совершенствование рабочих органов сельскохозяйственных машин. - Л., 1982 - С. 80 - 83.

180. Клейнен Дж. Статические методы в имитационном моделировании. / Дж. Клейнен.- М.: Мир, 1978. - Т.1.- с.; Т.2. - 557 с.

181. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем - искусство и наука / Р. Шеннон. - М.: Мир,1978. - 418 с.

182. Цвик Б. Д. Обоснование состава уборочно-транспортных комплексов (для зерновых) / Б. Д. Цвирк, В. Е. Степанов, А. И. Митрофанов // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. - 1988 - №8 - С. 17 - 20.
183. Блынский Ю.Н. Имитационное моделирование уборочно-транспортных процессов / Ю. Н. Блынский, Ю. Ф. Ладыгин . - М.: Агропромиздат. 1988 - 120 с. - (Прил. К журн. Механизация и элктрификация сел.хоз-ва).
184. Горбунов Б. И. Имитационное моделирование использования техники в технологических звеньях механизированных поточных работ возделывания и уборки зерновых культур при различных условиях функционирования / Б. И. Горбунов // Совершенствование методов использования машинотракторного парка . – М., 1988. - С. 31 - 42.
185. Алексеев П. А. Применение методов имитационного моделирования в задачах оптимизации организационно-технологических систем механизации уборки зерновых / П. А .Алексеев, А. М. Рахмаилов // Разработка прогрессивных технологических процессов, машин, оборудования. Для кормопроизводства и животноводства.- Ростов н /Д, 1988. - С. 66 - 70.
186. Орлянский А. В. Имитационное моделирование подсистем уборочно-транспортной системы на заготовке сена / А.В. Орлянский // Эффективность использования сельскохозяйственной техники на орошаемых землях.- Ставрополь, 1987. - С. 56 - 63.
187. Войцеховский В. В. Имитационная модель технологической линии, состоящей из последовательно соединённых машин и емкостей для материала / В.В. Войцеховский // Применение экономико – математических методов для решения инженерных задач в полеводстве – Зерноград,

1988. - С. 90-96.

188. Скирта Б. К. Имитационное моделирование в управлении сельскохозяйственным производством / Б. К. Скирта. - К.: Высшая школа, 1990. - 206 с.

189. Лиший Г.А. Разработка системы агрегативного имитационного моделирования для управления сельскохозяйственным техническими системами (на примере уборочно-транспортных машинных систем): дис. ...канд. техн. наук / Г. А. Лиший. - Таганрог, 1990. - 218 с.

190. Черненький В. М. Имитационное моделирование: практ. пособие / В. М. Черненький; под ред. А. В. Петрова.- Кн. 9.- М.: Высш. шк., 1990. - 112 с.

191. Криков А.М. Проектирование транспортно - технологических систем для механизированных процессов в растениеводстве с использованием имитационного моделирования (на прим. убороч. – трансп. загот. процесса): автореф. дисс. ...д-ра...техн...наук / А.М. Криков; Сиб. НИИ механизации и электрификации сел. х-ва. – Новосибирск, 1989.- 36 с.

192. Лурье А. Б. Математические модели мобильных сельскохозяйственных агрегатов и их систем управления при стационарных случайных воздействиях / А. Б. Лурье // Автоматизация мобильных сельскохозяйственных агрегатов в записки ЛСХИ. - Л., 1968. - Т. 121. – С. 7 - 15.

193. Лурье А. Б. Научные основы совершенствования методик испытаний и исследований сельскохозяйственных машин / А. Б. Лурье // Записки ЛСХИ. - Л., 1972. - Т. 202. - С. 17 - 23.

194. Лурье А. Б. Статистическая динамика сельскохозяйственных агрегатов / А. Б. Лурье. - Л., Колос, 1970. - 170 с.

195. Лурье А. Б. Совершенствование оценок эффективности функцио-

- нирования технологических процессов сельскохозяйственных машин. / А. Б. Лурье // Методы и средства контроля качества функционирования технологических процессов сельскохозяйственных машин и комплексов. – Л.: ЛСХИ, 1985. - С. 3 - 8.
196. Лурье А. Б. К методике моделирования сельскохозяйственных агрегатов и их систем регулирования при случайном характере входных возмущений / А. Б. Лурье, А. И. Любимов. – Л., Колос., 1991. - 270 с.
197. Леженкин А. Н. Повышение эффективности работы ворохоочистителя за счет интенсификации его технологического процесса: дис. ... канд. техн. наук / А. Н. Леженкин. – Л., 1989.- 166 с.
198. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем / Н. П. Бусленко.- М.: Наука, 1968. – 365 с.
199. Испытания сельскохозяйственной техники // С. В. Кардашевский, Л. В. Погорелый, Г. М. Фудиман, П. И. Лобко, В. В. Брей. - М.: Машиностроение, 1979. - 288 с.
200. Еникеев В. Г. Вопросы совершенствования технической оснащённости сельского хозяйства / В. Г. Еникеев // Науч. труды ЛСХИ. - Л, 1976. - Т. 301. - С. 16 - 27.
201. Пашичев П. Л. Оценка качества технической оснащённости сельскохозяйственного производства с учетом вероятностных параметров / П. Л. Пашичев // Науч. труды ЛСХИ. - Л., 1980. - Т. 388. - С. 27 - 29.
202. Лурье А.Б. Основы теории эффективности функционирования рабочих процессов сельскохозяйственных машин и их систем управления / А. Б. Лурье // Науч. труды ЛСХИ. - Л., 1981. - Т. 415.- С. 3 - 6.
203. Денисов А. А. Теория больших систем управления / А. А. Денисов, Д.Н. Колесников.- М.: Энергоиздат, 1982.- 288 с.

204. Лифшиц А. Л. Статическое моделирование систем массового обслуживания / А. Л. Лифшиц, Э. А. Мальц.. – М.: Сов. радио, 1978. – 248 с.
205. Лурье А.Б. Расчет и конструирование сельскохозяйственных машин / А.Б. Лурье, А.А. Громбчевский. – Л., Машиностроение, 1977 . - 527 с.
206. Бусленко В. Н. Автоматизация имитационного моделирования сложных систем / В.Н. Бусленко. - М.: Наука, 1977. - 249 с.
207. Казаков Е. Д. Методы оценки качества зерна / Е. Д. Казаков. – М.: Агропромиздат, 1987. - 215 с.
208. Гончаров Е. С. Перестройка без сенсаций или системный анализ в нашем доме / Е. С. Гончаров.- К.: Земля и люди Украины - 1991. - 28 с.
209. Нагирный Ю. П. Прогнозирование в инженерной деятельности / Ю. П. Нагирный // Техника в сел. х-ве.- 1989. - №4. - С. 6 - 9.
210. Бельских В. И. Диагностирование и обслуживание сельскохозяйственной техники / В. И. Бельских.- М.: Колос, 1980. - 278 с.
211. Босый Н. А. Прогнозирование и обоснование машинных технологий и технических средств для животноводства / Н. А. Босый и др. // Механизация и электрификация сел. х-ва.- 1987. - №3. - С. 25 - 27.
212. Погорелый Л. В. Инженерные методы испытания сельскохозяйственных машин / Л. В. Погорелый. - К.: Техника, 1981. - 185 с.
213. Липкович В. И. Прогнозирование технического оснащения уборочных работ / В. И. Липкович, Л. Д. Пасичная, Н. И. Шабанов // Техника в сел. х-ве. – 1990. - № 5. - С. 23.
214. Игнатов В. Д. Прогнозирование и оценка надежности функционирования уборочно-транспортных систем / В. Д. Игнатов // Науч. – техн. бюл Сиб. НИИ механизации и электрификации сел. хоз-ва. – Новоси-

бирск,1989. – С. 10 - 16.

215. Лаврентьев С. П. Оперативные прогнозы уборочных работ (описание алгоритма и блок-схемы расчеты на ЭВМ) / С. П. Лаврентьев, А. С. Лаврентьев // Повышение эффективности средств механизации сельскохозяйственного производства в условиях Западной Сибири; Новосибирск. Гос. Аграр. Ун.-т. – Новосибирск, 1991.- С.59 - 71.

216. Мякишев Н. Ф. Формулы прогноза работы машин и механизмов стационарного комплекса зерновых культур и семенников трав / Н. Ф. Мякишев, А. В. Сокирко, А. Ф. Самойленко // Применение электроэнергии в сельском хозяйстве. – М., 1990. – С. 11 - 17.

217. Лукиных Г. Ф. Методология, результаты и прогнозирования динамики технологической системы уборки урожая / Г. Ф. Лукиных, А. А. Вайсман, Р. Ф. Курбанов // Совершенствование технологий технических средств для уборки урожая и послеуборочной обработки зерна. – Челябинск. 1987. - С. 59 - 66.

218. Ермольев Ю. И. Прогнозирование показателей технического уровня и путей развития машин предварительной очистки зерна / Ю. И. Ермольев; РЖ "Тракторы и с.х. машины". - М., 1989 - 22 с. - Деп. в ЦНИИТЭИ тракторосельхозмаш. 28.11.89, № 1232

219. Смирнов В. Т. Прогнозирование урожайности овощей в открытом грунте / В. Т, Смирнов // Механизация и электрификация сел. х-ва.- 1987. - 1987.№9. - С. 18.

220. Кива А. А. Прогнозирование биоэнергетических показателей машин и оборудования / А. А. Кива, В. М. Рабштын, В. М. Сотников // Техника в сел. х-ве. - 1989.- №4. - С. 58.

221. Давидсон Е. И. Технологические модели машин почвообрабаты-

вающе-посевного комплексу / Е. И. Давидсон // Механізація і електрифікація сільського господарства. - 1984.- №6. - С. 5 - 7.

222. Еникеев В. Г. Оцінка якості технічної оснащеності сільськогосподарського виробництва як вірогідної системи / В. Г. Еникеев // Науч. труды ЛСХИ. - Л., 1983. - С. 17 - 21.

223. Михайлов Є.В. Методика визначення критичної швидкості складових зернового вороху / Є.В. Михайлов, О.О. Білокопитов // Науковий вісник ТДАТУ – Мелітополь, 2012.– Вип. 2, т. 3.- С. 50-56.

224. Пат. № 72063U Україна, МПК В07В1/28. Решітний сепаратор / Є. В. Михайлов, О. О. Білокопитов. - № u2011 14744; заявл. 12.12.2011; опубл. 16.04.2012, Бюл.№ 5.

225. Пат. № 74137U Україна, МПК В07В1/28. Решітний сепаратор / Є. В. Михайлов, О. О. Білокопитов. - № u2012 00062; заявл. 03.01.2012; опубл. 25.10.2012, Бюл. № 15.

226. Пат. № 78533U Україна, МПК В07В1/28. Решітний сепаратор із замкненою повітряною системою / Є. В. Михайлов, О. О. Білокопитов.- № u2012 09994; заявл.20.08.2012; опубл. 25.03.2013, Бюл.№ 6.

227. Звіт про науково дослідну роботу "Розробка технології та технічних засобів для рослинництва в умовах зрошувального землеробства півдня України,, (проміжний) № держреєстрації 01070008955 Мелітополь 2012. – 52 с.

228. Є.В. Михайлов. Аналіз пневматичних систем зерноочистительних машин та удосконалення їх класифікації / Михайлов Є.В., Білокопитов О.О., Н.О. Задосна Н.О., Д.В. Сердюк // Праці таврійського державного агротехнологічного університету. Вип.12.т.5.: - Мелітополь: ТДАТУ, 2012 с. 50...61.

229. Карпова О.П. Экспериментальні дослідження перетворення електричної енергії в електромеханічних системах обробки зерна/ О.П. Карпова М.В. Постнікова Є.В. Михайлов // Науковий вісник ТДАТУ – Мелітополь, 2012.– Вип. 2, т. 1.- С. 169-173.
230. Михайлов Е.В. Свойства семян подсолнечника и показатели качества масличного сырья, поступающего на Мелитопольский маслоэкстракционный завод./ Є.В. Михайлов, Н.О. Задосная. Праці таврійського державного агротехнологічного університету. Вип.13.т.3. : - Мелітополь: ТДАТУ, 2013. - С. 118...123.
231. Фадеев, Л. В. Щадящая технология подготовки семян - путь повышения урожайности / Л. В. Фадеев // Агрохимия, агротехника, агротехнологии. – 2012. – № 1. – с. 28-31.
232. Травмирование семян / Режим доступа: <http://www.agrocounsel.ru/travmirovanie-semyan>
233. Гимадиев А. М. Травмирование семян / А.М. Гимадиев // Режим доступа: <http://www.agro-inform.ru/2010/06/travm.htm>
234. Михайлов Є.В. Травмування насіння зернових культур в процесі післязбиральної обробки та шляхи його зменшення./ Є.В. Михайлов, М.П. Кольцов. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Вип.13.т.3. : - Мелітополь: ТДАТУ, 2013. - С. 139...145.
235. Михайлов Е. В. Анализ результатов статистических характеристик зернового вороха / Е.В. Михайлов, А. А. Белокопытов // Научно-технический прогресс в сельском хозяйстве: Международная научно-техническая конференция 10-11 октября.2012г. в 3-х томах т.2. : НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства. – Минск, 2012. с. 278-286.
236. Михайлов Е. В. Совершенствование технологического процесса

очистки риса-зерна в условиях нормального функционирования зерноочистительных машин / Е. В. Михайлов, Б. В. Воронин // Всесоюз. Науч.- техн. конф. По современным проблема земледельческой механики. 20 - 22 июня 1989г. - Мелитополь, 1989. - С. 79 - 80.

237. Михайлов Е. В. Стан і проблеми післязбиральної обробки насіння зернових в південних областях України / Е. В. Михайлов // Междунар. Науч.- техн. конф. по вопросам развития механизации, элетрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства в условиях рыночных отношений, 15 - 17 ноября 1994г. - Глеваха, 1994. - С. 59 - 60.

238. Михайлов Е. В. До обґрунтування технології післязбиральної обробки вороху насіння трав на стаціонарі / Е. В. Михайлов, А. Н. Леженкин // Междунар. Науч.- техн. конф. По вопросам развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства в условиях рыночных отношений, 15 - 17 ноября 1994г. – Глеваха, 1994. - С. 85 - 86.

239. Michailow E/ O metodyce obliczenia parametrow technicznych procesu obrobki ziqrna po zbiorze – problem budowy oraz eksploatacji maszyn. – urzadzen. rolniczych. INFUR,PLOCK,1994..S.26-29.

240. Михайлов Е. В. Информационно-технологическая модель технической оснащённости процесса послеуборочной обработки зерна / Е. В. Михайлов // Моделирование процессов и технологического оборудования с.х.: междунар. Науч. – практ. конф.,17 - 19 августа 1994г.- Мелитополь,1994. - Т. 1. - С. 68 - 69.

241. Михайлов Е. В. Методика обоснования параметров технической оснащённости процесса послеуборочной обработки зерна / Е. В. Михайлов // Моделирование процессов и технологического оборудования с.х.:

международ. Науч.-практ. конф., 17 - 19 августа 1994г. – Мелитополь, 1994 .- Т.1. – С. 82 - 84.

242. Михайлов Е. В. Обоснование параметров технической оснащенности процесса послеуборочной обработки зерна в южных областях Украины / Е. В. Михайлов.- Черкассы, 1995.-5 с- Деп. в НИИТЭХИМ (г. Черкассы), № 18хп95.

243. Михайлов Е. В. Практическая реализация методики обоснования параметров технической оснащенности процесса послеуборочной обработки зерна / Е. В. Михайлов – Черкассы, 1995. – 4 с. – Деп. в НИИТЭХИМ (г. Черкассы), № 19хп 95.

244. Михайлов Е. В. О моделюванні параметрів технологічної оснащеності післязбиральної обробки зерна / Е. В. Михайлов // Матеріали науково- технічної конференції професорсько-преподавального складу, аспірантів і студентів.- Мелітополь, 1996.- С. 86.

245. Райбман Н. С. Что такое идентификация? / Н.С. Райбман.- М.: Наука, 1970. - 185 с.

246. Налимов В. В. Статические методы планирования экстремальных экспериментов / В. В. Налимов, Н. А. Чернова. – М.: Наука, 1965. - 147 с.

247. Хикс Ч. Р. Основные принципы планирования эксперимента / Ч. Р. Хикс. - М.: Мир, 1967. - 406 с.

248. Пустыльник. Е. И. Статические методы анализа и обработки наблюдений / Е. И. Пустыльник. – М.: Наука, 1968. – 288 с.

249. Веденяпин Г. В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных / Г. В. Веденяпин. – М.: Колос, 1973.- 199 с.

250. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. - М.:

Колос, 1979. - 416 с.

251. Статические методы обработки экспериментальных данных. – М.: Издательство стандартов, 1978. - 243 с.

252. Вознесенский В. А. Статические методы планирования экспериментов в технико-экономических исследованиях / В. А. Вознесенский.- М.: Финансы и статистика, 1981. – 263 с.

253. Завалишин Ф. С. Методы исследований по механизации сельскохозяйственного производства / Ф. С. Завалишин, М. Г. Мацнев. - М.: Колос, 1972. - 231 с.

254. Мойсюк Б. Н. Некоторые методы идентификации и оптимизации сложных объектов / Б. Н. Мойсюк. – М.: МЭИ, 1982. – 84 с.

255. Новицкий П. В. Оценка погрешностей результатов измерений / П. В. Новицкий, И. А. Зоограф.- Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 248 с.

256. Основы научных исследований : учебник для техн. вузов / В. И. Кругов, И. М. Грушко, В.В. Попов [и др.] ; под ред. В. И. Крутова. – М.: Высш. шк., 1998. – 400 с.

257. Барановский Н. Т. Автоматизированная обработка экономической информации: учебник / Н. Т. Барановский, Ф. И. Васькин. - М.: Финансы и статистика, 1991. - 304 с.

258. Погорелый Л. В. Научные основы повышения производительности сельскохозяйственной техники / Л. В. Погорелый, В .Г. Бильский, Н. П. Костенко. - К.: Урожай, 1989. - 240 с.

259. Погорелый Л. В. Индустриализация агропромышленного комплекса / Л. В. Погорелый. - К.: Техника, 1981. - 176 с.

260. Жукевич К. И. Оценка эффективности сельскохозяйственных машин и технологий / К. И. Жукевич // Механизация и электрификация

сельского хозяйства. – 1981. - №6. - С. 4 - 5.

261. Касьянов Л. И. Некоторые вопросы более эффективного использования производственных ресурсов в колхозах / Л. И. Касьянов // Вестн. с-г. науки. - 1985. - №12. - С. 21 - 24.

262. Кононенко А. Ф. Автоматизированное управление уборкой сельскохозяйственных культур / А. Ф. Кононенко, А. С. Каменский. - М.: Россельхозиздат, 1984. - 120 с.

263. Миронов А. П. Техническое обслуживание машинно-тракторного парка / А. П. Миронов, Л. П. Сегал. - Л.: НИИПТИМЭСХ НЗ РСФСР, 1981.- 192 с.

264. Шахмаев М. В. Выявление ресурсов улучшения машиноиспользования на основе моделирования производительности МТП / М. В. Шахмаев // Механизация и электрификация сел. хозяйства. – 1986. - №9. - С. 14 - 18.

265. Гунер Л. И. Единство посевных и уборочных комплексов / Л. И. Гунер // Механизация и электрификация соц. сельского хозяйства. – 1981. - № 6. - С. 36 - 38.

266. Кубышев В. А. Оптимизация процесса послеуборочной обработки зерна / В. А. Кубышев // Науч. труды ЧИМЭСХ.- Челябинск, 1970. Вып. 37. - С. 46 - 57.

267. Ермольев Ю.И. Моделирование процесса функционирования зерноочистительного агрегата / Ю. И. Ермольев, М.Ю. Кочкин // Вестник ДГТУ.2007.- Т.7, №4(35).- С. 407-417.

268. Журавель В.Ф. Имитационное моделирование экономических процессов в почвозащитном земледелии [Электронный ресурс] / В.Ф.

Журавель // Вестник СКГТУ.- 2006.- №5(9).- Режим доступа:
<http://www.ncstu.ru>

269. Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB: учебный курс / Ю. Лазарев. - СПб. ; К. : Питер, 2005. - 512 с.

270. Манасян С.К. Имитационное моделирование процессов сушки зерна в зерносушилках сельскохозяйственного назначения: автореф. дис.... д-ра техн. наук: 05.20.01 / С.К. Манасян. – Красноярск, 2009.- 37с.

271. Отаров М.Б. Научные основы разработки адаптивно-имитационных моделей управления сельскохозяйственным производством / М.Б. Отаров // Гуманитарные и социальные науки.- 2007.- №6.- С.45-49.

272. Папин Б.Д. Разработка метода математического моделирования для решения задач оптимальной очистки зерна сепараторам технологической линии: автореф. дис... д-ра техн. наук / Б. Д. Папин ; ЧГАУ. - Челябинск , 1994. - 36 с.

273. Сиротин А.В. Моделирование движения вороха в пневмоцентробежном сепараторе (ПЦС) / А. В. Сиротин, В. Д. Крыленкин, А. Ю. Царегородцев, В. Е. Панасенко ; Информагротех // Механизация растениеводства. Испытания новой техники: НТИС. - 1991. - Вып. 5. - С. 8-9.

274. Сухарев Э.А. Методы моделирования и оптимизации механических систем машин и оборудования: учеб. пособие / Э. А. Сухарев. - Ровно : НУВХП, 2008. - 194 с.

275. Тюнин Е.Б. Совершенствование оперативного управления в сельхозпредприятиях на основе математических и инструментальных методов (на примере отраслей растениеводства): автореф. дис...канд. экон.

наук: 08.00.05; 08.00.13 / Е.Б. Тюнин.- Майкоп,2008.-26с.

276. Дьяконов В. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем: специальный справочник / В. Дьяконов ; В.Круглов. - Питер : СПб, 2002. - 448 с.

277. Тулькибаев М.А. Критерии оптимизации технологической обработки зерна / М.А. Тулькибаев // Науч. техн. бюл. СибНИИМЕСХ.- Новосибирск, 1981.- Вып. 36. - С. 7 - 17.

278. Совершенствование технологий и технических средств послеуборочной обработки зерна: методические рекомендации / СибНИИМЕСХ - Новосибирск, 1982.- 73 с.

279. Экономический справочник растениеводства юга Украины. - Одесса: Маяк, 1985.-191 с..

280. Типові норми виробітку на сільськогосподарські стаціонарні машини, агрегати та комплекси / Держагропром УРСР. – К.: Урожай, 1986. – 152 с.

281. Рожков А.М. Учет затрат и анализ себестоимости производства семян зерновых культур (опыт работы ОПХ НПО областных государственных сельскохозяйственных опытных станций Поволжья). - М.: Росагропромиздат, 1990. - 78 с.

282. Макаров О.В. Экономическая эффективность применения комплексов машин для посадки, уборки и послеуборочной обработки картофеля в хозяйствах Рязанской области: автореф. дис...канд. экон. наук / О.В. Макаров. - Харьков, 1990. – 18 с.

283. ДСТУ 4397: 2005 «Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробувань.К.: Соцінформ, 2005. - 6 с.

284. Економіка виробничого підприємства: Навчальний посібник / За ред. І. М. Петровича. — К.: Знання 2001. — 405 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Графики

П Р И Л О Ж Е Н И Е А1
Графики качества исходного материала риса-зерна по засоренности

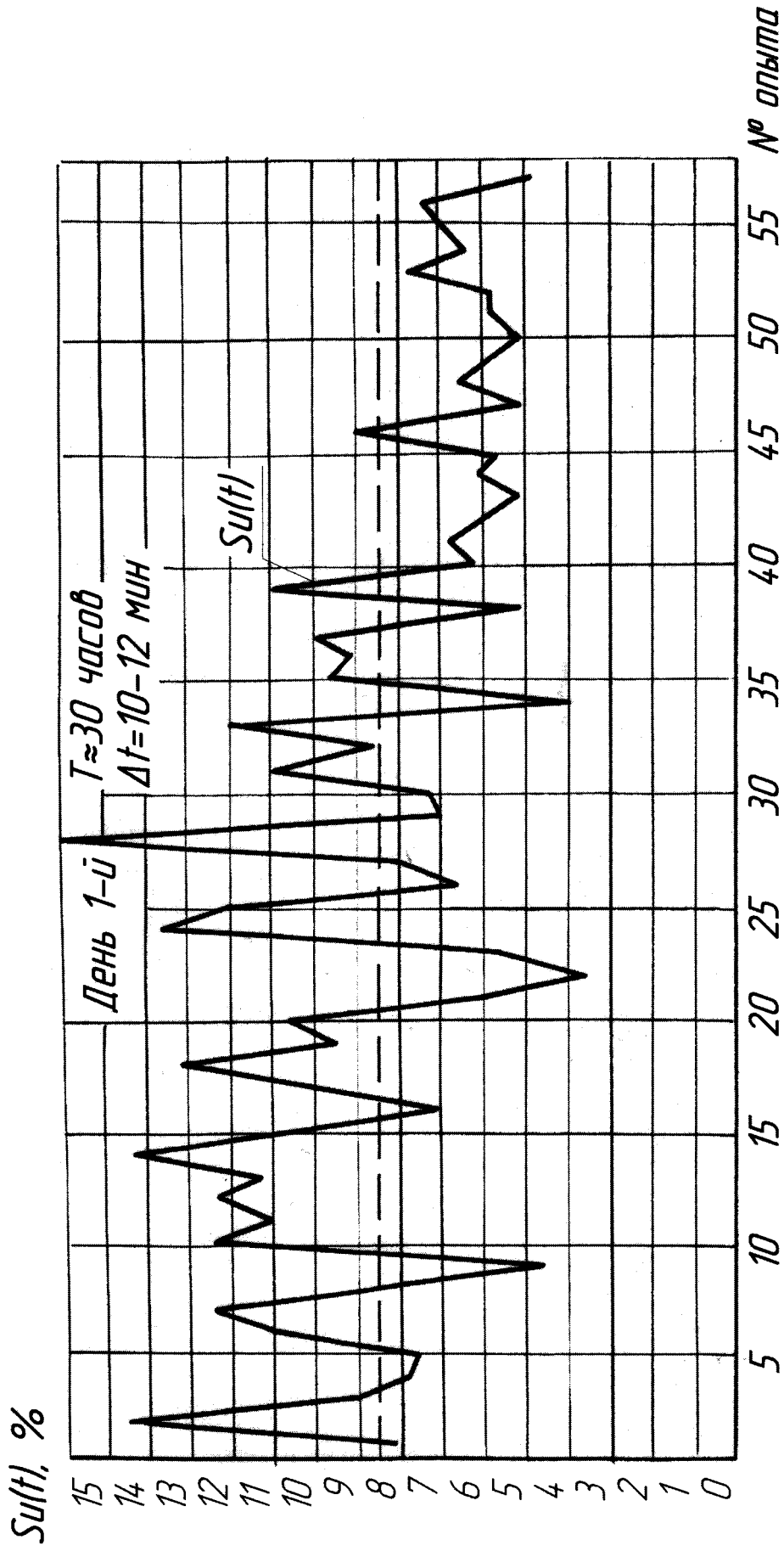


Рис. А1.1 – Качество исходного зернового материала по засоренности $m = 8,5$; $D = 5,59$; $\square = 2,36$; $v = 27,8$.

$Su(t)$, %

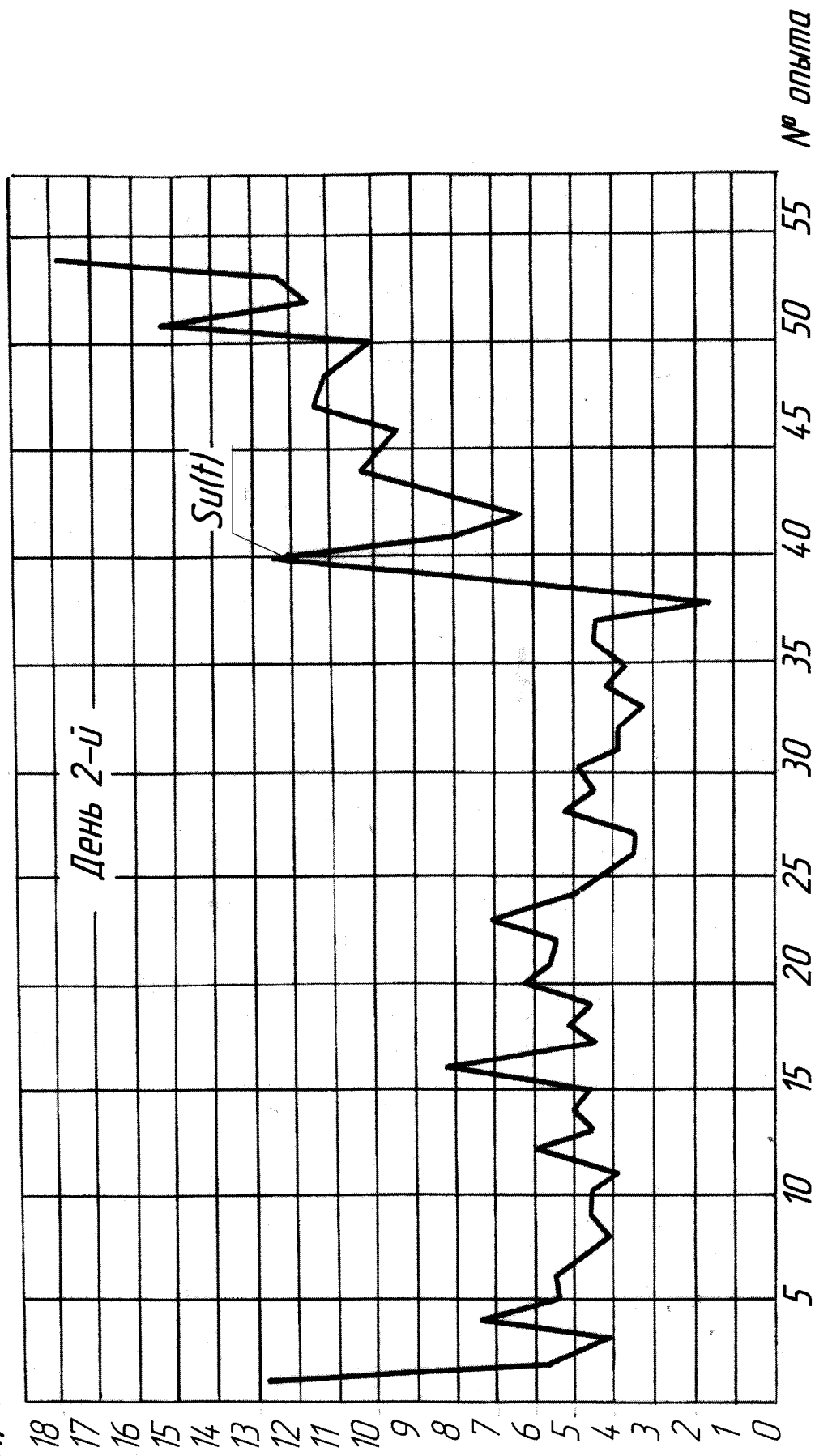


Рис. А1.2 - Качество исходного зернового материала по засоренности $m = 6,9$; $D = 5,1$; $\square = 2,25$; $v = 32,7$.

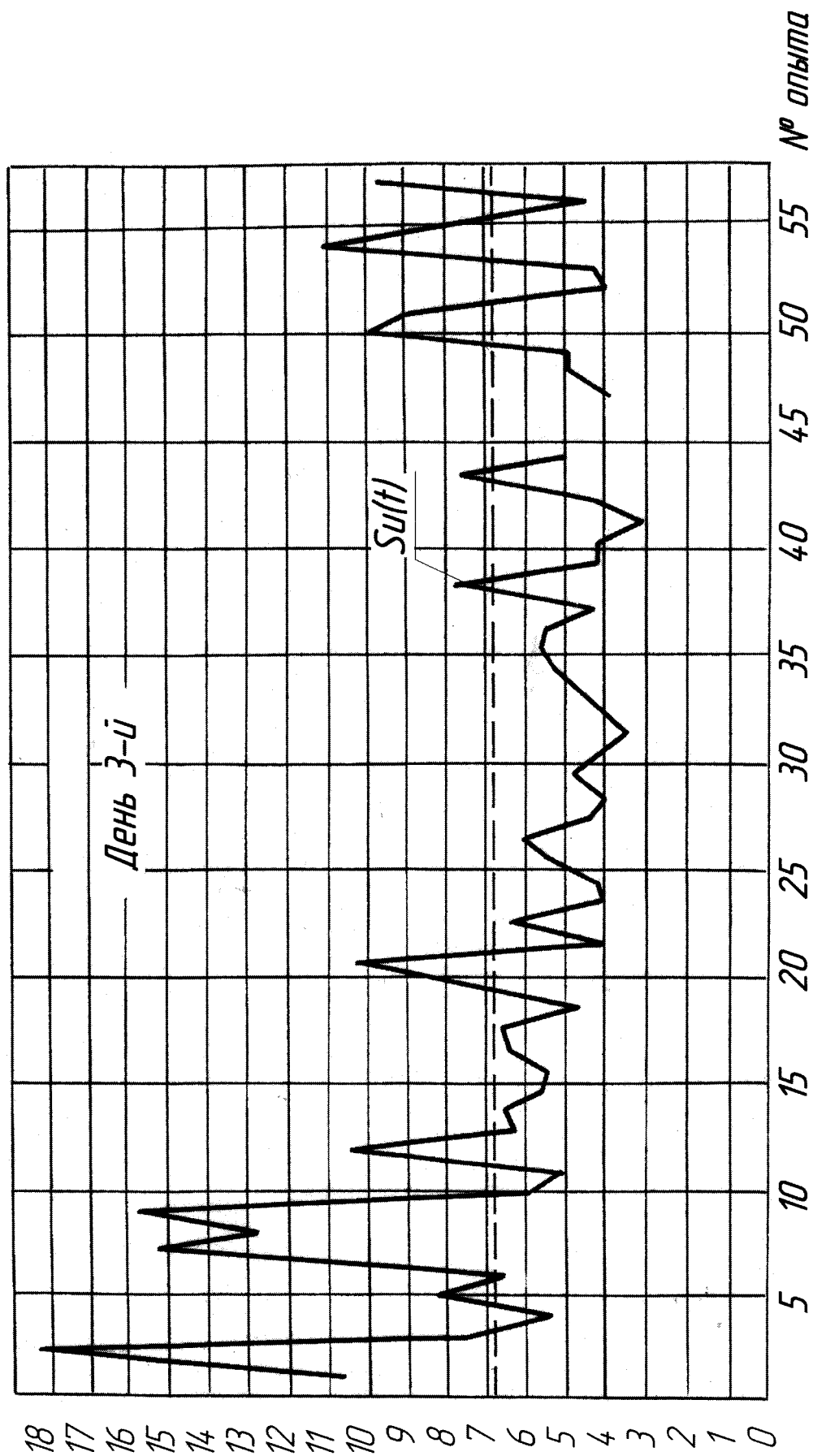


Рис. А1.3 - Качество исходного зернового материала по засоренности $m = 6,8$; $D = 5,29$; $\square = 2,30$; $v = 33,8$.

П Р И Л О Ж Е Н И Е А2
Графики качества исходного зернового материала пшеницы по засоренности, натуре и влажности

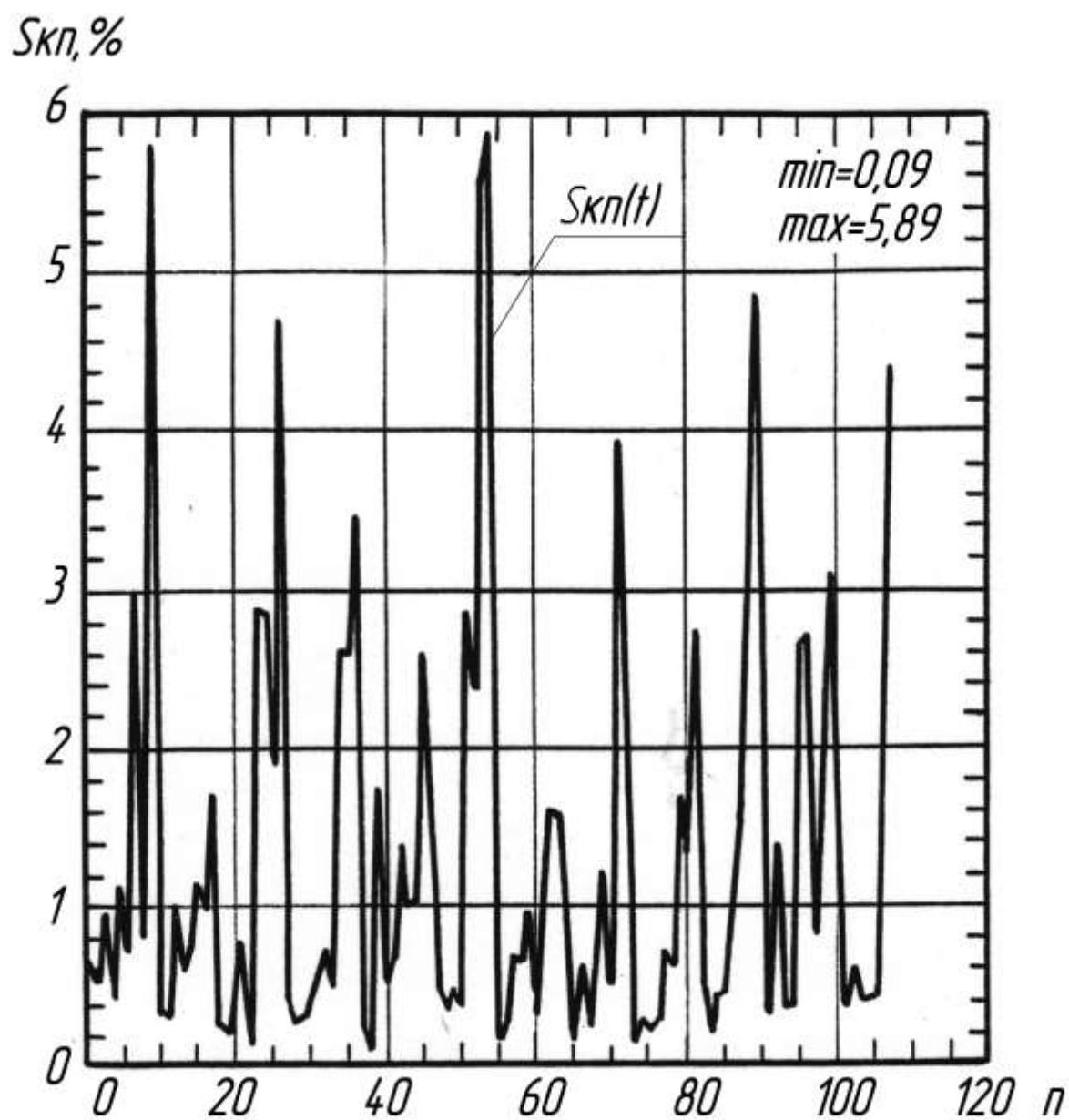


Рис. А2.1 - Качество исходного зернового материала по засоренности крупными примесями $Skп(t)$

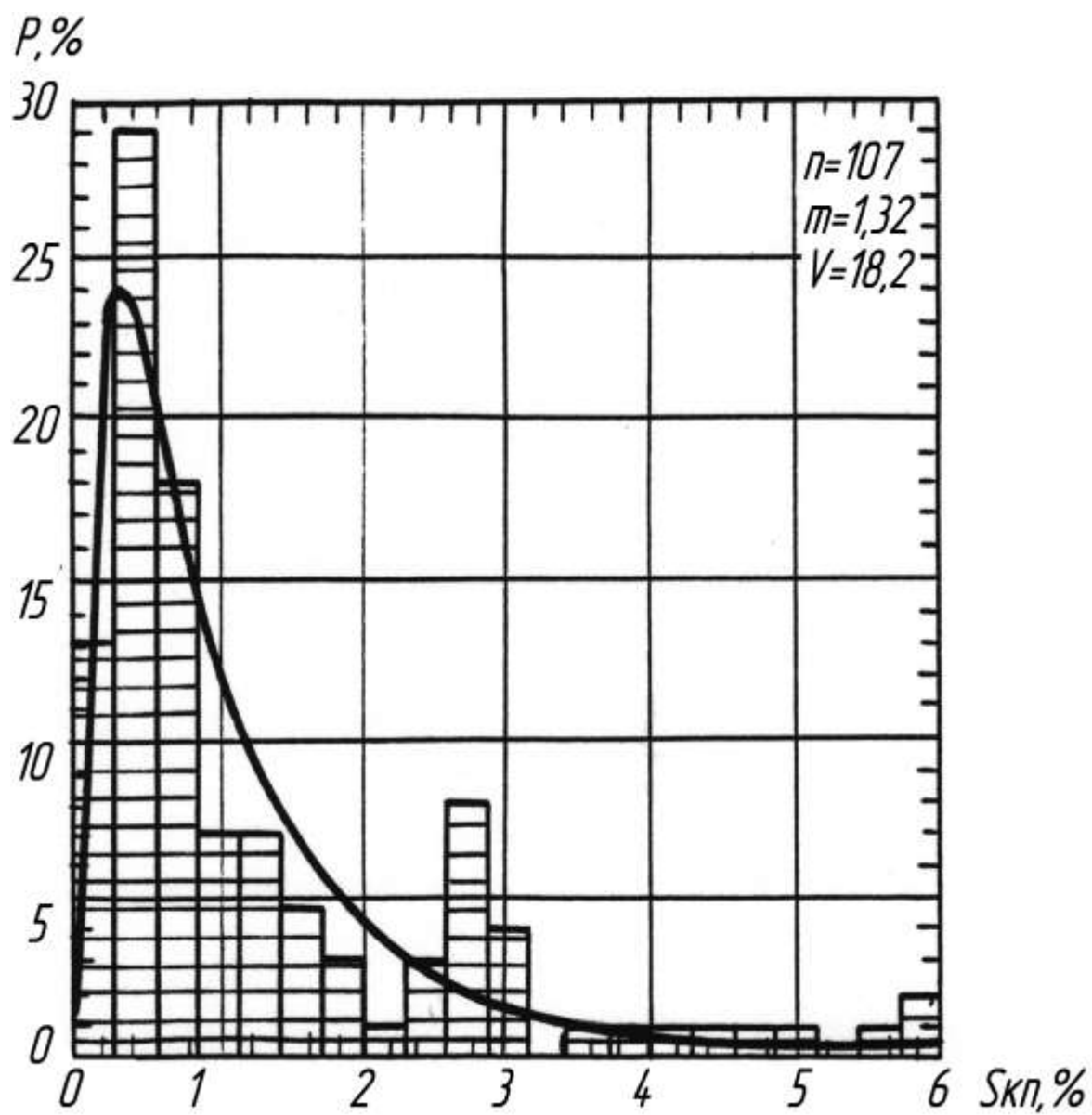


Рис. А2.2 - Распределение засоренности исходного зернового материала крупными примесями Skp

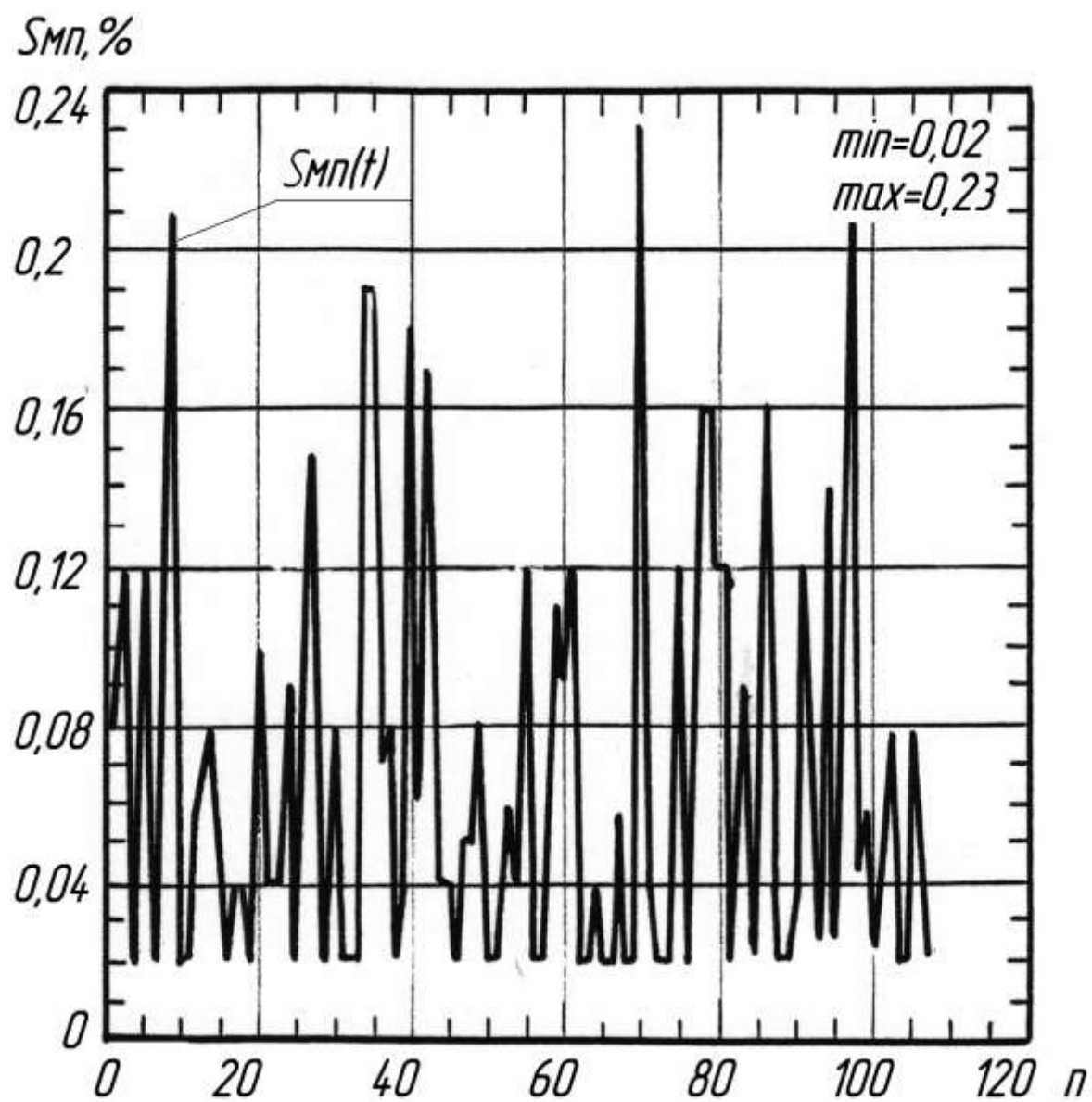


Рис. А2.3 - Качество исходного зернового материала по засоренности мелкими примесями $S_{mn}(t)$

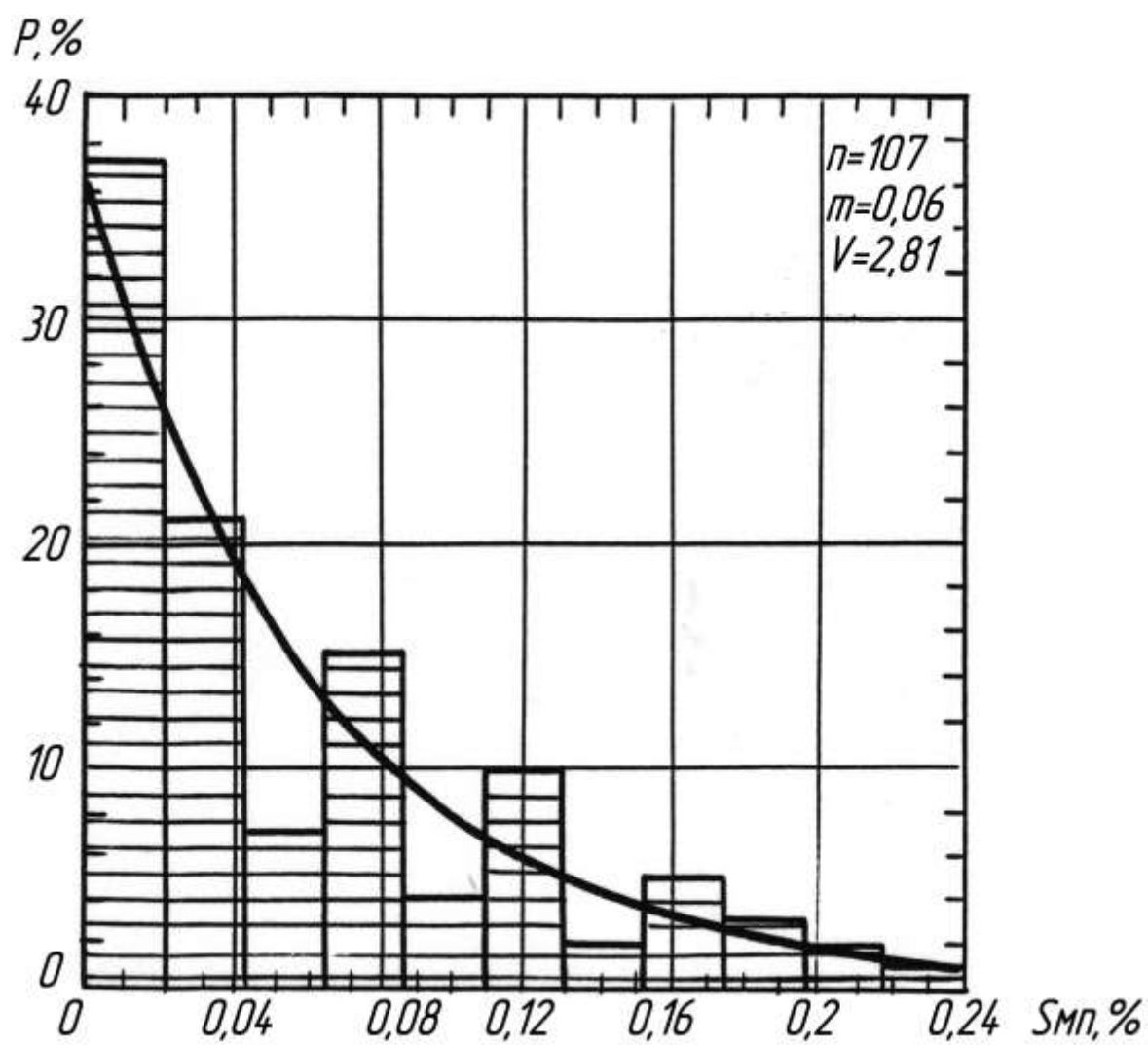


Рис. А2.4 - Распределение засоренности исходного зернового материала мелкими примесями S_{mp}

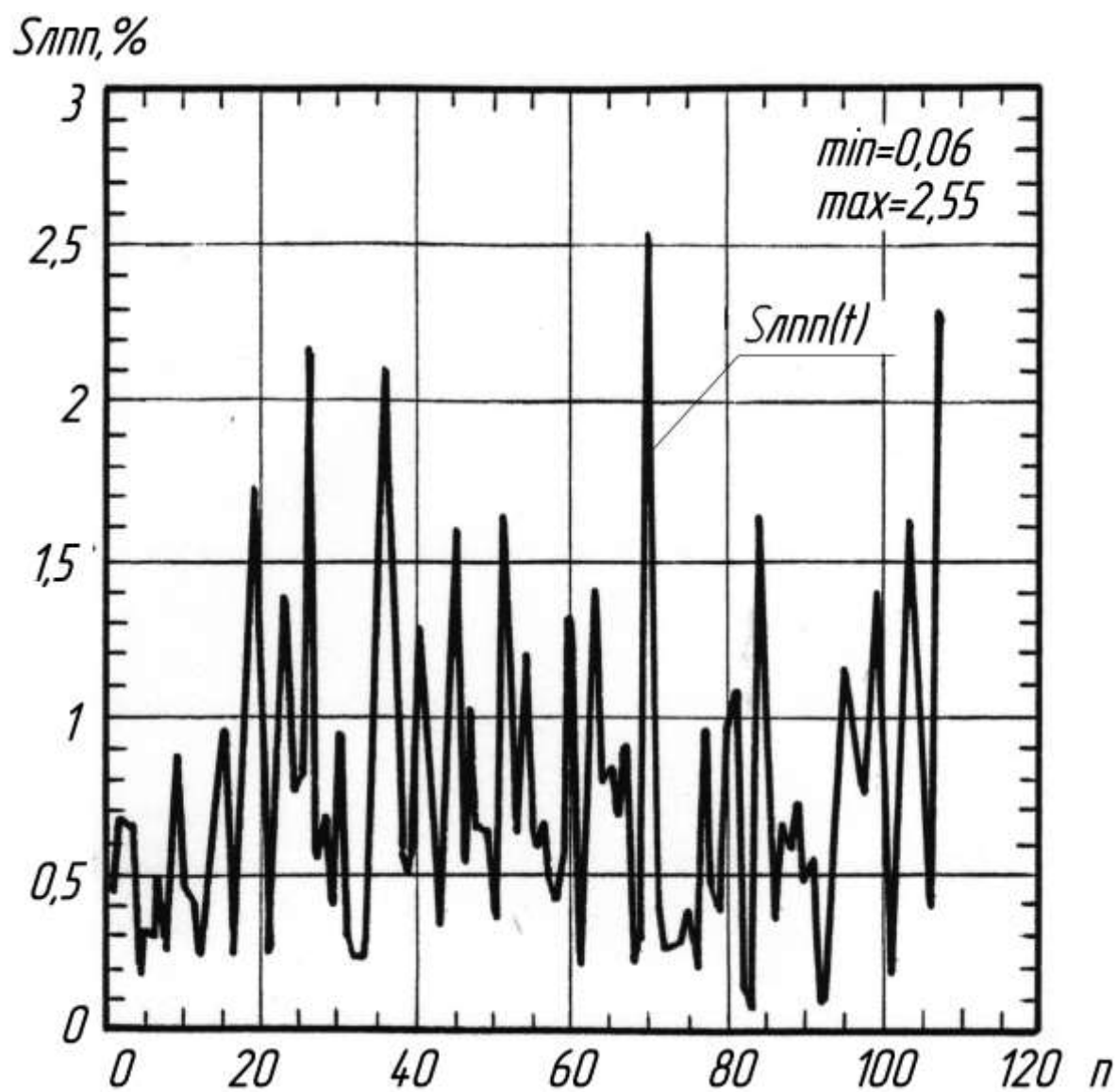


Рис. А2.5 - Качество исходного зернового материала по засоренности легкими примесями проходовой фракции $S_{лпп}(t)$

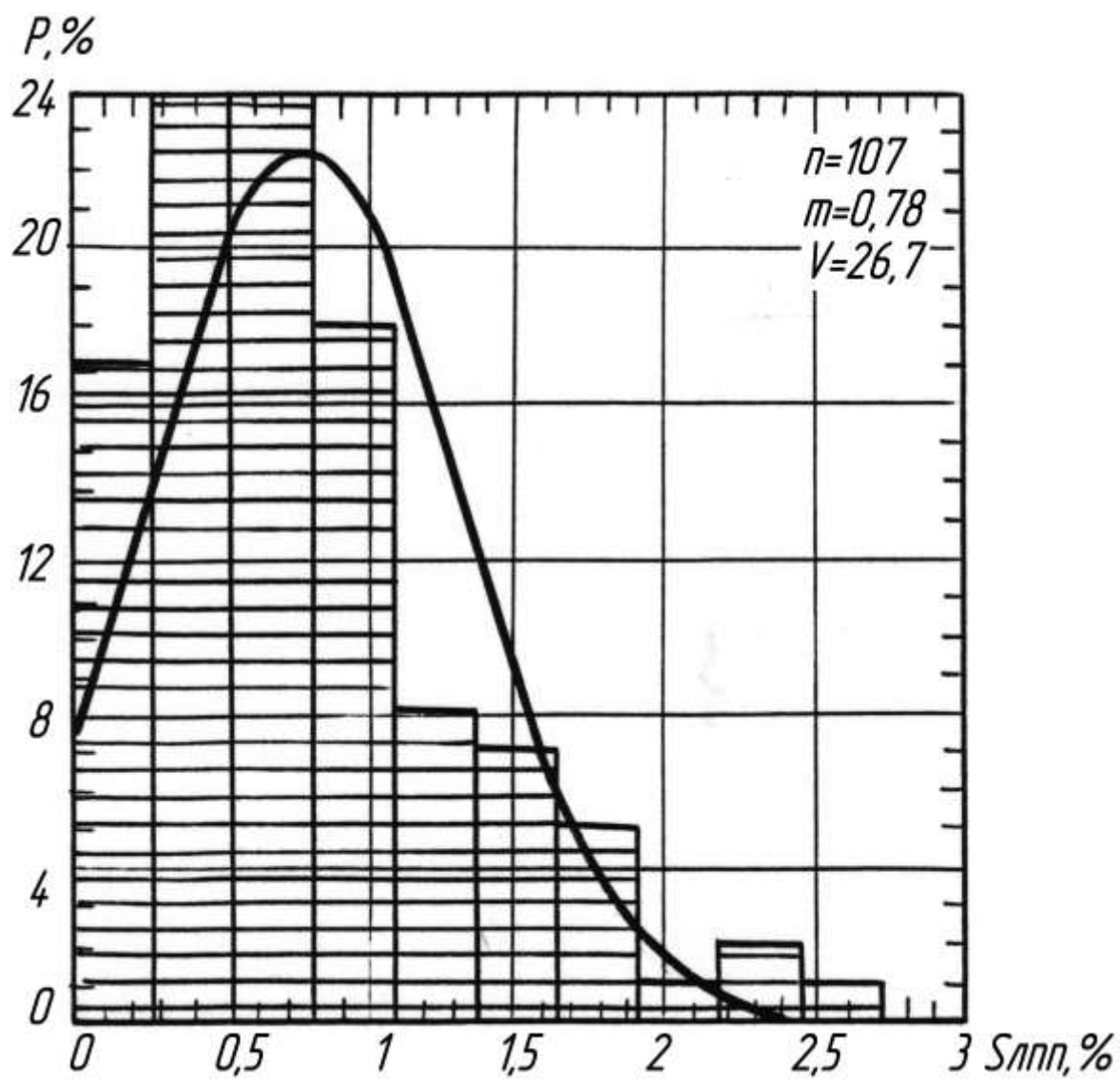


Рис. А2.6 - Распределение засоренности исходного зернового материала легкими примесями проходовой фракции Слпп

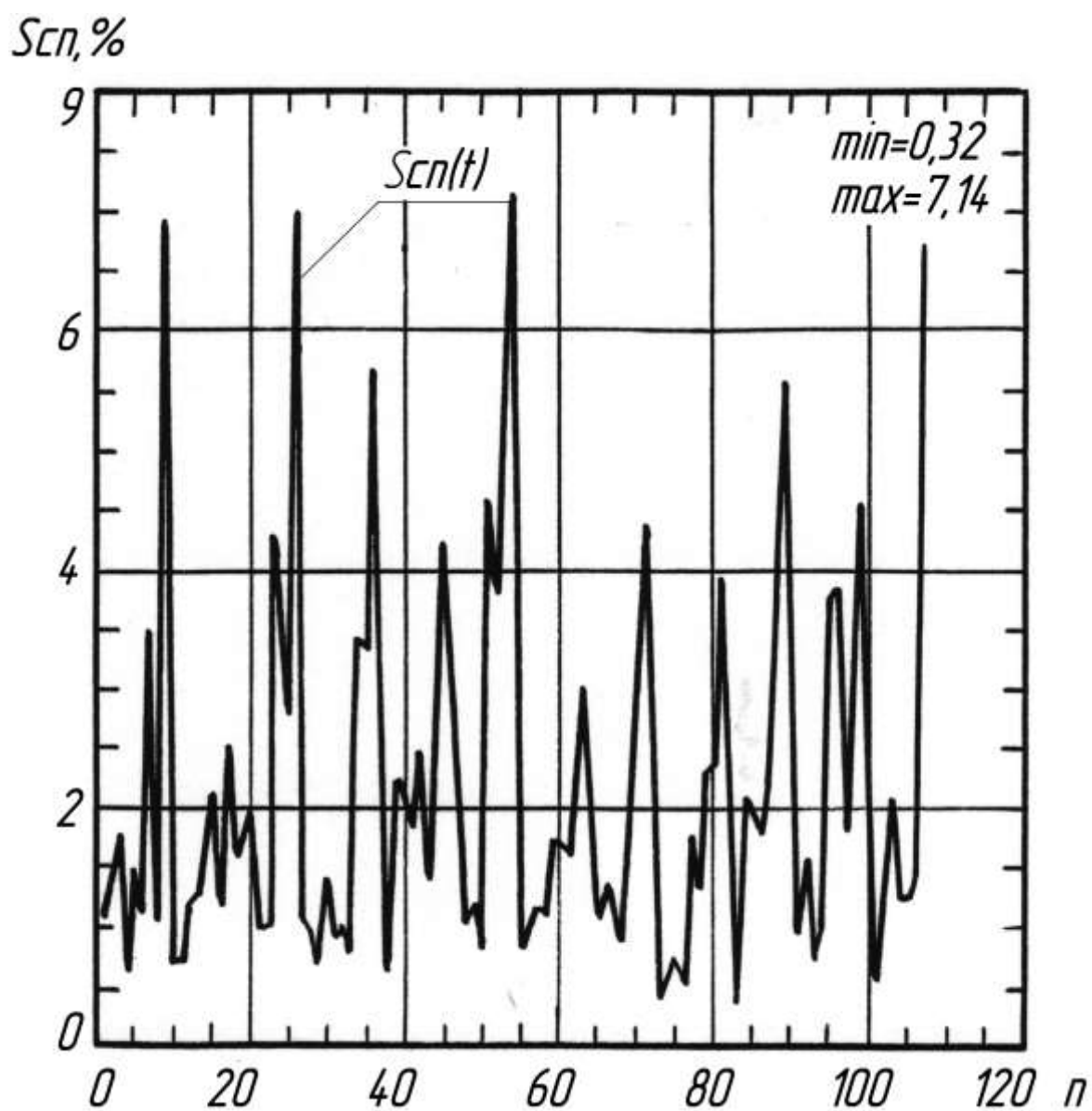


Рис. А2.7 - Качество исходного зернового материала по засоренности сорными примесями проходовой фракции $Slпп(t)$

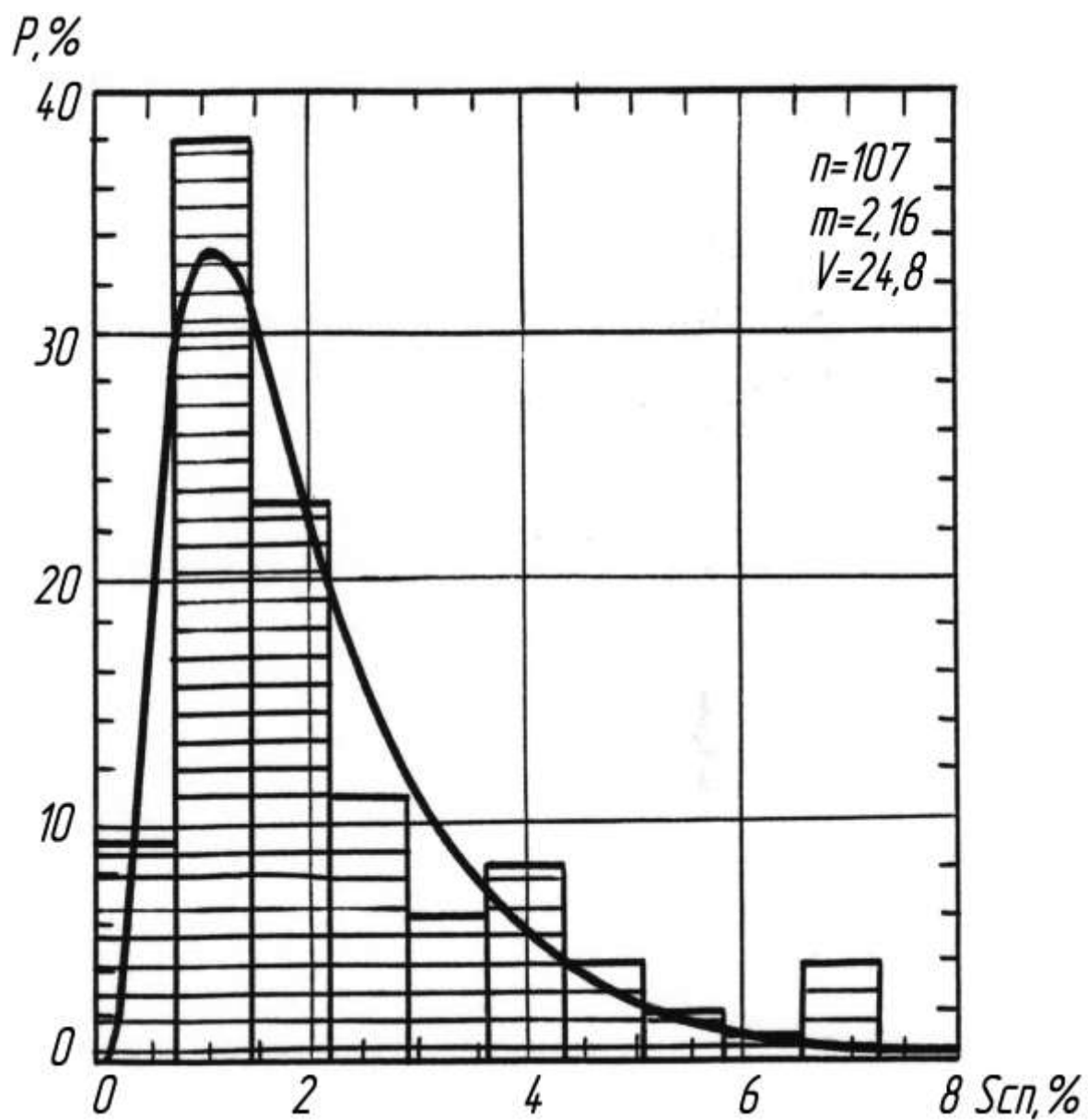


Рис. А2.8 - Распределение засоренности исходного зернового материала сорными примесями $Scп$

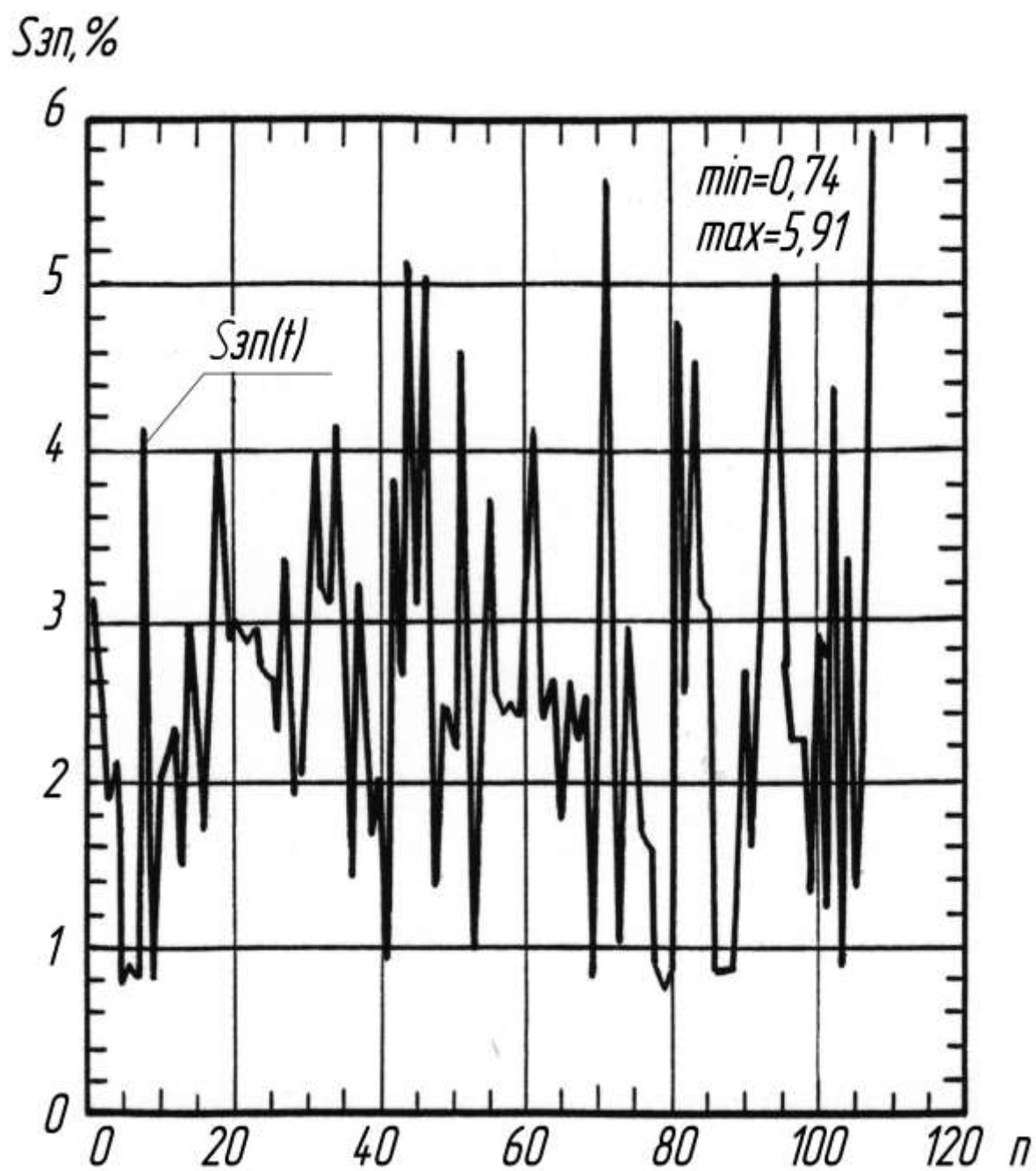


Рис. А2.9 - Качество исходного зернового материала по засоренности зерновыми примесями $S_{3n}(t)$

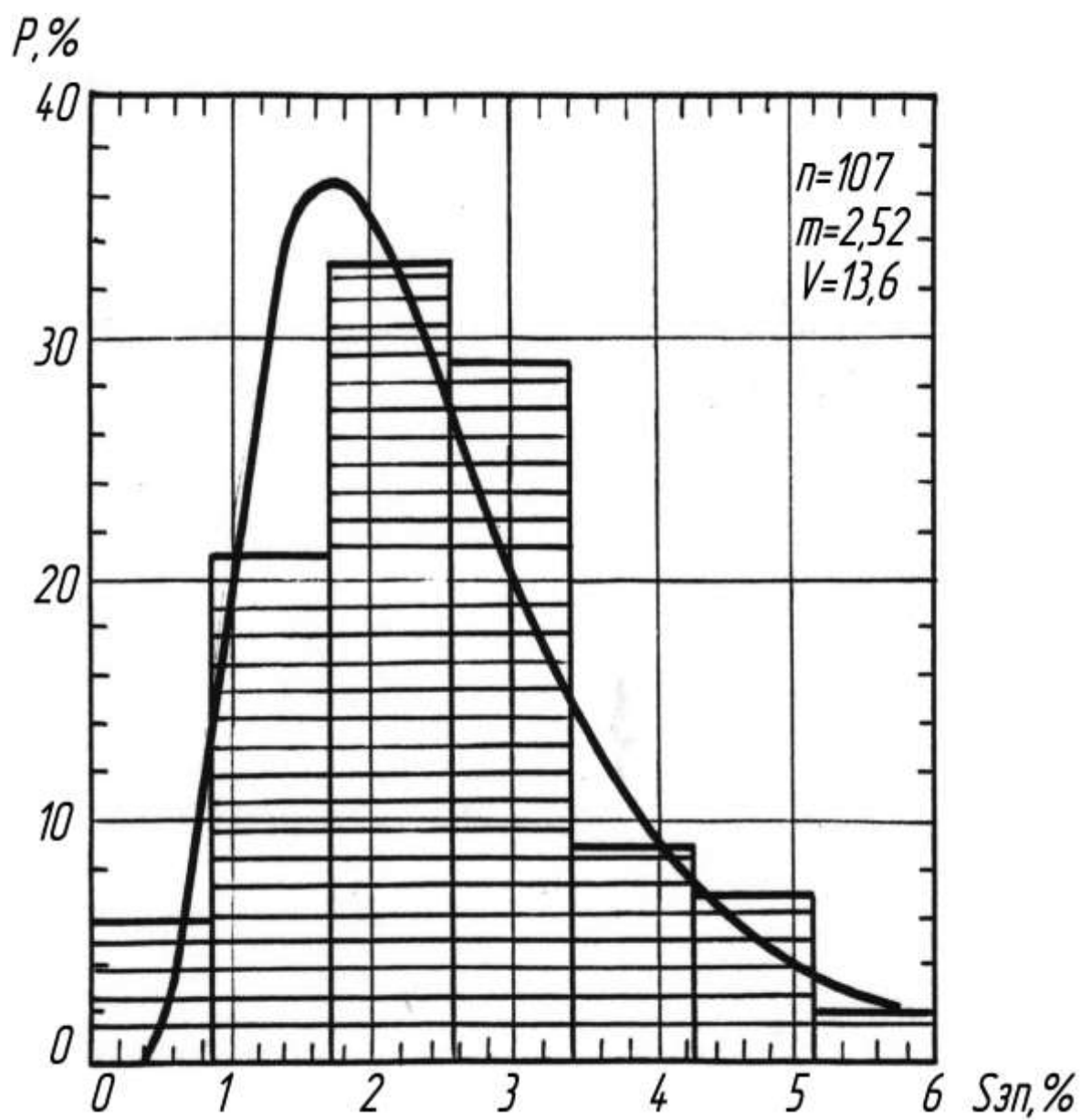


Рис. А2.10 - Распределение засоренности исходного зернового материала зерновыми примесями $S_{зп}$

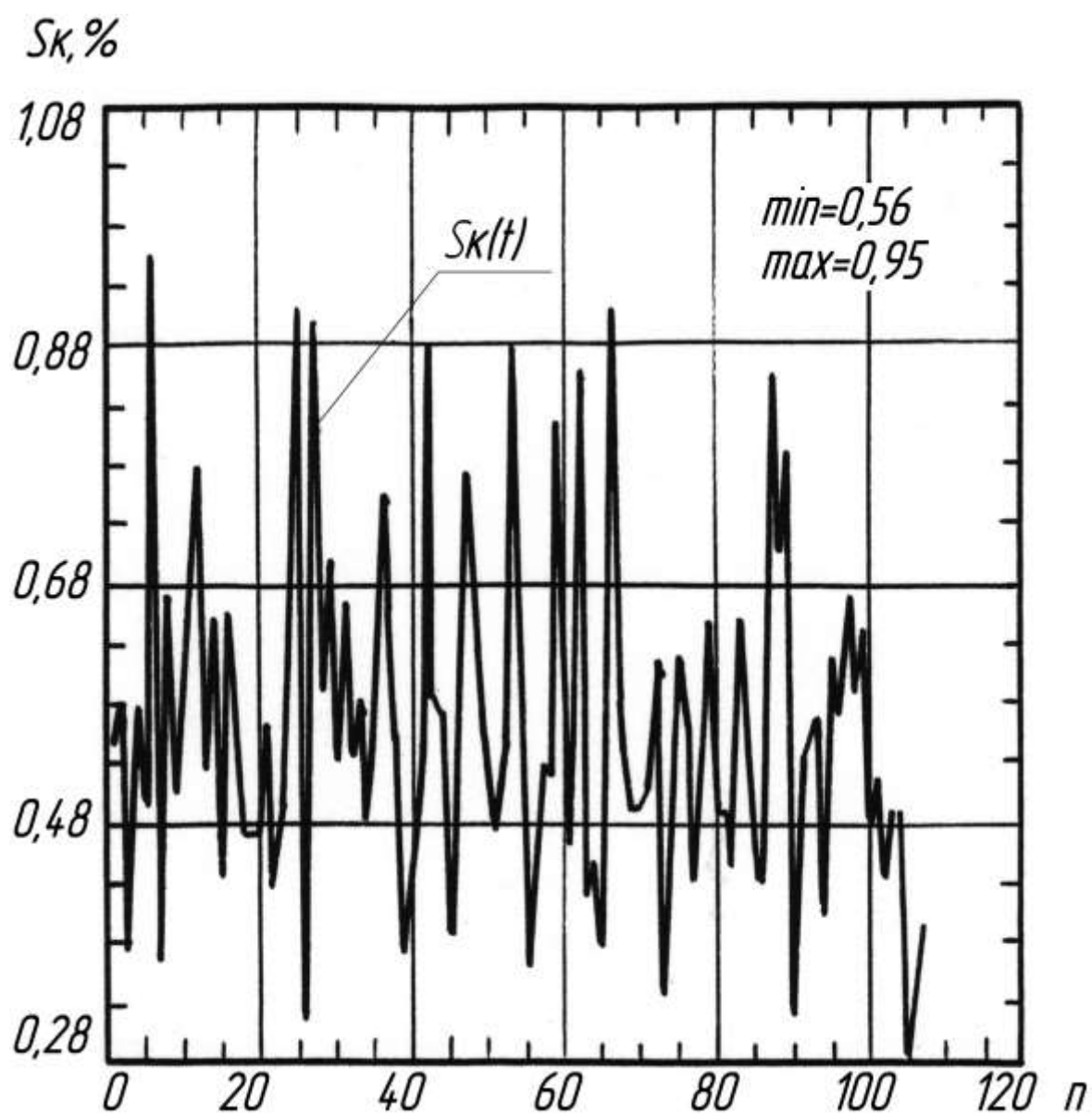


Рис. А2.11 - Рис. Качество исходного зернового материала по общей засоренности $S_k(t)$

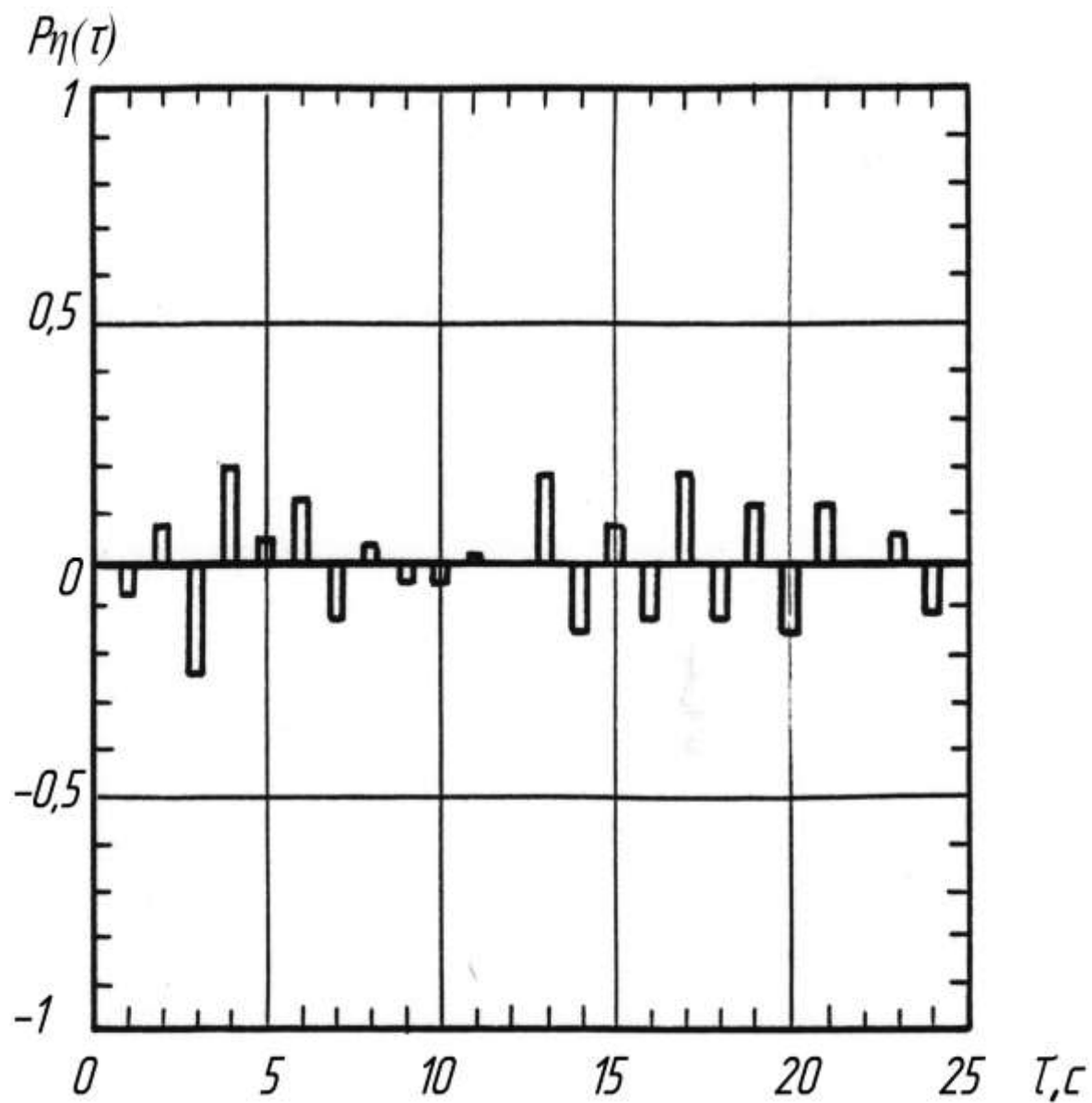


Рис. А2.12 - Корреляционная функция процесса изменения засоренности $S_k(t)$ очищенного зернового материала

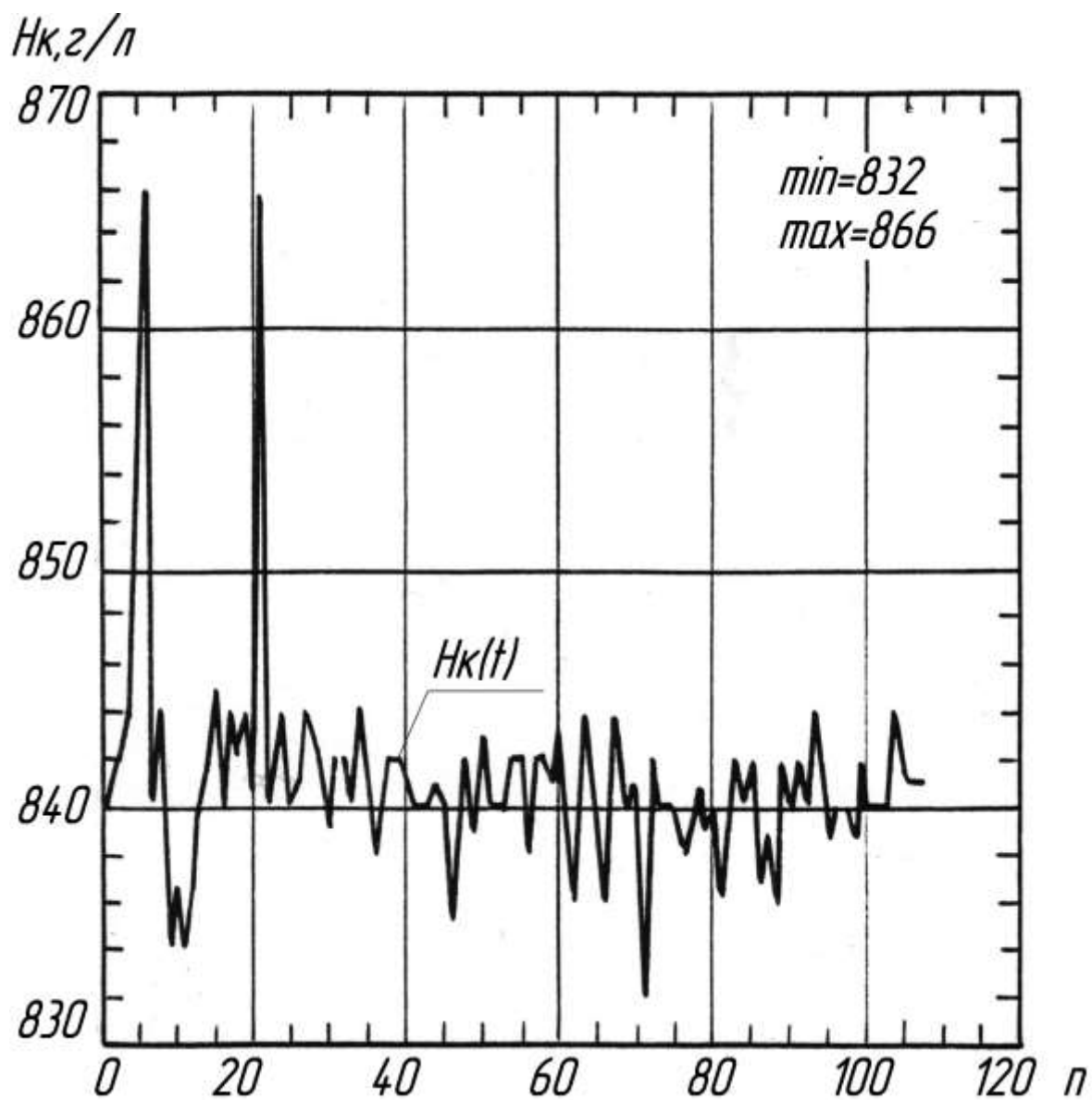


Рис. А2.13 - Натура $H_k(t)$ очищенного зернового материала

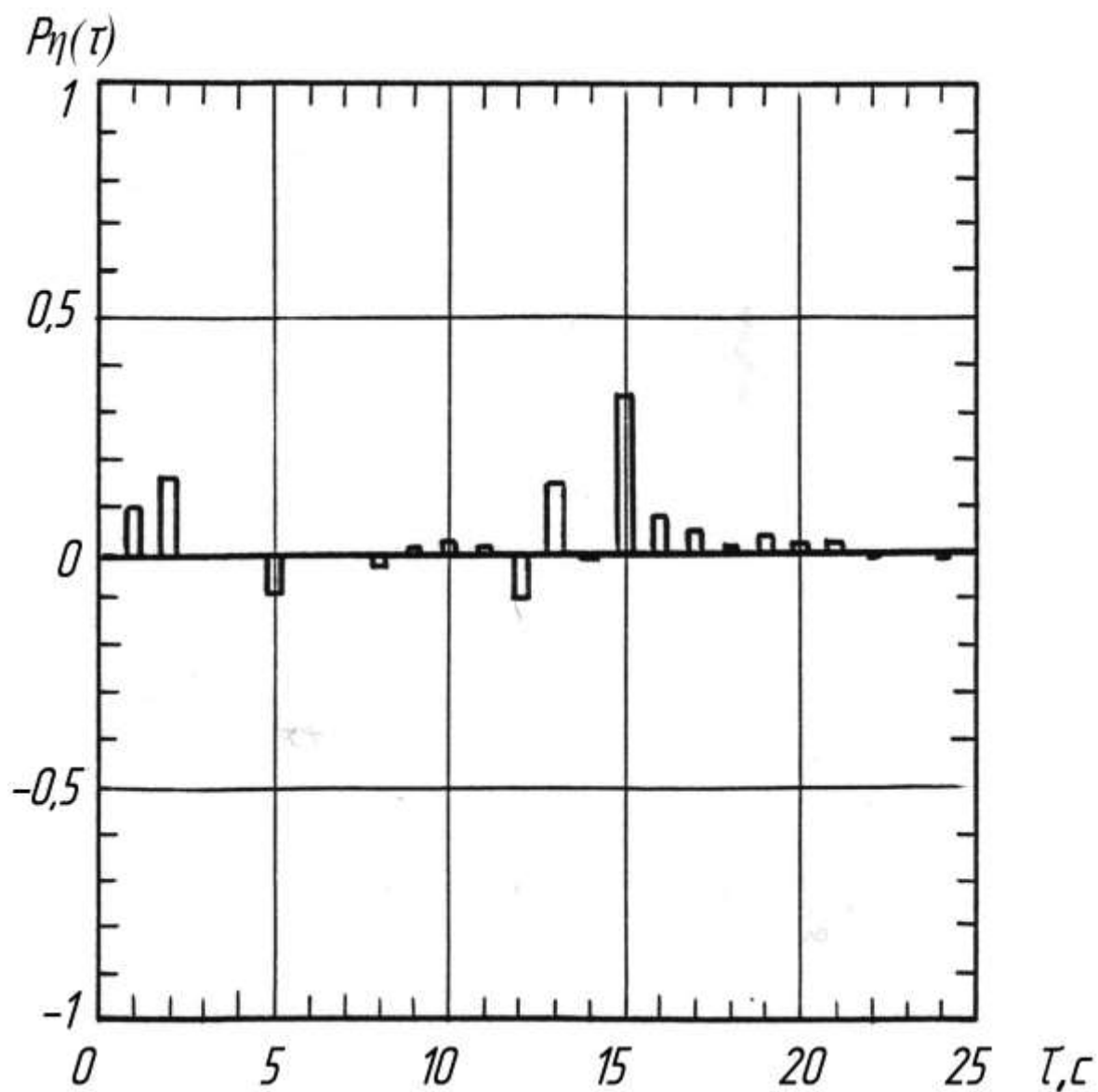


Рис. А2.14 - Корреляционная функция процесса изменения натуры $N_k(t)$ очищенного зернового материала

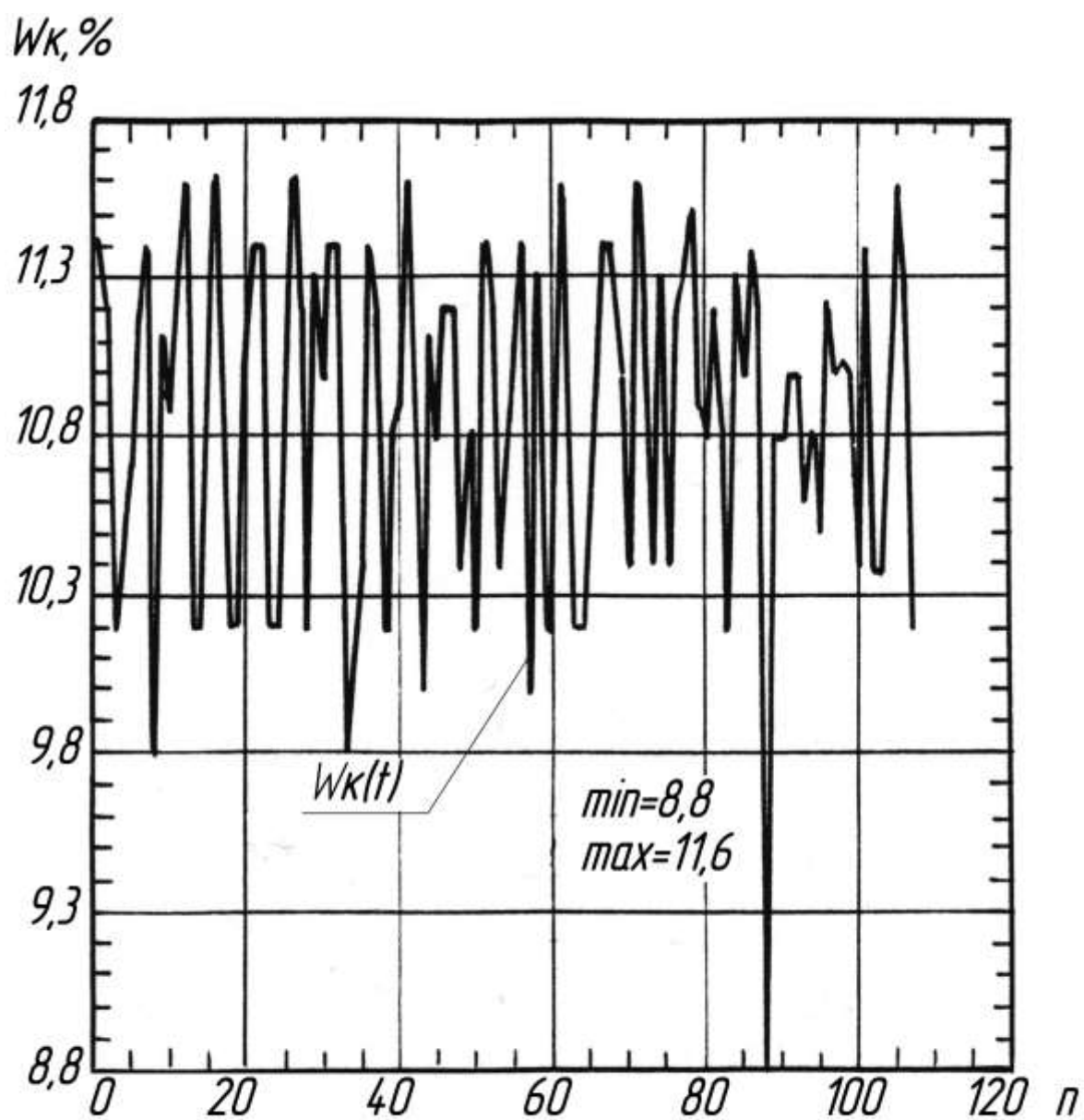


Рис. А2.15 - Влажность $W_k(t)$ очищенного зернового материала

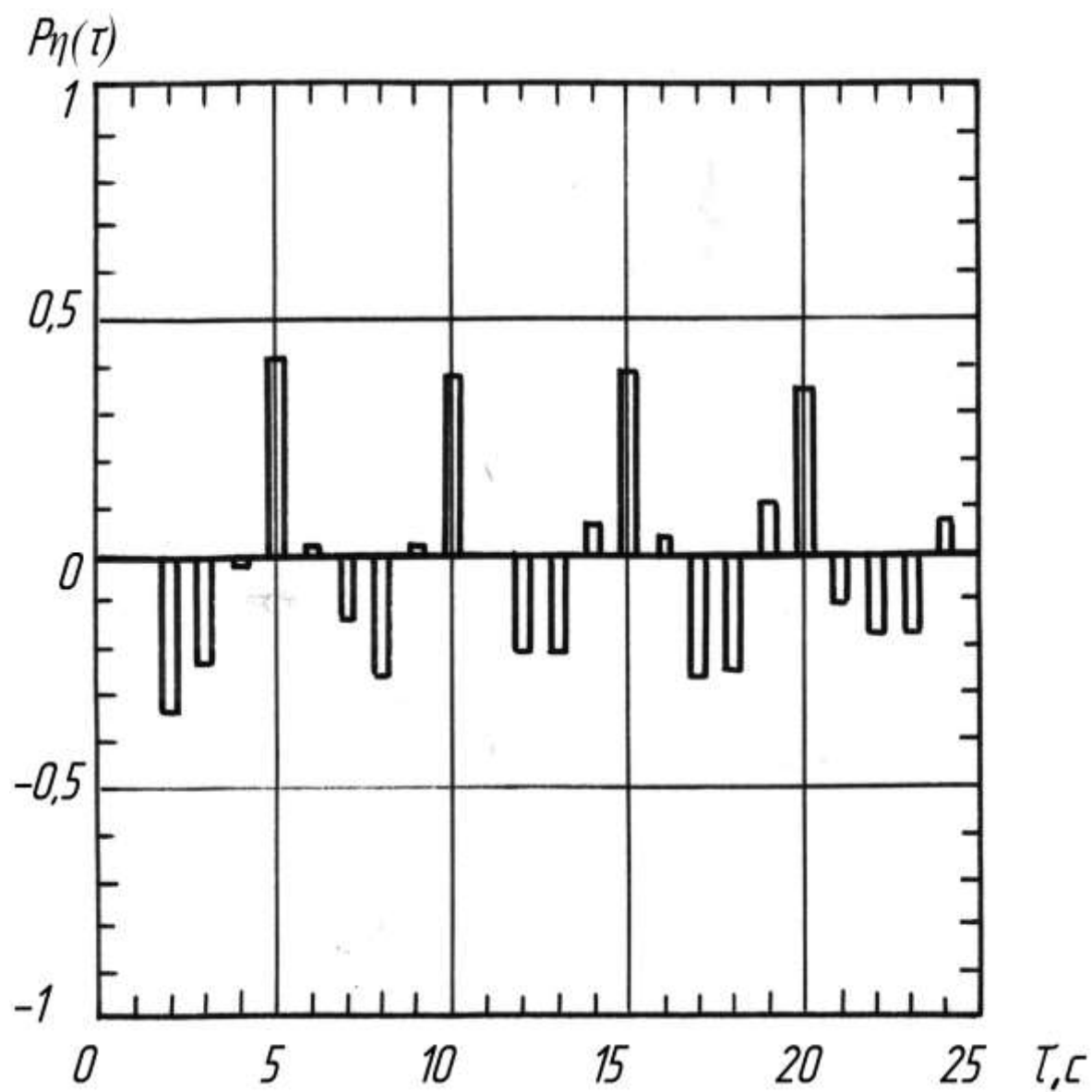
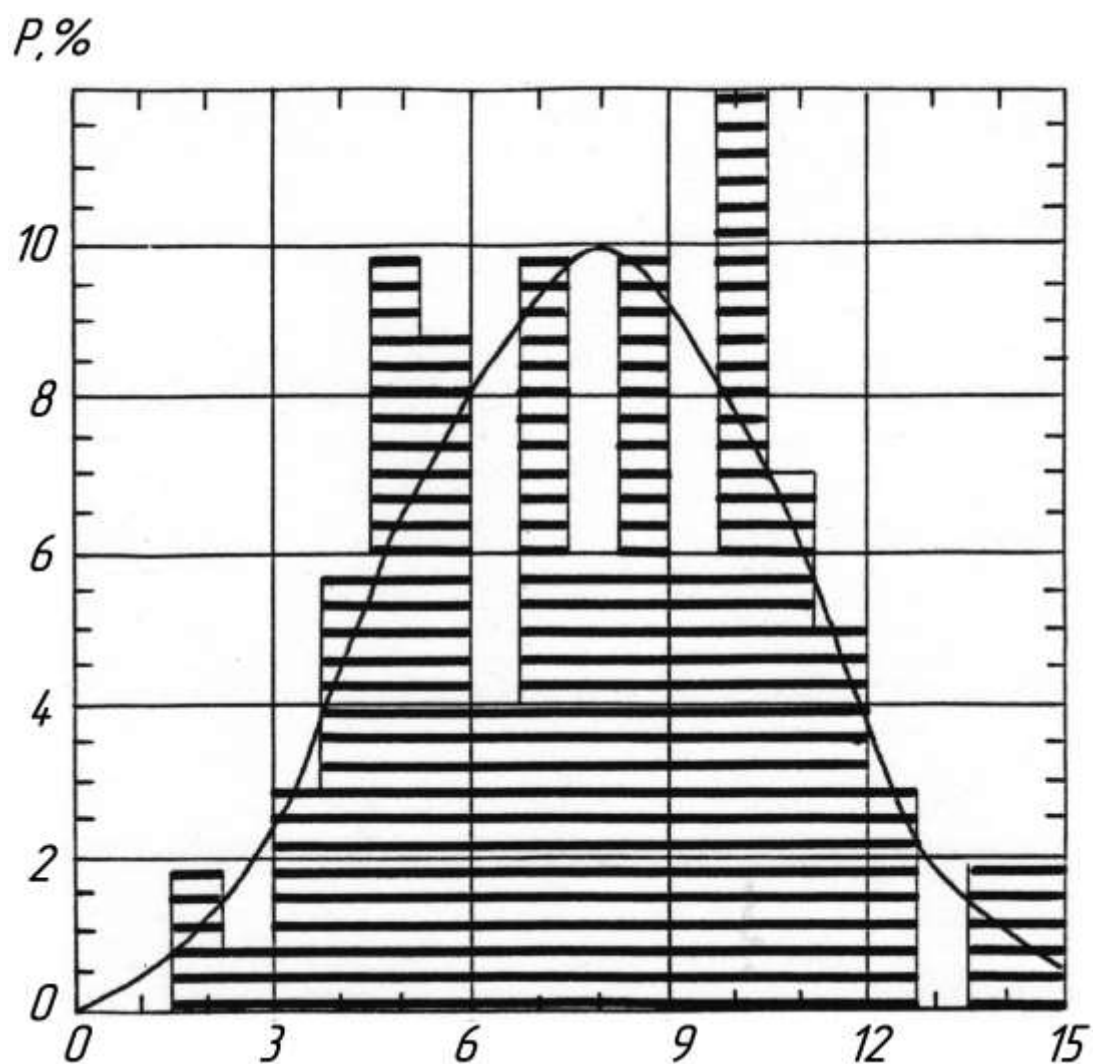


Рис. А2.16 - Корреляционная функция процесса изменения влажности $W_k(t)$ очищенного зернового материала

П Р И Л О Ж Е Н И Е А3

Графики функций F/Q распределения вероятностей значений функционала при $Q_{\text{сез}} = 1,0 \dots 14,0$ тыс.т. зерна



Lower limit	Upper limit	Observed frequency	Expected frequency	Chisquare
at or below	3750.00	6	8	.3500
3750.00	5250.00	16	10	3.3465
5250.00	6000.00	9	7	.3749
6000.00	6750.00	4	9	2.5124
6750.00	7500.00	10	10	.0176
7500.00	8250.00	6	10	1.5655
8250.00	9000.00	10	10	.0114
9000.00	9750.00	6	9	.8963
9750.00	10500.00	12	8	2.6613
10500.00	11250.00	7	6	.1581
11250.00		12	13	.0313

Chisquare = 11.9257 with 8d.f Sig. level=0.154548

Рис. А3.1 - Распределение валового сезонного сбора зерна $Q_{сез}$ в регионе

Cumulative Relative Frequencies

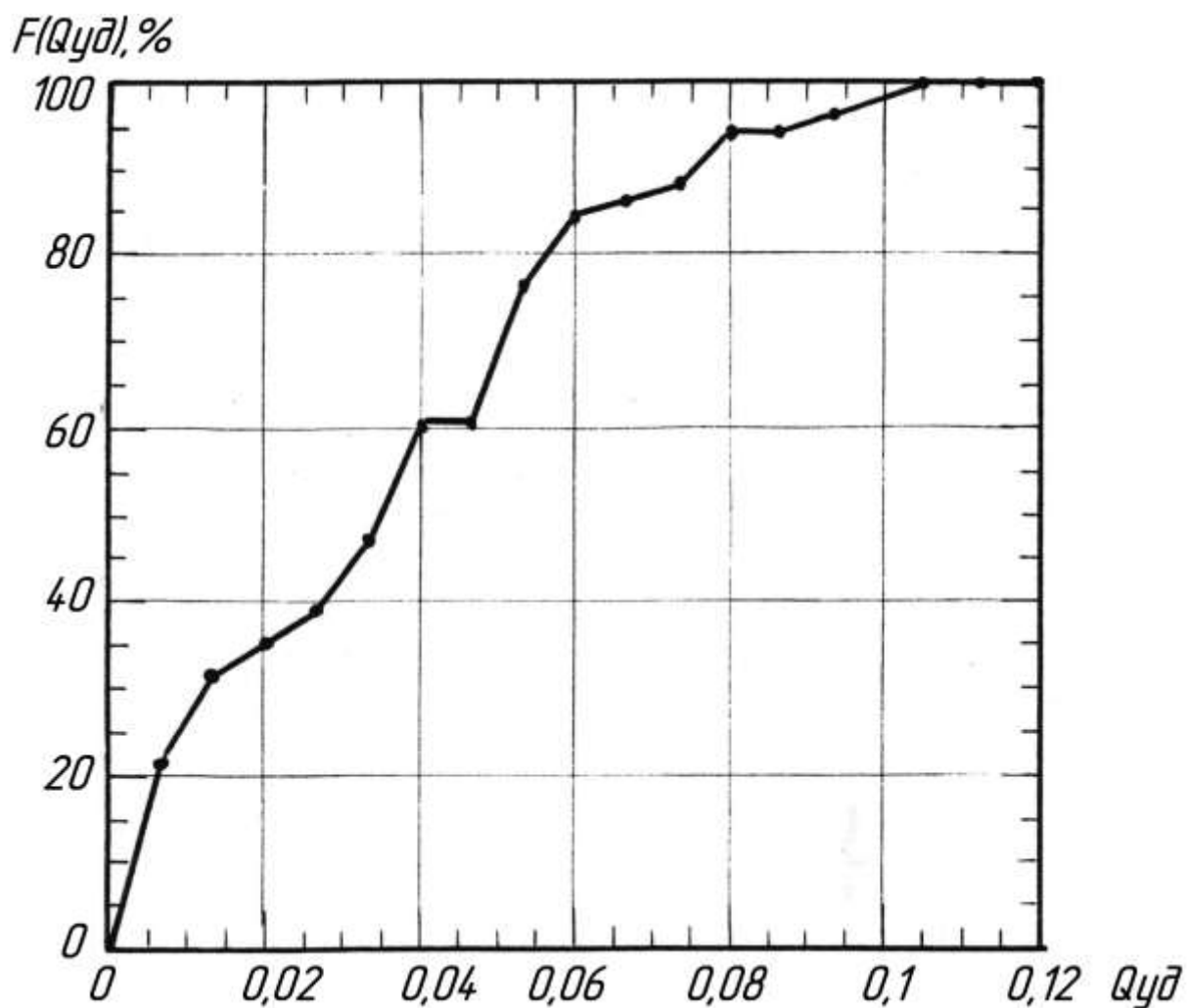


Рис. А3.2 - Функция F/Q/ распределения вероятностей значений функционала при $Q_{сез}=1,0 \dots 2,0$ тыс.т. зерна
 Mean=0,035; Stand.Deviation=0,027; Median=0,034

Class	1	2	3	4	5	6	7
Cum. rel. frequency	0,216	0,314	0,353	0,392	0,471	0,608	0,608

8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0,76	0,84	0,86	0,88	0,94	0,94	0,96	0,98	1,00	1,00	1,00
5	3	3	2	1	1	1	0	0	0	0

Cumulative Relative Frequencies

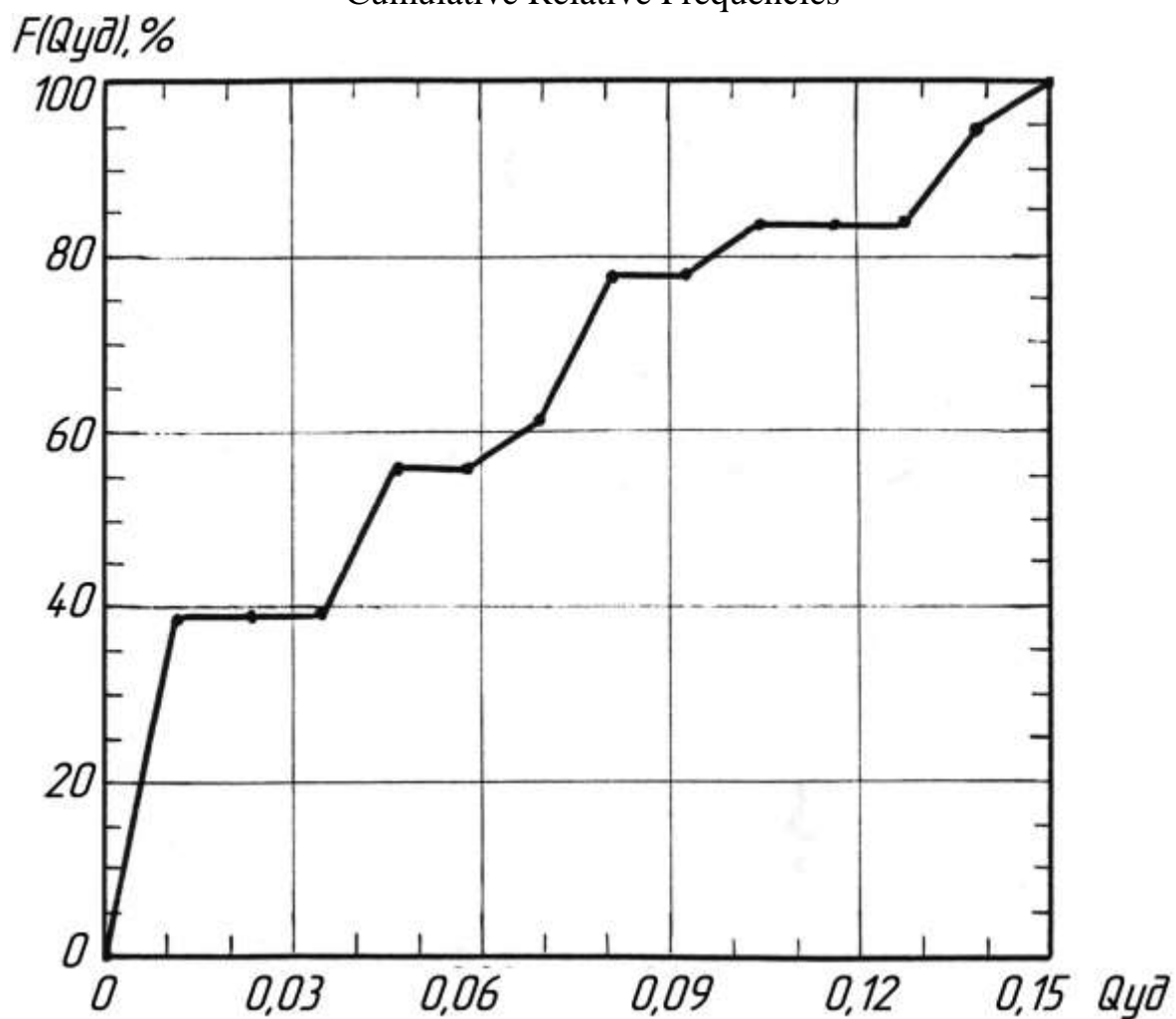


Рис. А3.3 - Функция $F/Q/$ распределения вероятностей значений функционала при $Q_{сез}=2,0 \dots 3,0$ тыс.т. зерна

Mean=0,051; Stand.Deviation=0,049; Median=0,04

Class	1	2	3	4	5
Cum. rel. frequency	0,389	0,389	0,389	0,556	0,556

6	7	8	9	10	11	12	13
0,611	0,778	0,778	0,833	0,833	0,833	0,944	1,000

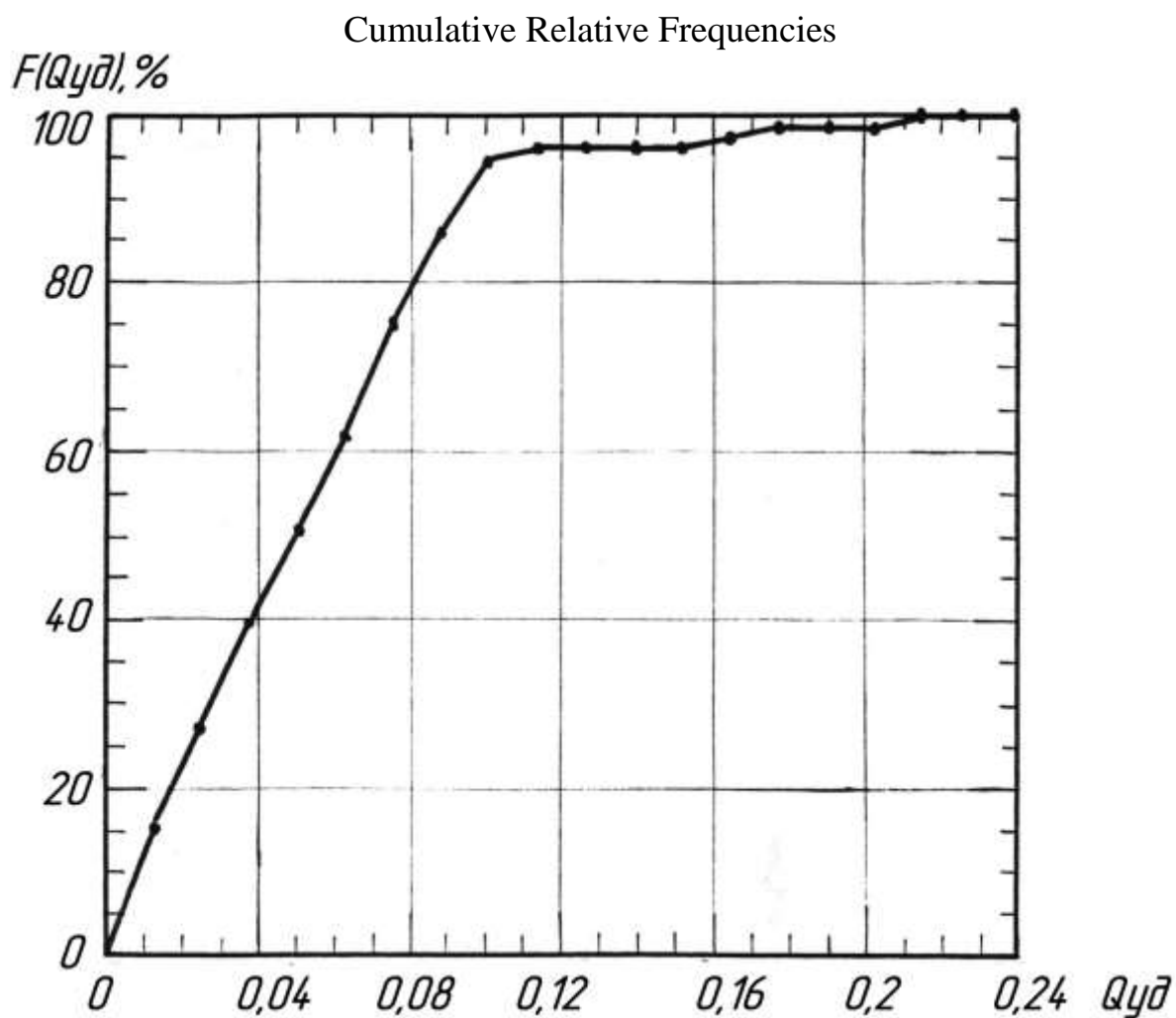


Рис. А3.4 - Функция $F/Q/$ распределения вероятностей значений функционала при $Q_{сез}=3,0 \dots 4,0$ тыс.т. зерна
 Mean=0,053; Stand.Deviation=0,038; Median=0,05

Class	1	2	3	4	5	6	7	8
Cum. rel. frequency	0,151	0,274	0,397	0,507	0,616	0,753	0,863	0,945

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0,959	0,959	0,959	0,959	0,973	0,986	0,986	0,986	1,000	1,000	1,000

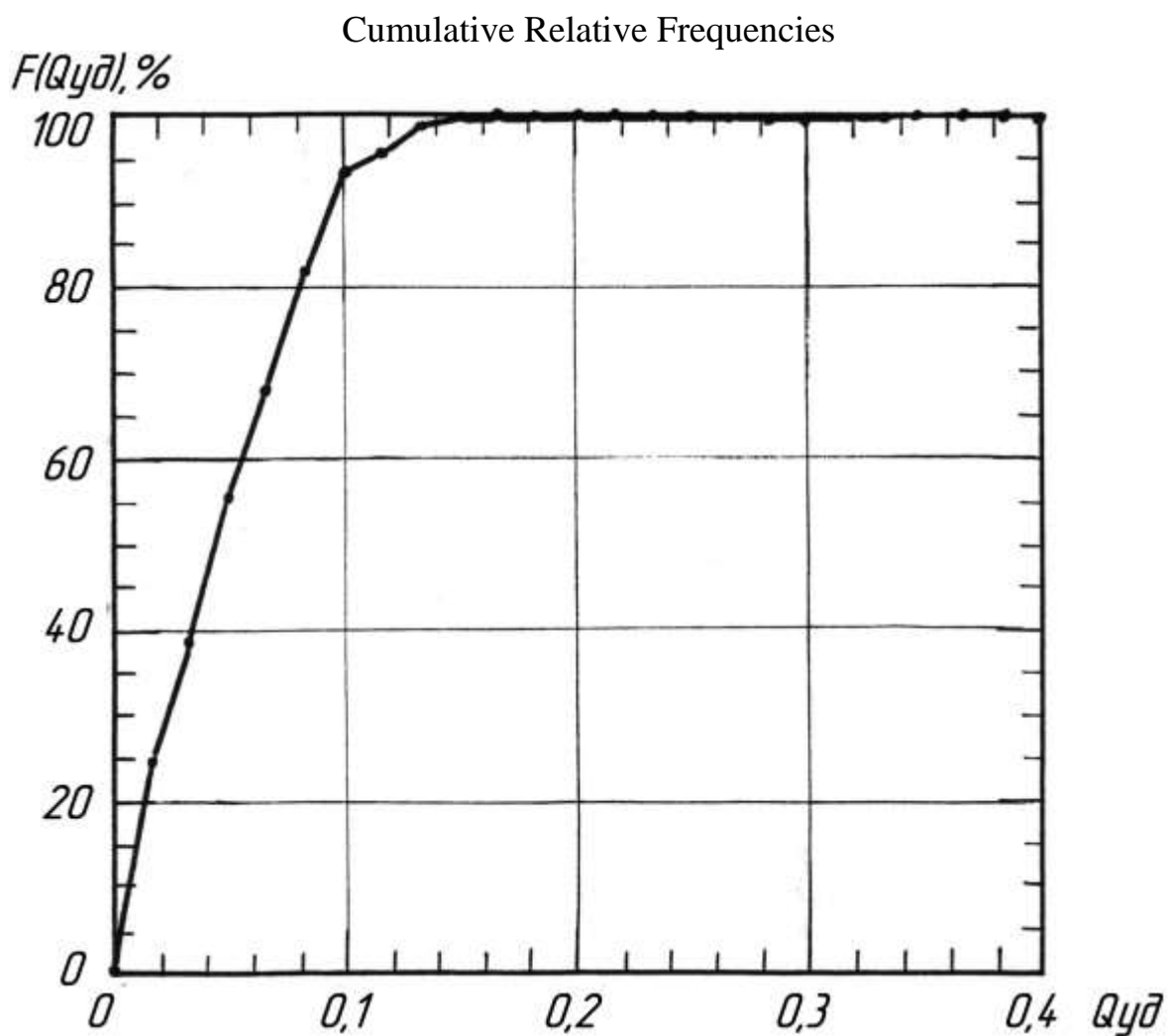


Рис. А3.5 - Функция $F/Q/$ распределения вероятностей значений функционала при $Q_{сез}=4,0\dots 5,0$ тыс.т. зерна.

Mean=0,049; Stand.Deviation=0,039; Median=0,048

Class	1	2	3	4	5	6
Cum. rel. frequency	0,247	0,387	0,556	0,679	0,819	0,934

7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,955	0,988	0,996	0,996	0,996	0,996	0,996	0,996	0,996

16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,996	0,996	0,996	0,996	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000

Cumulative Relative Frequencies

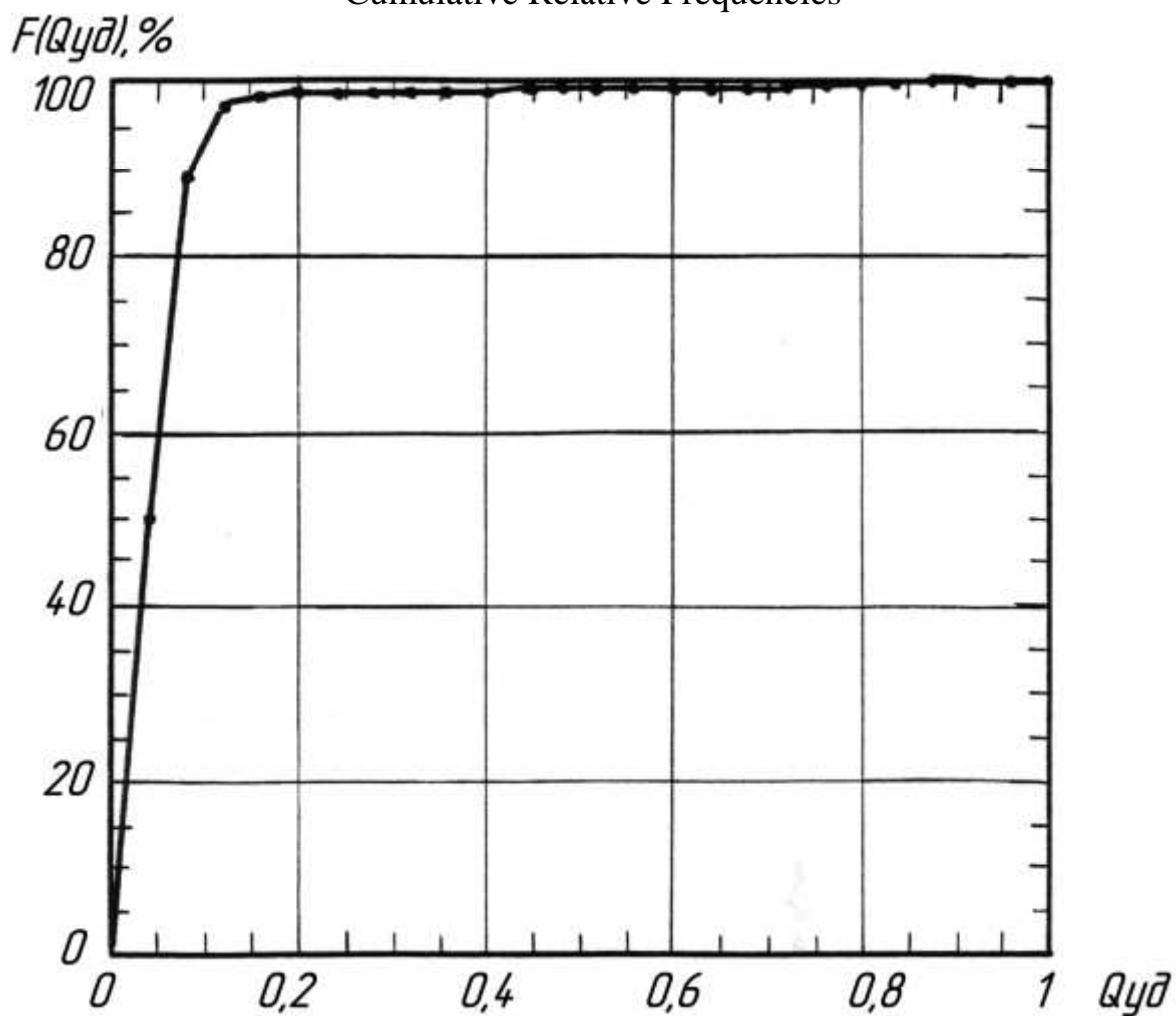


Рис. А3.6 - Функция F/Q/ распределения вероятностей значений функционала при $Q_{сез}=5,0 \dots 6,0$ тыс.т. зерна

Mean=0,050; Stand.Deviation=0,077; Median=0,04

Class	1	2	3	4	5	6	7
Cum. rel. frequency	0,502	0,892	0,973	0,985	0,988	0,988	0,988

8	9	10	11	12	13	14	15	16
0,988	0,988	0,988	0,992	0,992	0,992	0,992	0,992	0,992

17	18	19	20	21	22	23	24	25
0,992	0,992	0,996	0,996	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000

Cumulative Relative Frequencies

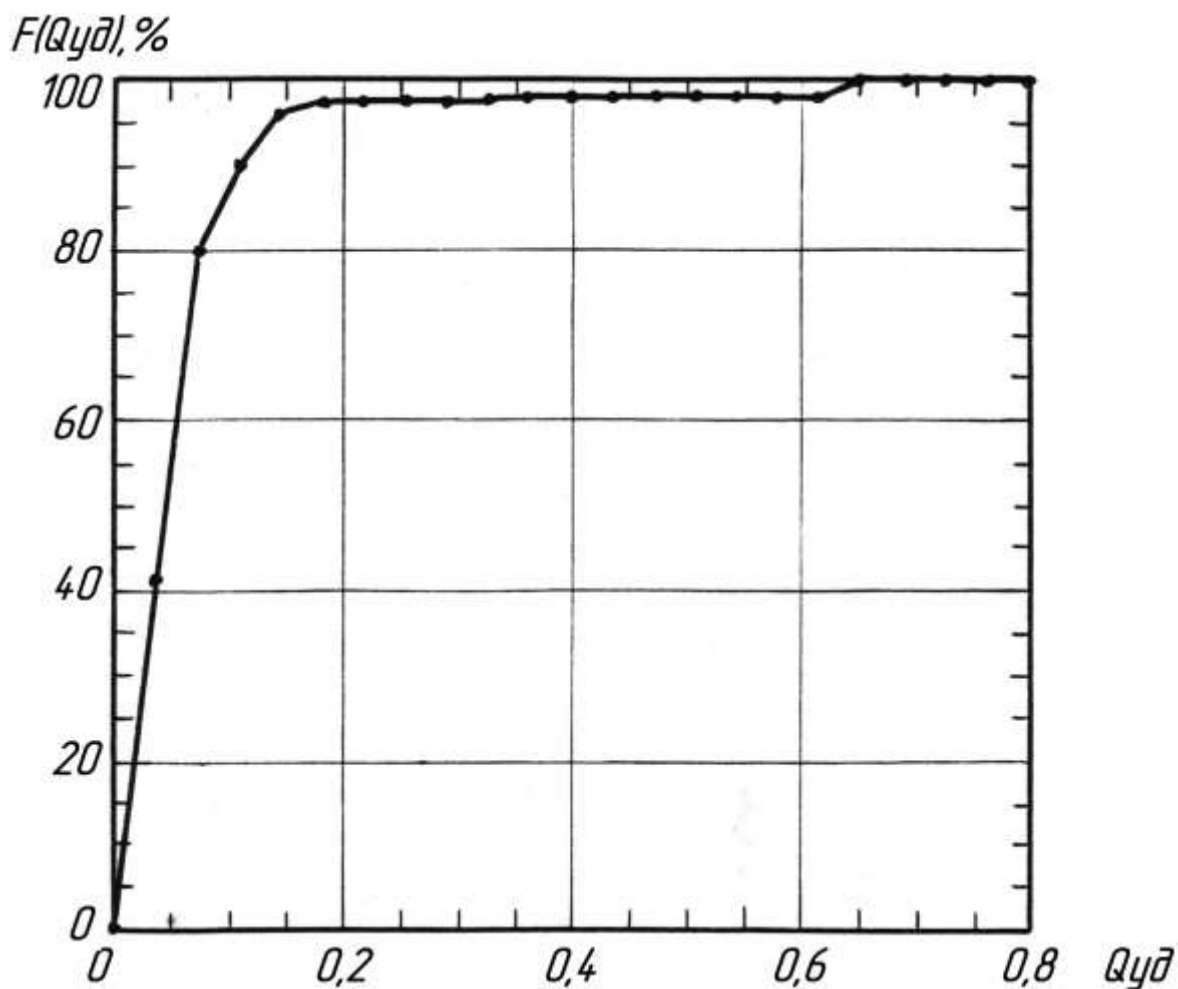


Рис. А3.7 - Функция F/Q/ распределения вероятностей значений функционала при $Q_{сез}=6,0 \dots 7,0$ тыс.т. зерна

Mean=0,057; Stand.Deviation=0,091; Median=0,041

Class	1	2	3	4	5	6
Cum. rel. frequency	0,413	0,800	0,897	0,961	0,974	0,974

7	8	9	10	11	12	13	14
0,974	0,974	0,974	0,981	0,981	0,981	0,981	0,981

15	16	17	18	19	20	21	22
0,981	0,981	0,981	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

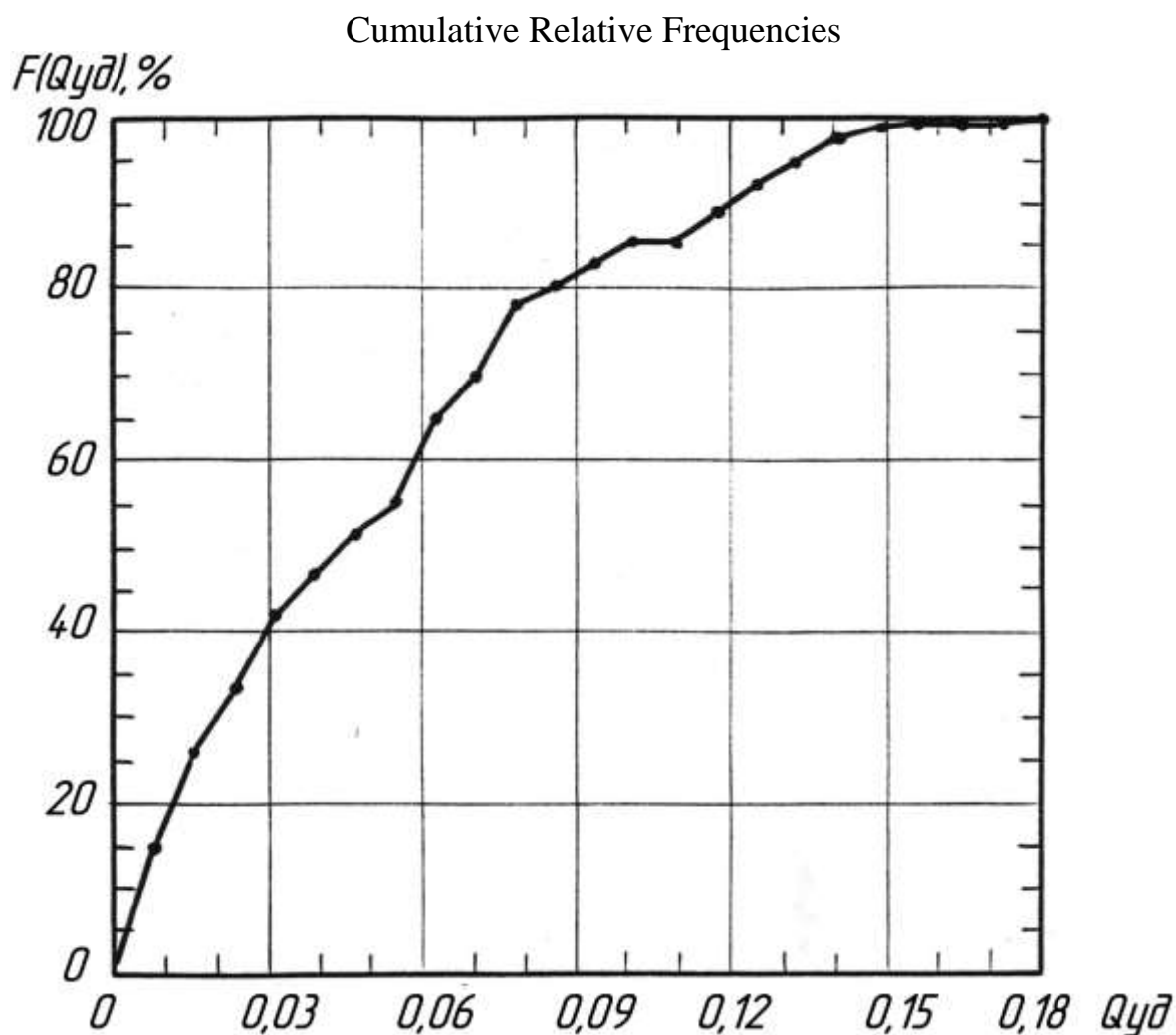


Рис. А3.8 - Функция $F/Q/$ распределения вероятностей значений функционала при $Q_{сез}=7,0 \dots 8,0$ тыс.т. зерна

Mean=0,051; Stand.Deviation=0,041; Median=0,045

Class	1	2	3	4	5	6	7
Cum. rel. frequency	0,145	0,256	0,331	0,419	0,465	0,512	0,547
8	9	10	11	12	13	14	15
0,645	0,698	0,785	0,802	0,831	0,855	0,855	0,890
16	17	18	19	20	21	22	23
0,924	0,948	0,977	0,988	0,994	0,994	0,994	1,000

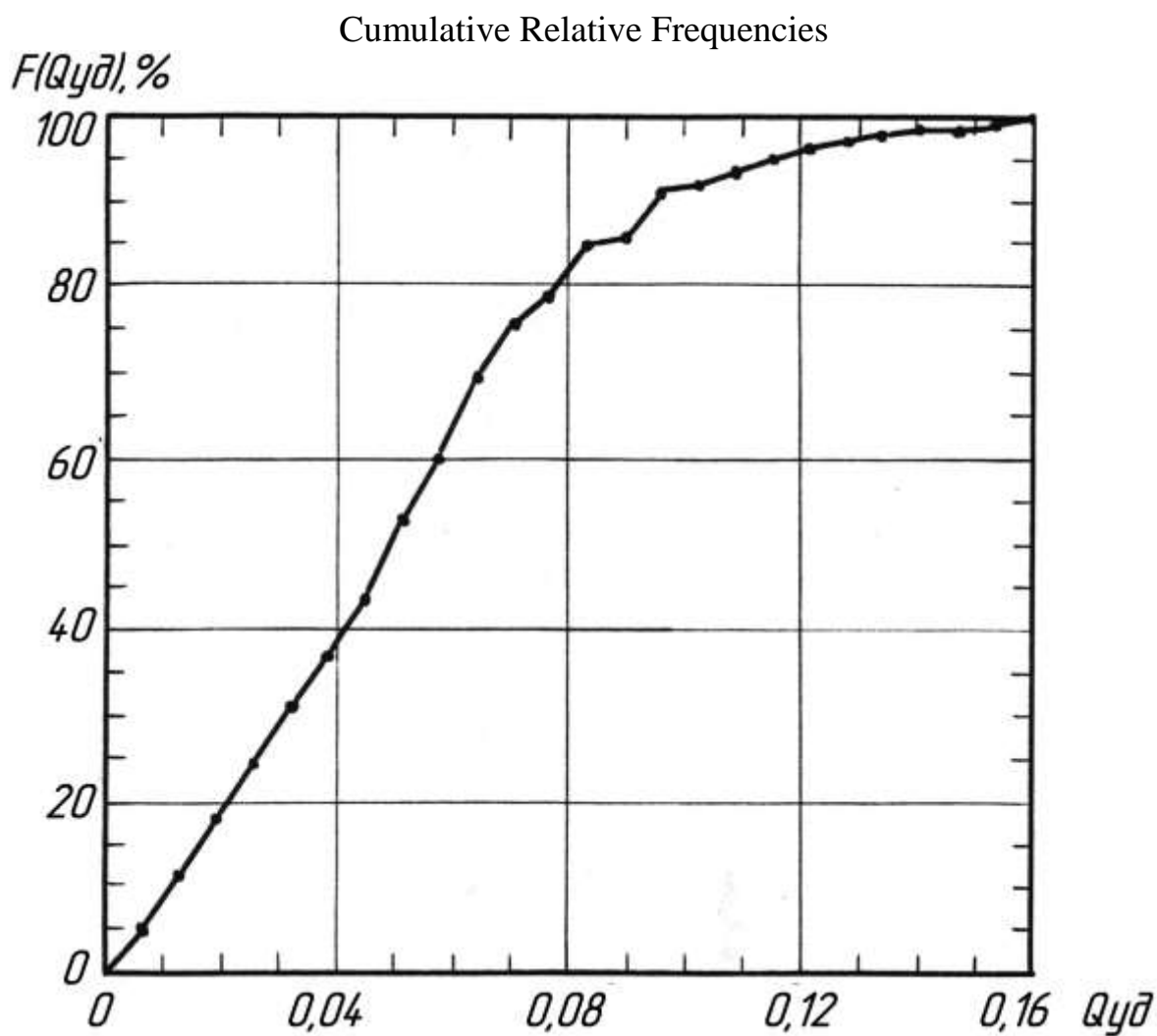


Рис. А3.9 - Функция $F/Q/$ распределения вероятностей значений функционала при $Q_{сез}=8,0 \dots 9,0$ тыс.т. зерна

Mean=0,052; Stand.Deviation=0,033; Median=0,05

Class	1	2	3	4	5	6	7
Cum. rel. frequency	0,0494	0,1141	0,1787	0,2433	0,3118	0,3688	0,4373

8	9	10	11	12	13	14	15	16
0,5285	0,6008	0,6958	0,7567	0,7909	0,8479	0,8593	0,9087	0,9202

17	18	19	20	21	22	23	24	25
0,9354	0,9506	0,9620	0,9696	0,9772	0,9848	0,9848	0,9886	1,000

Cumulative Relative Frequencies

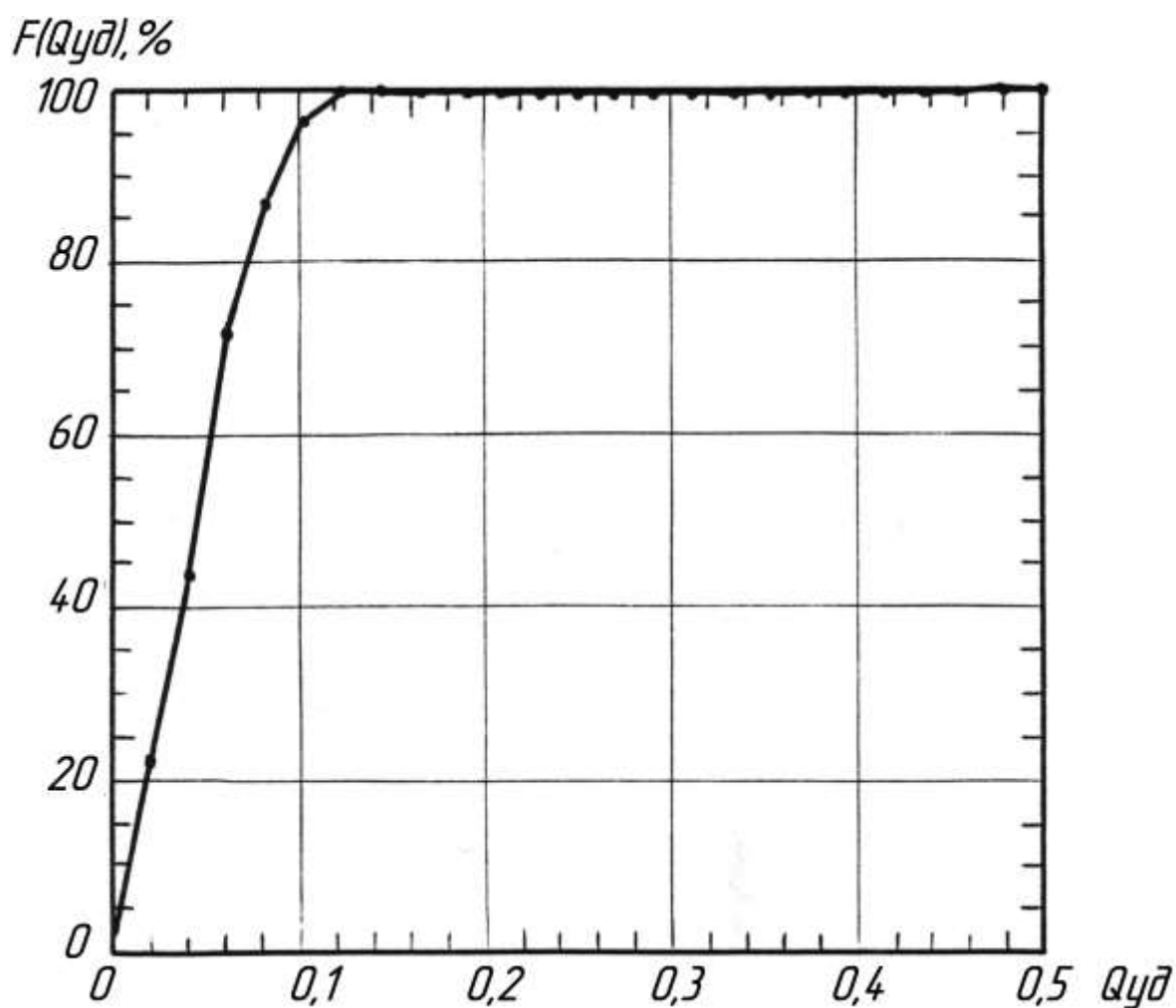


Рис. А3.10 - Функция $F/Q/$ распределения вероятностей значений функционала при $Q_{сез}=9,0 \dots 10,0$ тыс.т. зерна

Mean=0,048; Stand.Deviation=0,039; Median=0,049

Class	1	2	3	4	5	6
Cum. rel. frequency	0,226	0,440	0,720	0,872	0,963	0,996

7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,996	0,996	0,996	0,996	0,996	0,996	0,996	0,996	0,996

16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,996	0,996	0,996	0,996	0,996	0,996	0,996	1,000	1,000

Cumulative Relative Frequencies

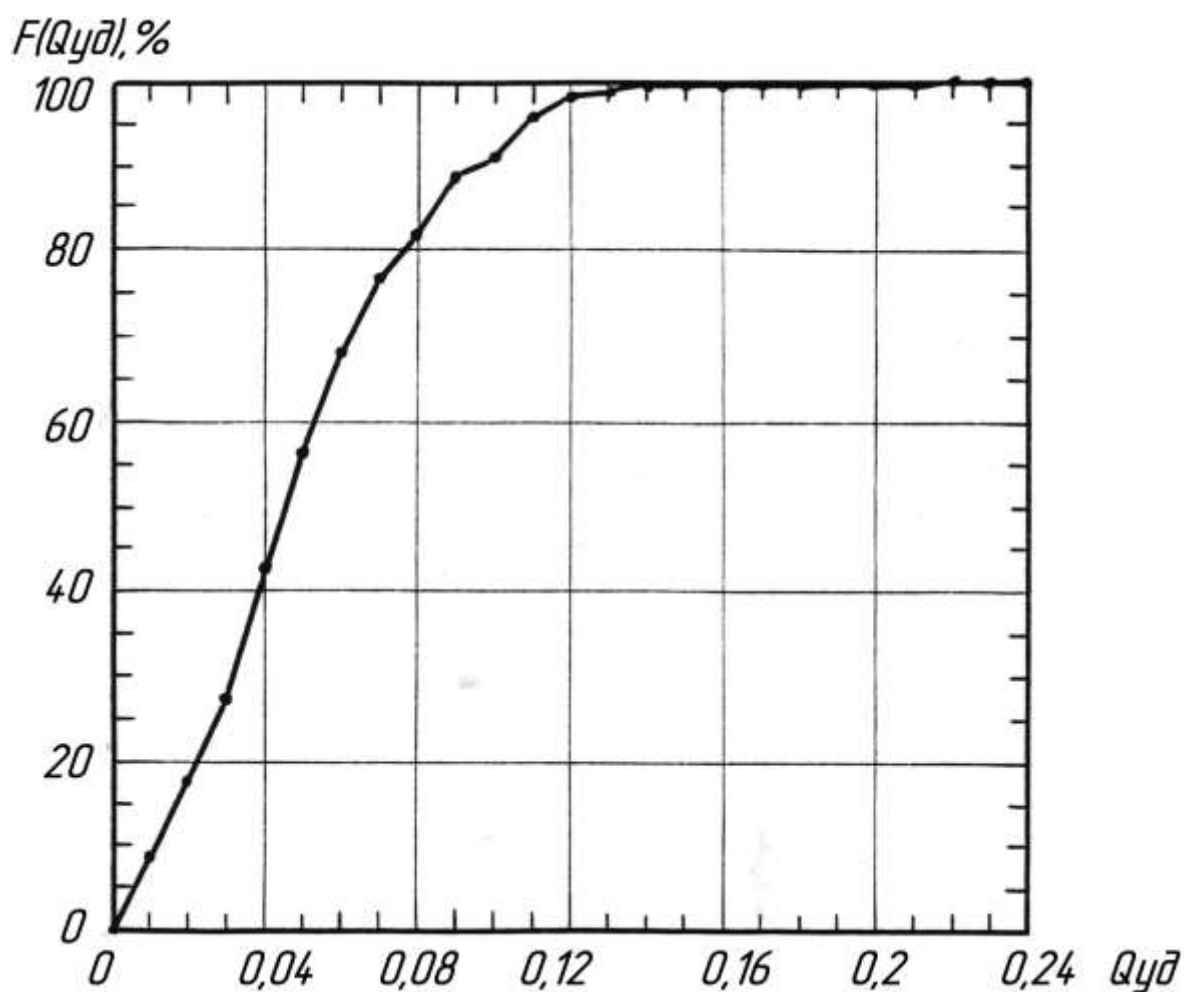


Рис. А3.11 - Функция F/Q/ распределения вероятностей значений функционала при Qсез=10,0...11,0 тыс.т. зерна

Mean=0,051; Stand.Deviation=0,032; Median=0,047

Class	1	2	3	4	5	6
Cum. rel. frequency	0,0888	0,1776	0,2710	0,4206	0,5607	0,6822

7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,7664	0,8178	0,8879	0,9112	0,9579	0,9813	0,9860	0,9953	0,9953

16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,9953	0,9953	0,9953	0,9953	0,9953	0,9953	1,0000	1,0000	1,0000

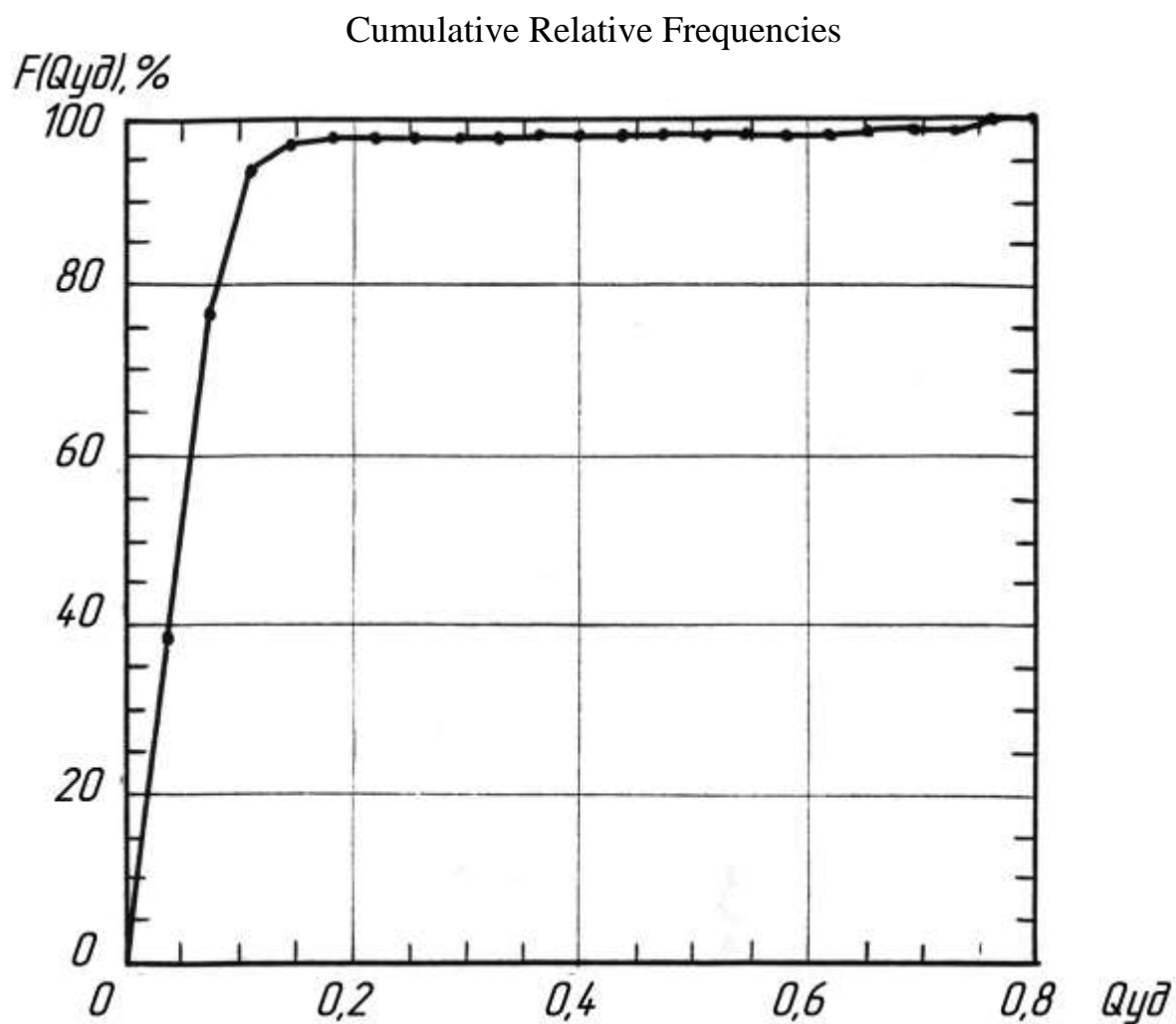


Рис. А3.12 - Функция F/Q/ распределения вероятностей значений функционала при $Q_{сез}=11,0 \dots 12,0$ тыс.т. зерна

Mean=0,062; Stand.Deviation=0,101; Median=0,047

Class	1	2	3	4	5	6
Cum. rel. frequency	0,385	0,770	0,939	0,966	0,973	0,973

7	8	9	10	11	12	13	14
0,973	0,973	0,973	0,973	0,973	0,980	0,980	0,980

15	16	17	18	19	20	21	22
0,980	0,980	0,980	0,986	0,986	0,986	1,000	1,000

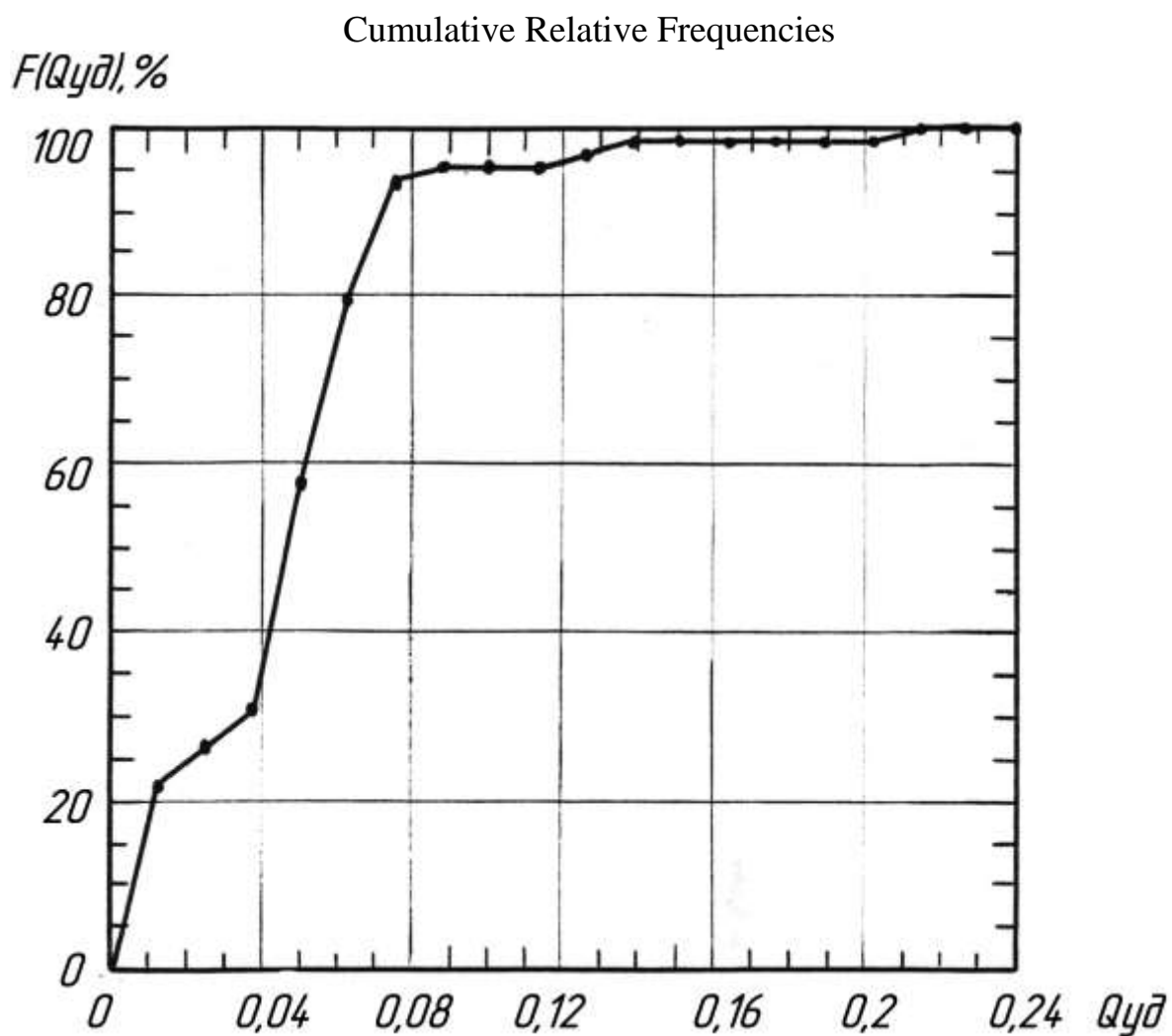


Рис. А3.13 - Функция $F/Q/$ распределения вероятностей значений функционала при $Q_{сез}=12,0 \dots 13,0$ тыс.т. зерна

Mean=0,046; Stand.Deviation=0,034; Median=0,047

Class	1	2	3	4	5	6	7	8
Cum.rel. frequency	0,219	0,266	0,313	0,578	0,797	0,938	0,953	0,953

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0,95	0,96	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	1,00	1,00	1,00
3	9	4	4	4	4	4	4	0	0	0

Cumulative Relative Frequencies

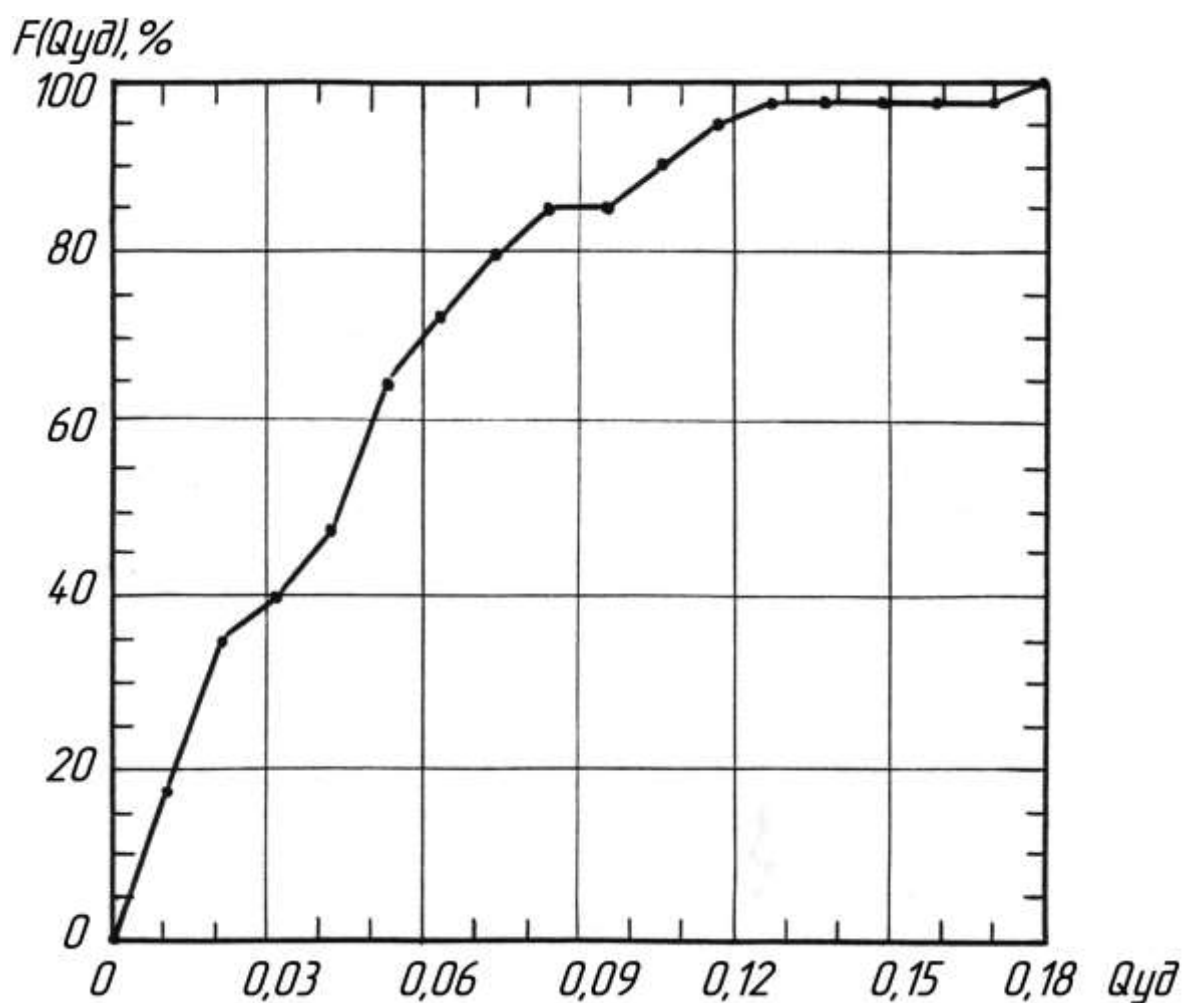


Рис. А3.14 - Функция F/Q / распределения вероятностей значений функционала при $Q_{\text{сез}}=13,0 \dots 14,0$ тыс.т. зерна

Mean=0,048; Stand.Deviation=0,038; Median=0,047

Class	1	2	3	4	5	6	7
Cum. rel. frequency	0,175	0,350	0,400	0,475	0,650	0,725	0,800

8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0,850	0,850	0,900	0,950	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975	1,000

Cumulative Relative Frequencies

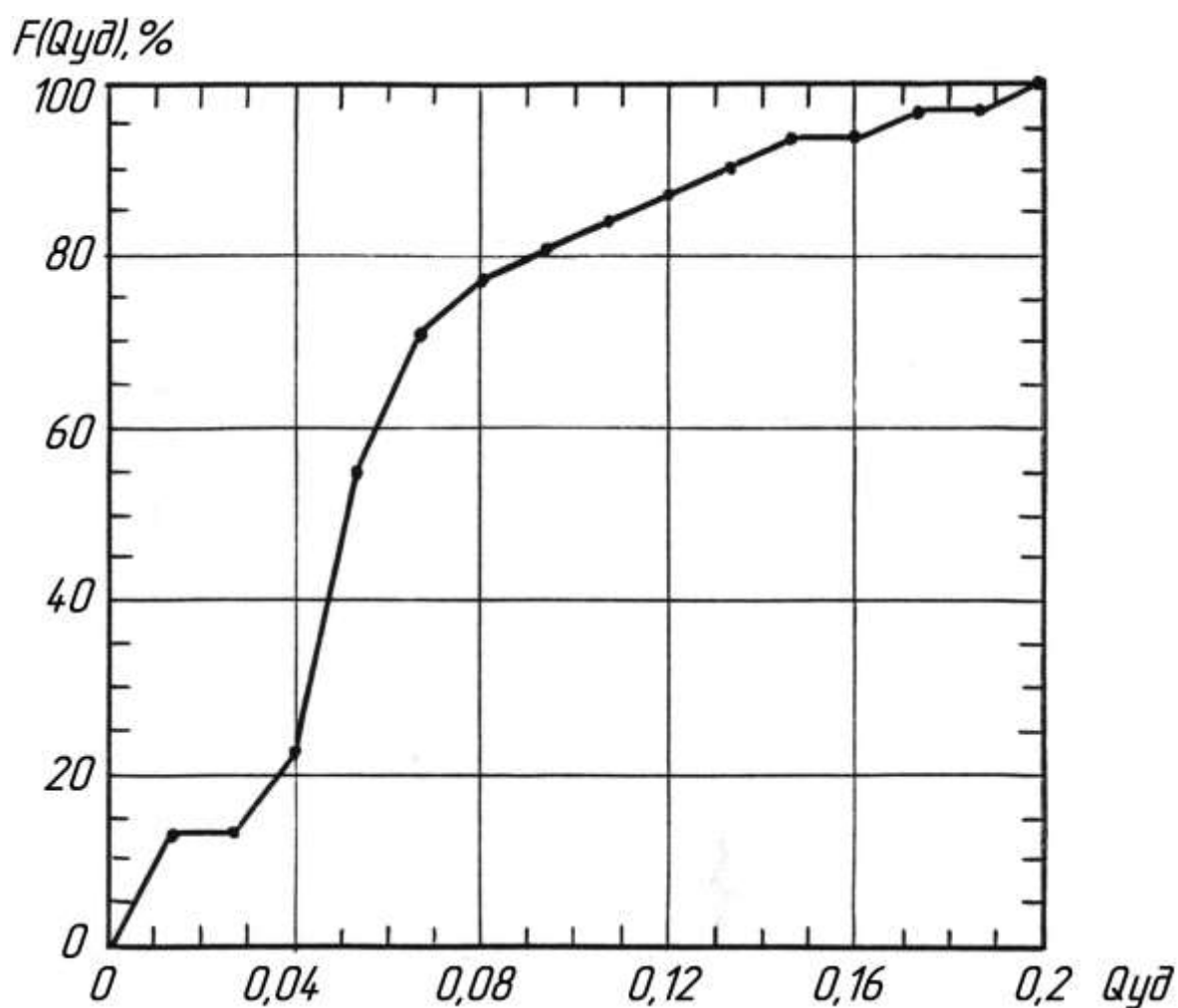


Рис. А3.15 - Функция F/Q/ распределения вероятностей значений функционала при $Q_{сез} > 14,0$ тыс.т. зерна

Mean=0,062; Stand.Deviation=0,044; Median=0,051

Class	1	2	3	4	5	6
Cum. rel. frequency	0,129	0,129	0,226	0,548	0,710	0,774

7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,806	0,839	0,871	0,903	0,935	0,935	0,968	0,968	1,000

П Р И Л О Ж Е Н И Е А4

Графики распределения количества требований по приборам

TJAMA

Mean: 12,86
S.D.: 10,88

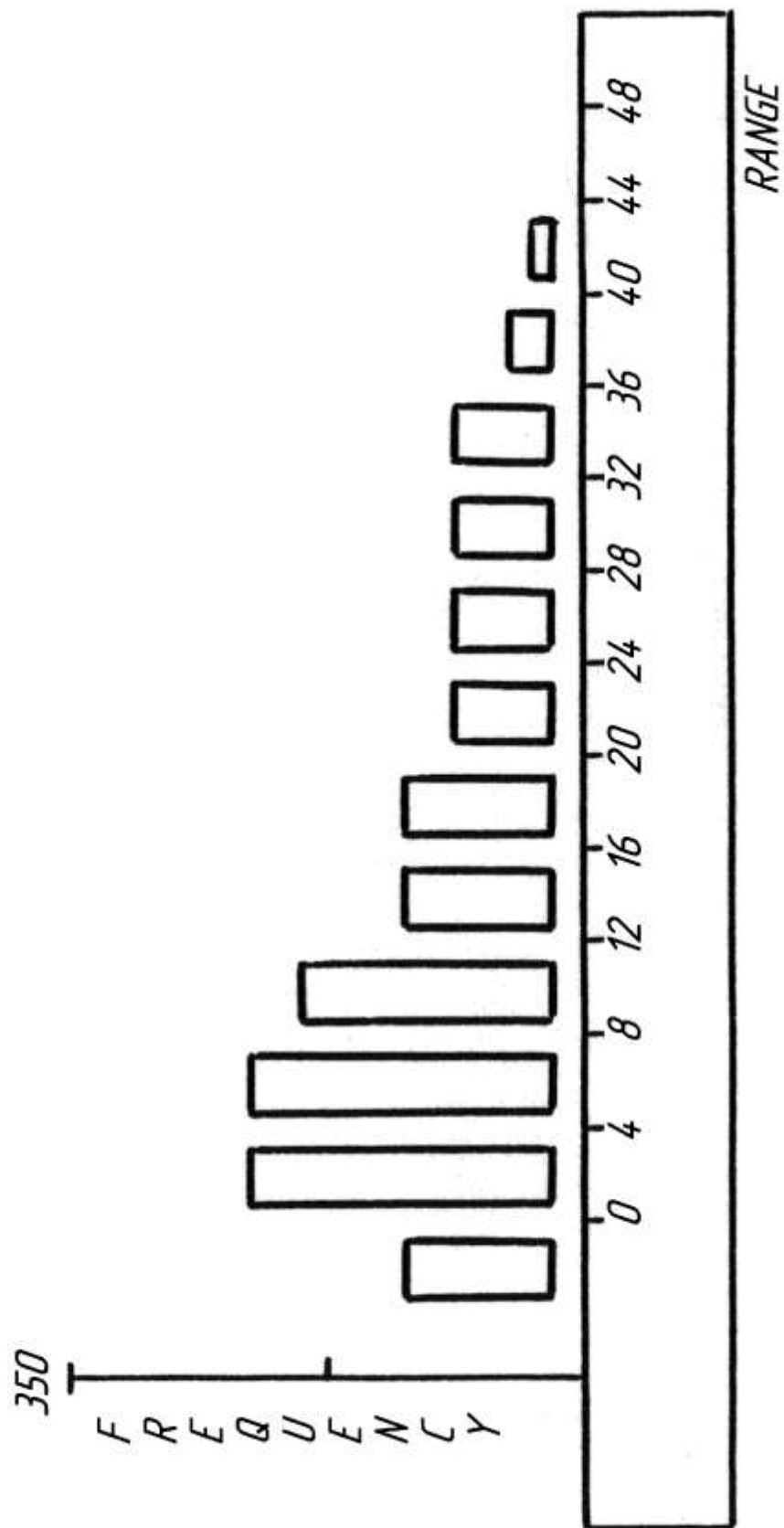


Рис. А 4.1 - Распределение количества требований в 3Я (вариант 0)

TMPO

Mean: 31,34
S.D.: 17,71

152

F R E Q U E N C Y

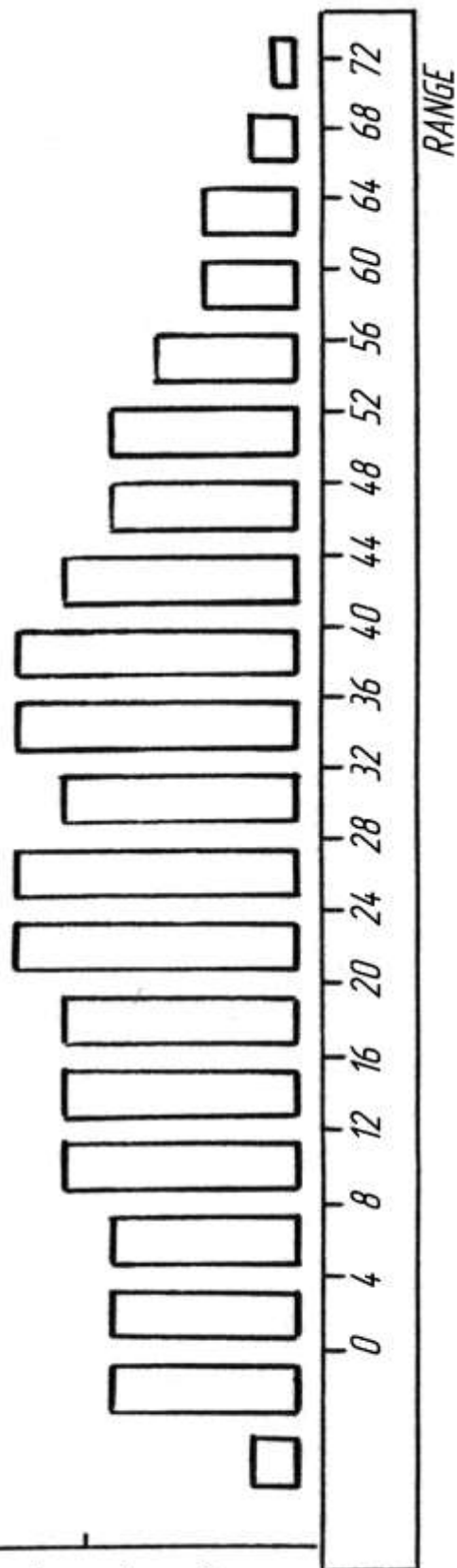


Рис. А 4.2 - Распределение количества требований в ОБВ перед МПО (вариант 0)

TMPRO

Mean: 0,76
S.D.: 1,67

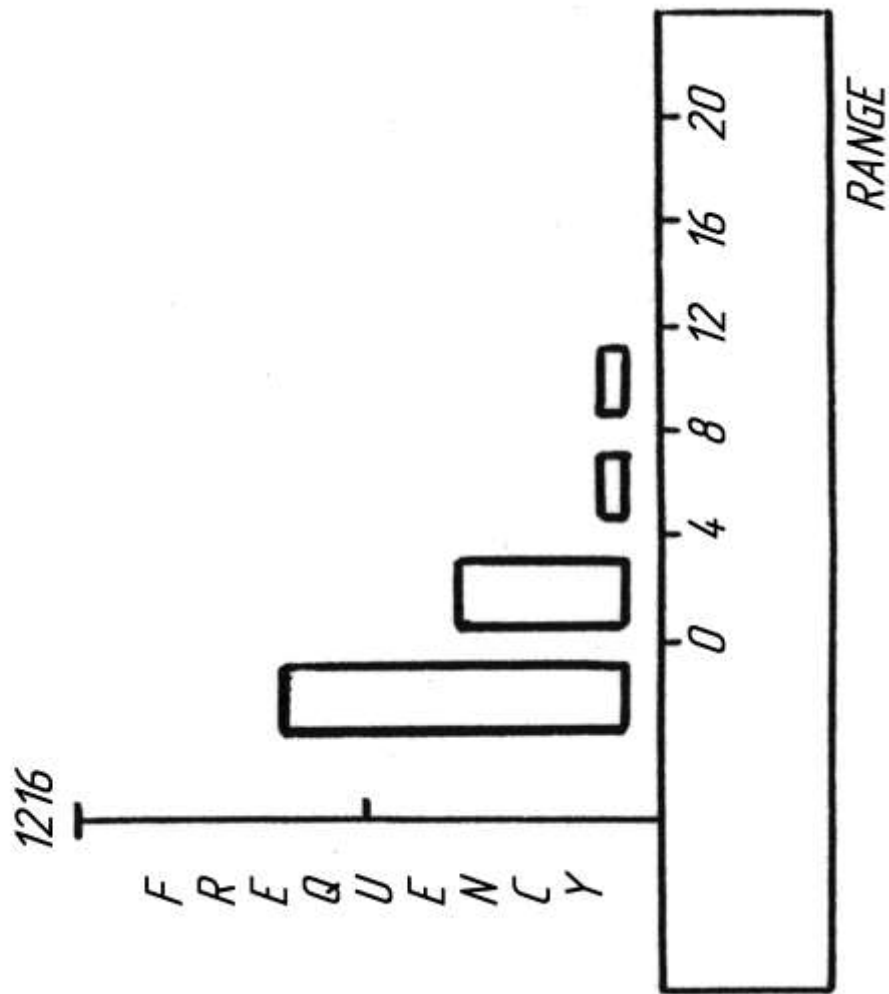


Рис. А 4.3 - Распределение количества требований в ОБВ перед МПрО(вариант 0)

TSUM

Mean: 33,47
S.D.: 17,58

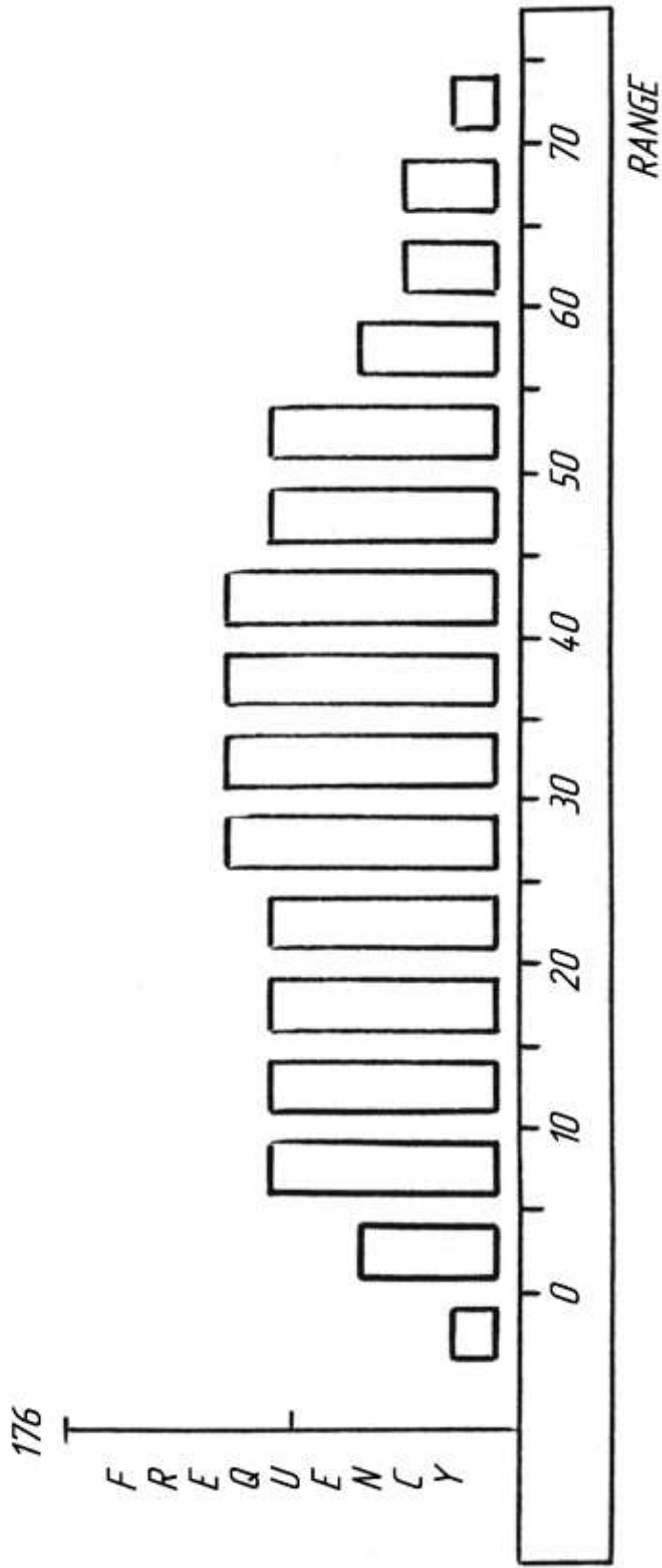


Рис. А 4.4 - Распределение количества требований в ОБВ (вариант 0)

TJAMA

Mean: 3,85
S.D. : 4,45

718

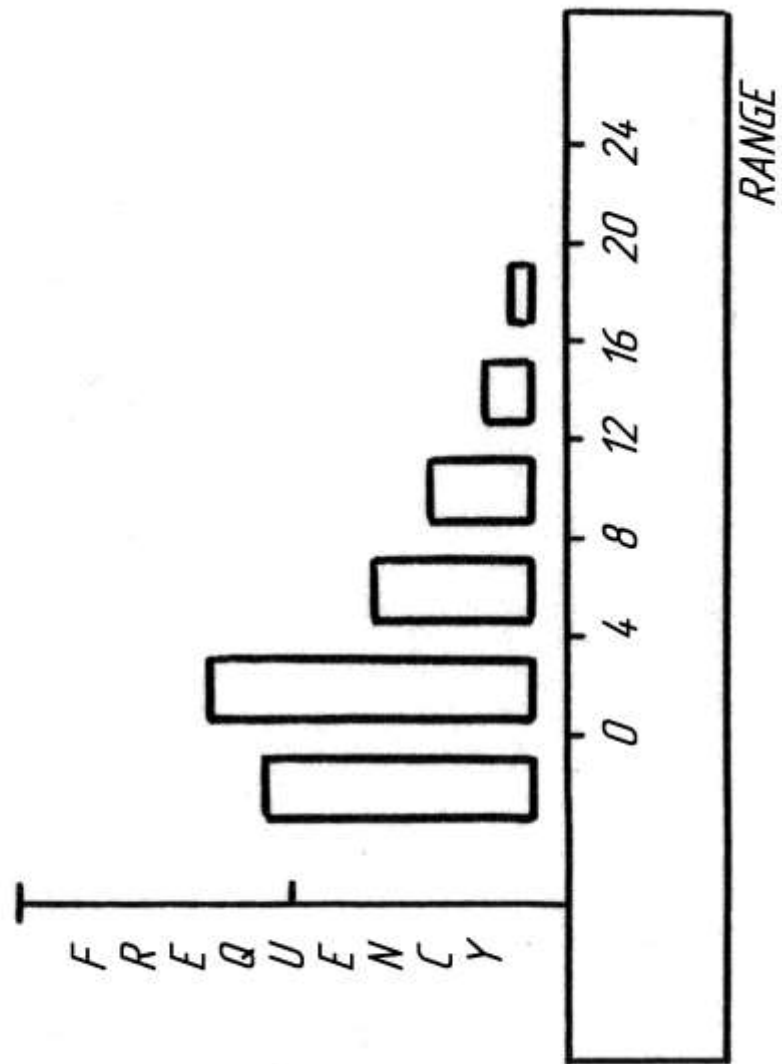


Рис. А 4.5 - Распределение количества требований в 3Я(вариант 1)

TMPO

Mean: 4,31
S.D. : 3,92

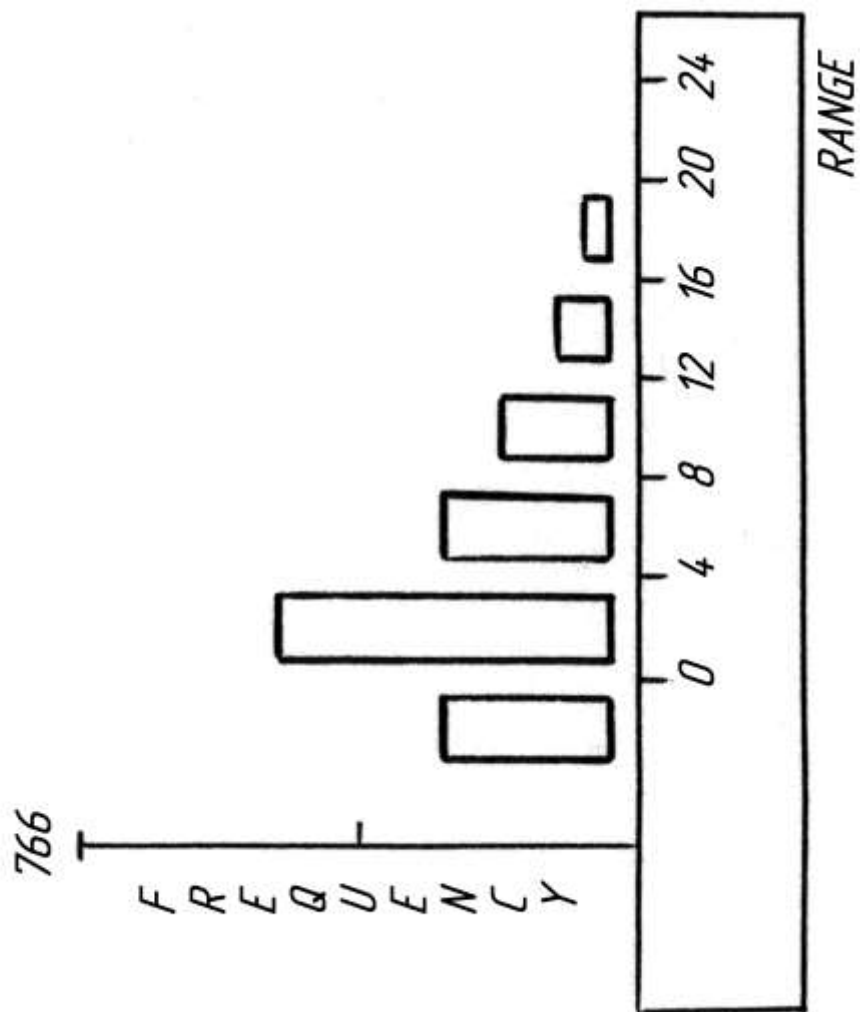


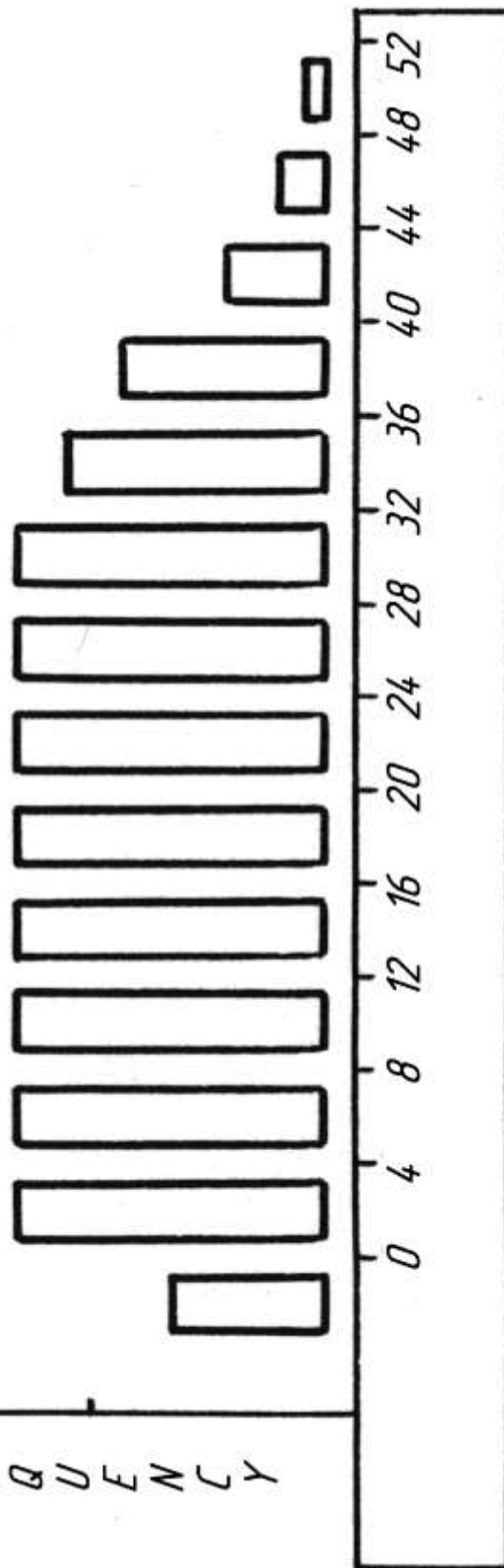
Рис. А 4.6 - Распределение количества требований в ОБВ перед МПО (вариант 1)

TMPRO

Mean: 19,46
S.D. : 12,26

176

F R E Q U E N C Y



RANGE

Рис. А 4.7 - Распределение количества требований в ОБВ перед МПрО (вариант 1)

TSUM

Mean: 24,58
S.D. : 14,44

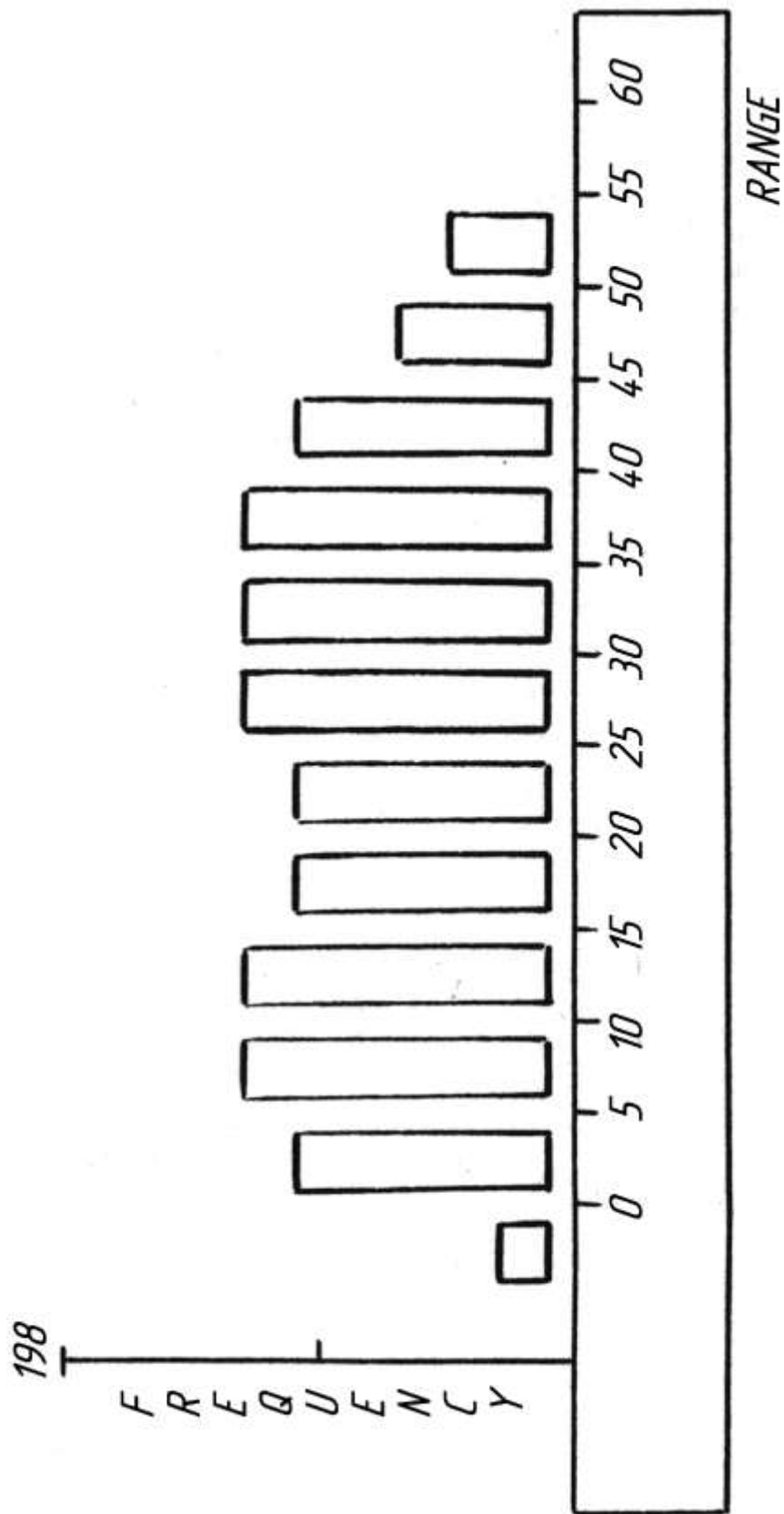


Рис. А 4.8 - Распределение количества требований в ОБВ (вариант 1)

TJAMA

Mean: 3,28
S.D.: 4,09

856

F R E Q U E N C Y

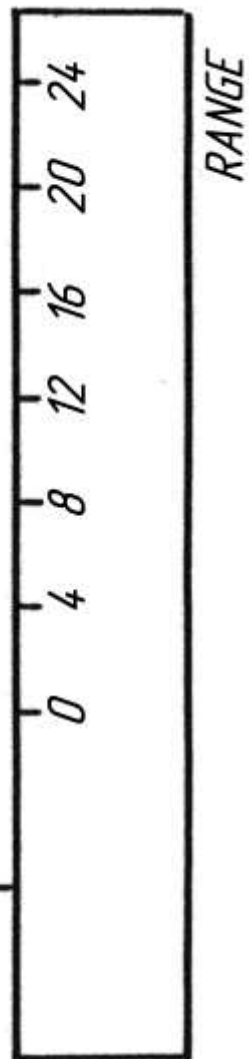


Рис. А 4.9 - Распределение количества требований в 3Я (вариант 2)

TMPO

Mean: 4,76
S.D.: 4,39

704

F R E Q U E N C Y

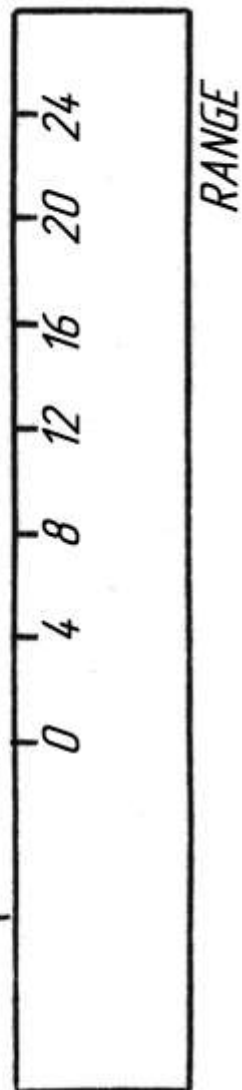


Рис. А 4.10 - Распределение количества требований в ОБВ перед МПО (вариант 2)

TMPRO

Mean: 0,44
S.D.: 1,64

1412

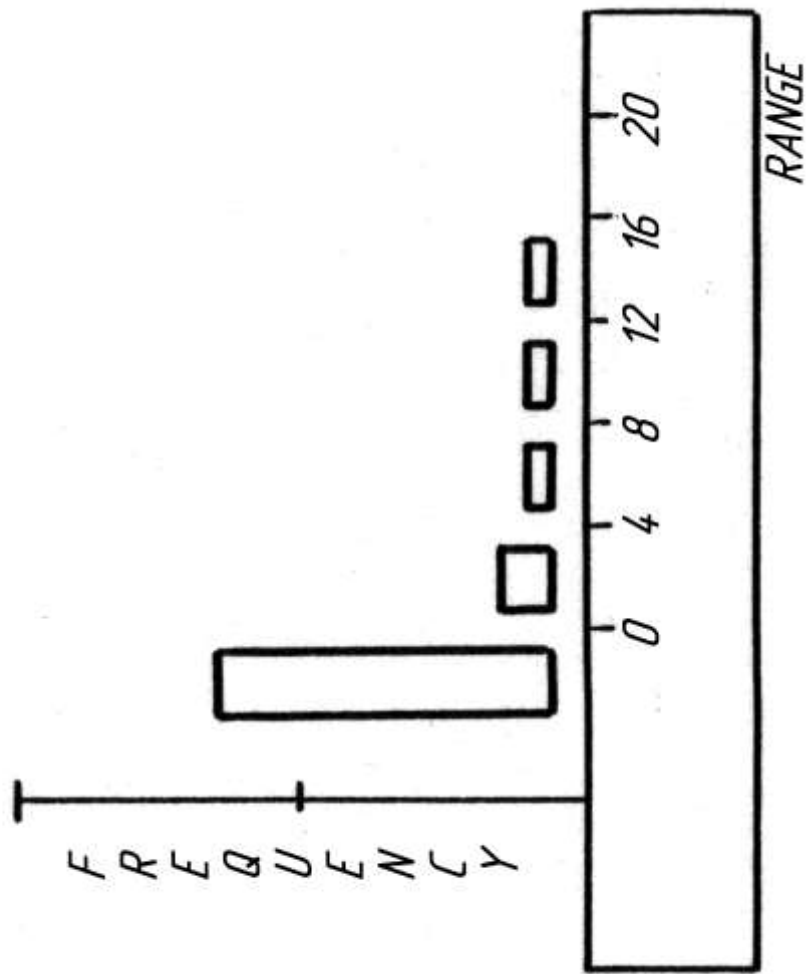


Рис. А 4.11 - Распределение количества требований в ОБВ перед МПрО (вариант 2)

TSUM

Mean: 6,03
S.D.: 4,62

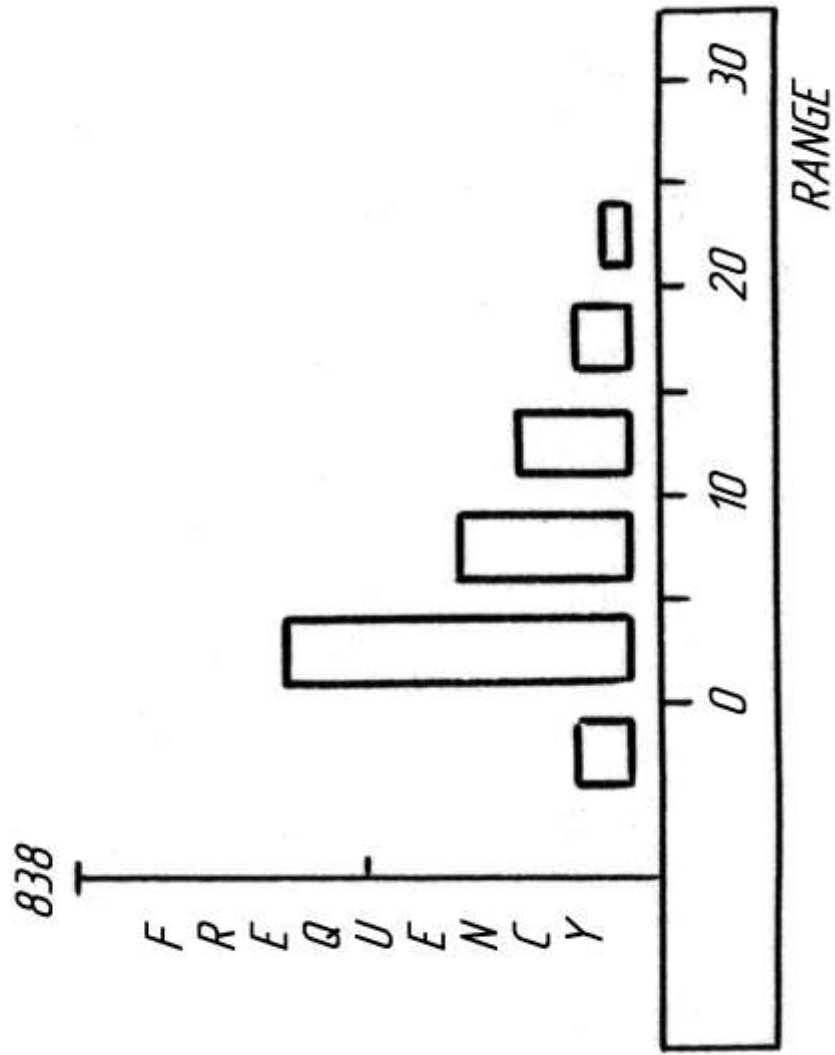


Рис. А 4.12 - Распределение количества требований в ОБВ (вариант 2)

П Р И Л О Ж Е Н И Е Б

Техника и оборудование, выпускаемая ОАО Житомирский завод
„ВИБРОСЕПАРАТОР”

Техника и оборудование, выпускаемая ОАО Житомирский завод
„ВИБРОСЕПАРАТОР”

Это - сепараторы виброцентробежные зерноочистительные - предна-значенные для очистки зерна и семян зерновых, крупяных и бобовых культур от сорных и зерновых примесей:

- А БЦСМ-100 - производительность 100 т/ч;
- Р БЦСМ-50 - производительность 50 т/ч;
- Р БЦСМ-25 - производительность 25 т/ч;
- комплекты оборудования для реконструкции зерноочистительных агрегатов ЗАВ-40 и ЗАВ-20:
 - Р УЗКМ-50 - производительность 50 т/ч;
 - Р УЗКМ-25 - производительность 25 т/ч;
- сепараторы виброцентробежные для семян кукурузы:
 - Р УЦСМ-1 - производительность 12 т/ч;
 - Р УЦСМ-2 - производительность 30 т/ч;
- скальператоры барабанные А 1-Б32-0, предназначенные для предварительной очистки зерна. Производительность - 100 т/ч;
- конвейеры ленточные передвижные Р8 УКЛ-1, предназначенные для транспортирования сыпучих грузов вверх под углом 20°. Производительность - 100 т/ч;
- устройства вертикальной подачи зерна двухпоточные 2НПЗ-20. Производительность - 40 т/ч;
- вентиляторы радиальные пылевые взрывозащищенные:
 - ВРПВ-3.15 - производительность 1850 м³/ч, давление 1494 Па;
 - ВРПВ-4.1 - производительность 3780 м³/ч, давление 2525 Па;
 - ВРПВ-6.3. 1- производительность 6680 м³/ч, давление 1581 Па;
 - ВРПВ-8.1 - производительность 15000 м³/ч, давление 2630 Па;
- вентиляторы центробежные пылевые:
 - ВЦП-3 - производительность 2000 м³/ч, давление 1020 Па;
 - ВЦП-5 - производительность 6000 м³/ч, давление 1550 Па;
 - ВЦП-6 - производительность 8300 м³/ч, давление 1820 Па;
 - ВЦП-8 - производительность 15000 м³/ч, давление 1620 Па;
- вентиляторы высокого давления ВВД. Производительность 1200 м³/ч, давление 10000 Па.

П Р И Л О Ж Е Н И Е В
Статистические характеристики ЗОМ и технологических
линий ПУОЗ

Таблица В1

Статистические характеристики для полнокомплектной семяочистительной линии
(для 5 % уровня значимости критического значение $P=9,5$)

Показатель	m	x ₂	x ₁	D	s	A _s	E	P	Гистограмма
P(t)	4,7 (4,64)	5,5 (5,2)	4,1 (4,12)	0,1 (0,07)	0,3 (0,27)	0,25 (0,45)	-0,67 (-0,67)	16,7 (27,4)	
S_И(t)	4,7 (4,51)	10,1 (9,23)	1,4 (1,37)	3,3 (2,74)	1,8 (1,66)	0,73 (0,57)	0,17 (-0,35)	18,8 (12,5)	
Н_И(t)	810,7 (810,3)	828 (820)	800 (800)	20,3 (22,9)	4,5 (4,8)	0,63 (0,50)	0,31 (-0,76)	нету (88,3)	
Q(t)	4,7 (4,67)	5,0 (4,81)	4,6 (4,56)	0,003 (0,0018)	0,05 (0,042)	1,9 (- 0,24)	7,60 (0,05)	нету (7,28)	
S_К(t)	0,573	0,95	0,28	0,023	0,15	0,54	-0,21	19,9	
Н_К(t)	841,3 (840,5)	866 (847)	832 (832)	20,5 (70)	4,5 (2,7)	2,1 (-0,55)	9,40 (0,40)	нету (7,28)	

Таблица В2

Статистические характеристики для зерноочистительного агрегата ЗАВ-40
(для 5 % уровня значимости критического значение $P=7,8$)

Показатель	m	x_2	x_2	D	S	A_s	E	P	Гистограмма
$P(t)$	2,6	3,0	2,0	0,1	0,3	-0,60	-0,86	25,6	
$S_{ит}(t)$	11,3	19,2	6,1	10,4	3,2	0,35	-0,77	8,8	
$H_{ит}(t)$	757,2 (760,8)	788,0 (788)	687,0 (721)	631,0 (358,0)	24,8 (18,9)	-0,85 (-1,08)	-0,27 (-0,54)	22,0 (18,0)	
$Q(t)$	2,6	2,84	2,36	0,01	0,1	-0,15	-1,09	6,8	
$S_{к}(t)$	0,59	0,93	0,33	0,018	0,14	0,20	-0,45	7,1	
$H_{к}(t)$	808,0 (807,7)	815 (811)	803 (803)	5,1 (3,8)	2,4 (1,9)	0,22 (-0,18)	-0,13 (-0,99)	5,5 (6,5)	

Таблица В3

Статистические характеристики для машины первичной очистки зерна ЗВС-20
(для 5 % уровня значимости критического значение $P=9,5$)

Показатель	m	x_2	x_1	D	S	A_s	E	P	Гистограмма
P(t)	8,7	9,9	6,8	0,7	0,84	-0,55	-0,96	16,8	
S_{ИТ}(t)	11,3	19,2	6,1	10,4	3,23	0,35	-0,77	8,8	
Н_{ИТ}(t)	757,2 (757,8)	788 (788)	678 (710)	613,0 (419,0)	24,80 (20,50)	-0,85 (-0,48)	-0,27 (-1,05)	22,0 (12,1)	
Q(t)	8,25	8,9	7,4	0,143	0,38	-0,18	-1,03	5,0	
S_К(t)	6,3	12,0	2,0	4,3	2,10	0,23	-0,63	2,9	
Н_К(t)	775,0	782,0	724,0	545,0	3,30	-0,35	-0,76	6,2	

Таблица В4

Статистические характеристики для ворохоочистителя скальператорного типа
(для 5 % уровня значимости критическое значение $P = 7,8$)

Показатель	m	x ₂	x ₁	D	S	A _s	E	P	Гистограмма
P(t)	5,7	6,3	5,0	0,12	0,34	-0,02	-1,0	9,8	
S _H (t)	1,8	2,9	0,5	0,43	0,66	-0,04	-1,4	10,2	
Q(t)	5,6	6,0	5,2	0,04	0,19	0,32	-0,88	16,3	
S _K (t)	0,3	0,75	0,08	0,022	0,15	0,73	-0,36	7,4	
n(t)	0,04	0,09	0,01	0,0005	0,02	0,48	-1,07	21,1	

Таблица В5.

**Статистические характеристики для линии обработки вороха на стационаре
(для 5 % уровня значимости критического значение $P=9,5$)**

Показатель	m	x ₂	x ₁	D	S	As	E	P	Гистограмма
P(t)	0,112	0,15	0,08	0,00024	0,0154	0,15	-0,56	1,84	
S_И(t)	81,45	93	72	21,5	4,64	0,10	-0,52	5,25	
Н_И(t)	308,2	327	284	79,0	8,9	0,1	-0,34	11,9	
Q(t)	0,108	0,12	0,0055	0,074	0,25	-0,80	13,5	немає	
S_И(t)	32,5	42,0	24,0	15,2	3,9	-0,27	-0,81	4,88	
Н_И(t)	637	681	601	361	19,0	0,74	0,43	20,0	

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Схемы технологические экспериментальных технических средств

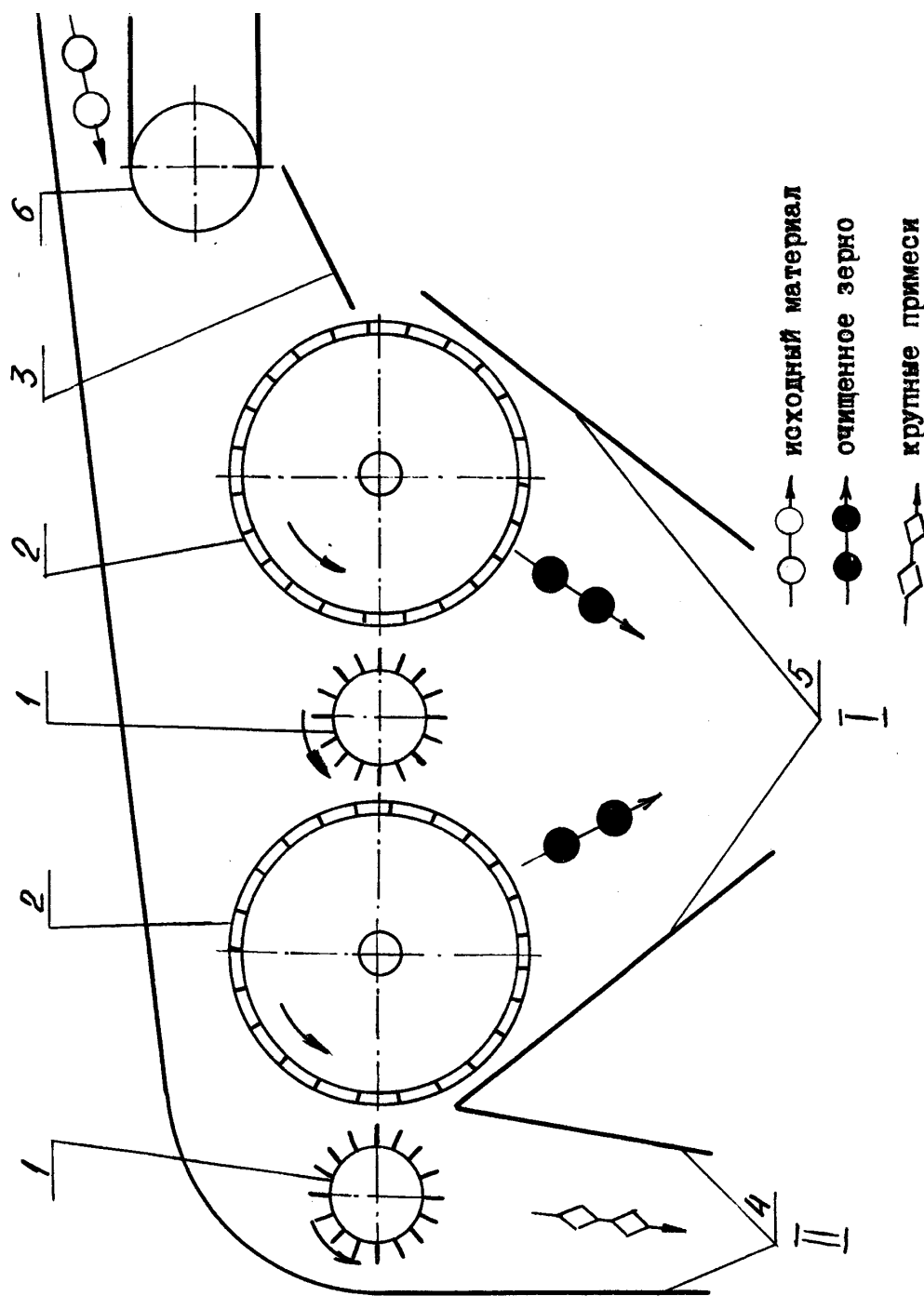


Рис. Д1 - Схема технологическая 2-х барабанного ворохоочистителя скальператорного типа.

1 – щетка очистительная; 2 – решето; 3 – лоток питающий; 4, 5 – лотки выходы фракций;

6 – устройство вбрасывающее.

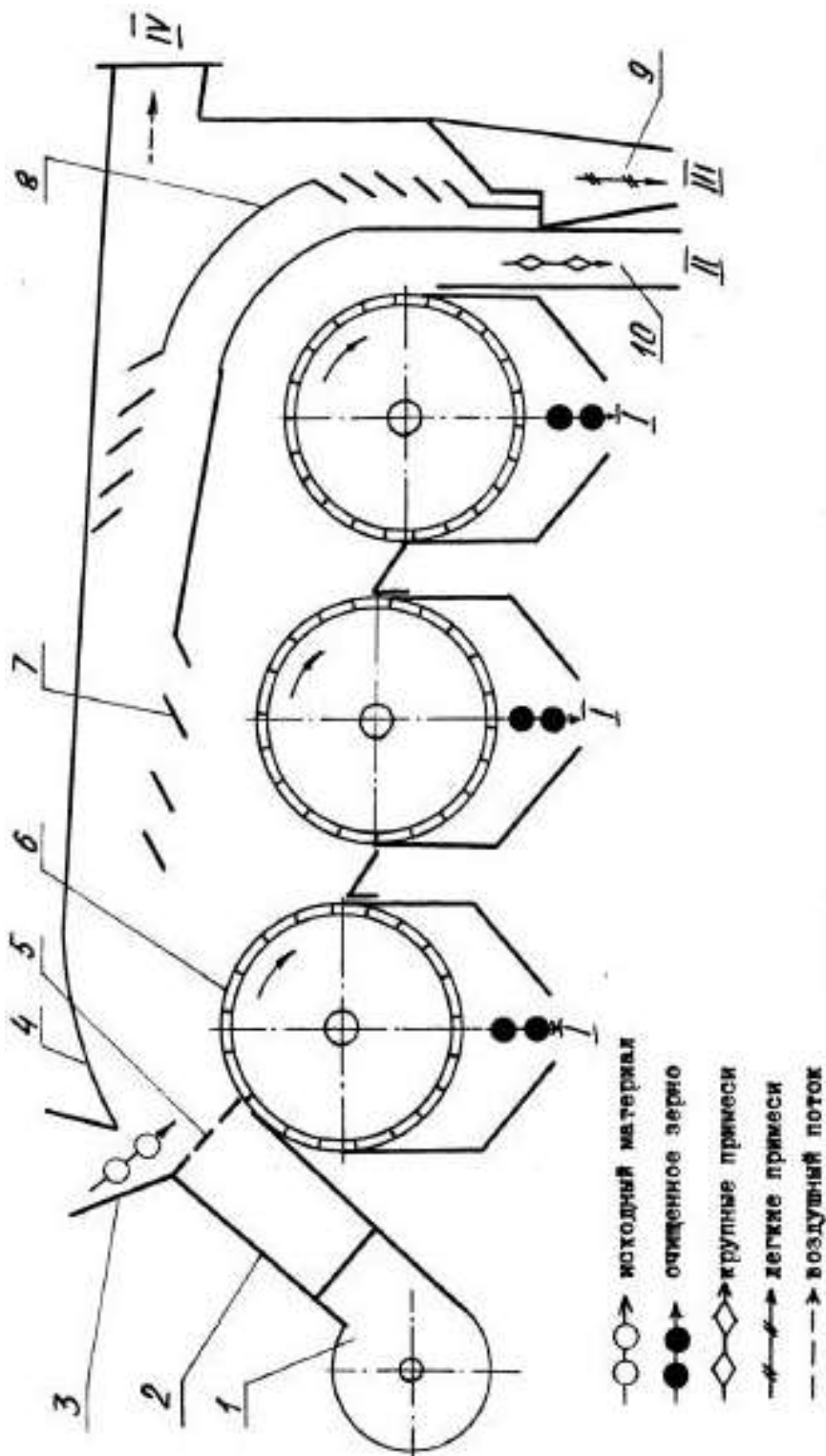


Рис. Д2 - Схема технологическая 3-х барабанного ворохоочистителя скальператорного типа.
 1 – вентилятор; 2 – воздухоподводящий канал; 3 – окно загрузочное; 4 – камера пневмосепарирующая; 5 – лоток-интенсификатор; 6 – решето; 7 – жалюзи; 8 – камера аспирации; 9, 10 – лотки выходы фракций.

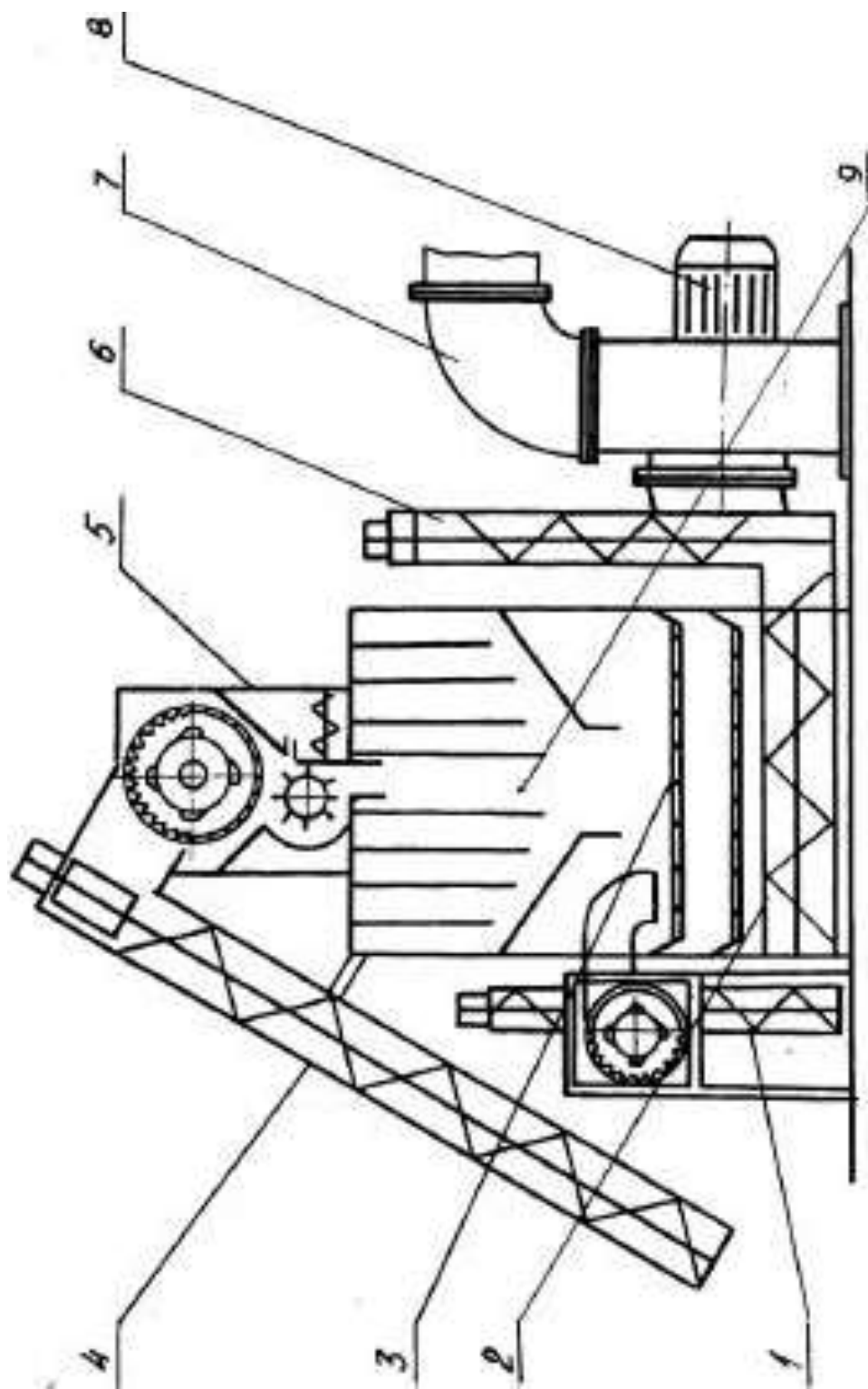


Рис. Д3 - Схема технологическая универсального сепаратора для домолачивания, очистки и сепарации
 вороха семян трав и зерновых культур:

1, 2, 4, 6 – шнеки; 3 - решетный сепаратор; 5 – молотильно-герочное устройство; 7 – пневмопровод;
 8 – вентилятор; 9 – пневмосепарирующая камера

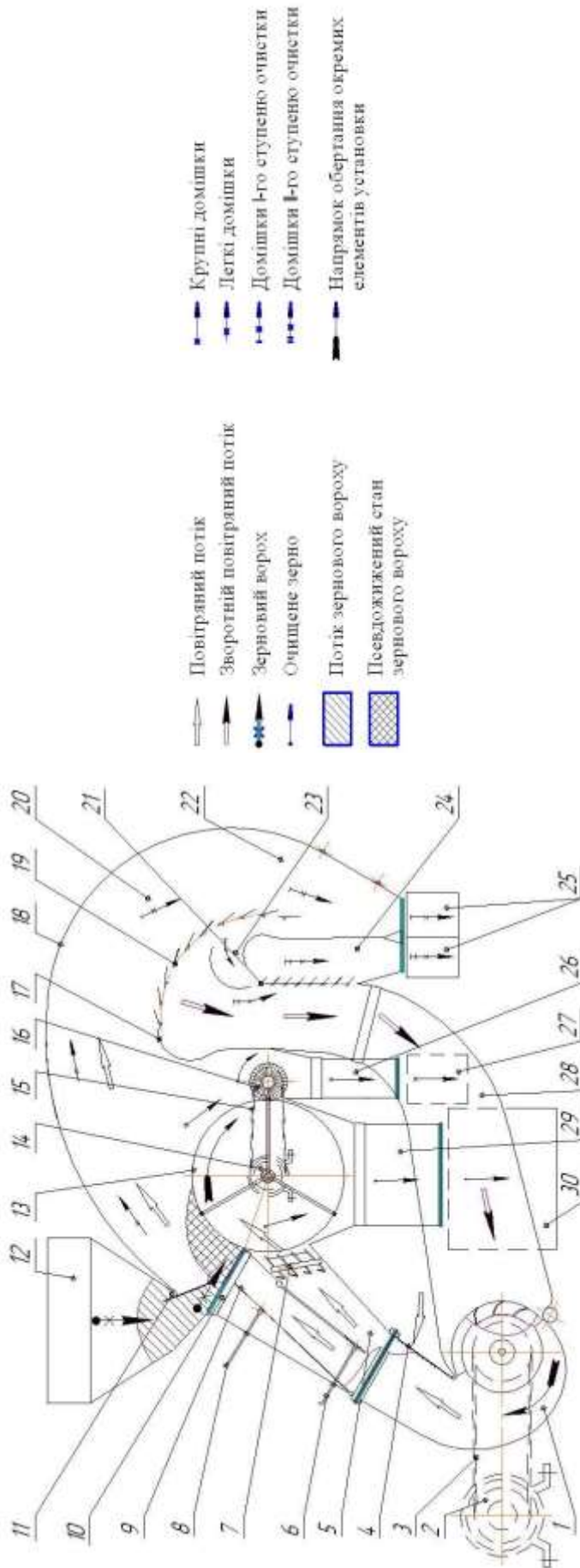


Рис . Д4 - Схема технологическая машины предварительной очистки зерна

1 - вентилятор діаметральний ; 2 - електродвигатель постійного тока ; 3 - привод вентилятора ; 4 - жалюзи впуску до-
 полнительного воздушного потока воздушного канала ; 5 - воздушний канал ; 6 - рычаг регулювання напрямлення воз-
 душного потока циліндричного решета ; 7 - жалюзі напрямлення воздушного потока циліндричного решета ; 8 - ры-
 чаг регулювання напрямлення воздушного потока на лоток інтенсификатора ; 9 - заслонка напрямлення воздушного по-
 тока на лоток інтенсификатора ; 10 - лоток - інтенсификатор ; 11 - заслонка загруза бункера ; 12 - бункер, 13 - решето
 циліндричне ; 14 - мотор-редуктор ; 15 - привод щеточним очистителя ; 16- очиститель щеточным ; 17- видсичник
 воздушного потока ; 18- обечайка канала воздушного потока выделения легких примесей (корпус) ; 19 - рабочая поверх-
 ность жалюзи I степени очистки ; 20 - рабочий канал I степени очистки ; 21 - жалюзи поверхности II степени очистки ; 22

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

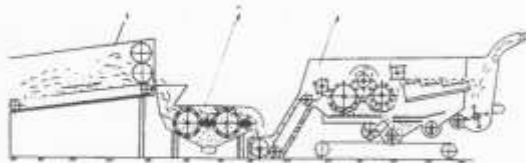
Иллюстрации экспериментальных технологических комплексов и технических средств

ОБЪЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ

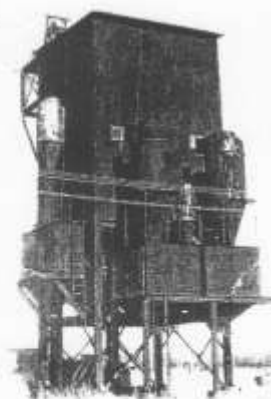
1. ТЕХНОЛОГИИ П У О З



Зерноочисний агрегат продуктивністю 25 т/год у НДІ "Лугань" Мелітопольського району Запорізької області

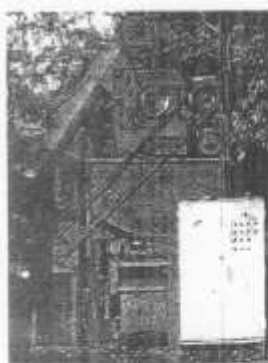


Технологічна схема двохбарабанного сепаратора (п.2) очисаного ворочу у технологічній схемі стаціонарного комплексу (сумісно з к.т.в. М.М.Абдолінін та інш. За АС ССРСР №1586788) Розробка лабораторії збиральних машин МДМСГ

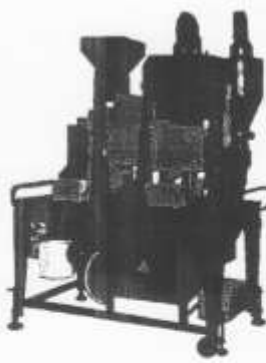


Експериментальний зерноочисний агрегат продуктивністю 100 т/год у КСП "ім. Калі" Василівського району Запорізької області

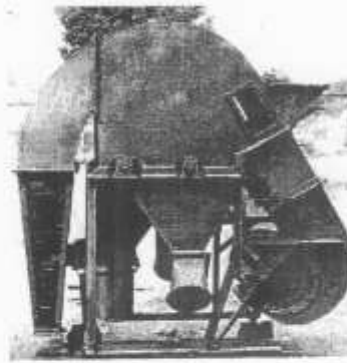
2. СРЕДСТВА П У О З



Універсальний сепаратор (сумісно з ННД ІМБСГ, ГСКБ по жаткам, м. Бердянськ)



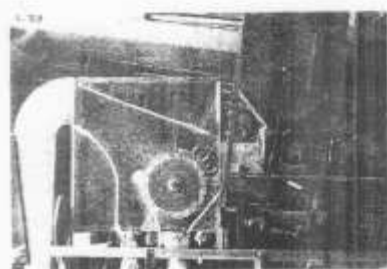
Машина насінноочисна малогабаритна МСМ-0,15 (сумісно з ВАТ "Механізатор", МЗТГ (м.Мелітополь))



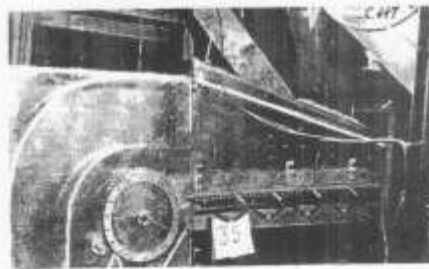
Машина поперечної очистки для агрегату ЗАВ-40 (сумісно з ВАТ "Механізатор", МЗТГ (м.Мелітополь))



Трьохбарабанний сепаратор очисаного ворочу (сумісно з ГСКБ по жаткам, м. Бердянськ)



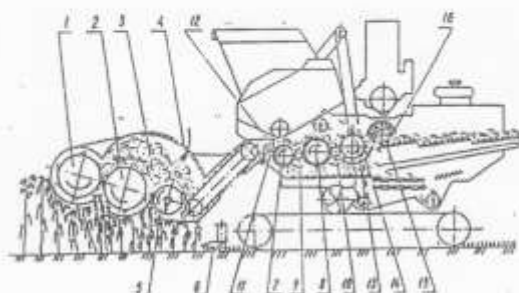
Експериментальний ворохоочисний скальператорного типу



Стабілізатор-збагачувач потоку зернового ворочу (за АС ССРСР № 1071550)

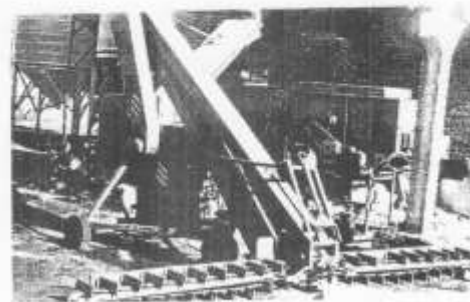


Ворохоочисний пересувний (за АС ССРСР № 1074441 сумісно з ВАТ "Механізатор", МЗТГ, м.Мелітополь)



Технологічна схема експериментального комбайну (двохбарабанний сепаратор, п.3,8)

Сумісно з к.т.в. М.М.Абдолінін, за АС ССРСР №1586788



Експериментальний ворохоочисний скальператорного типу в технологічній лінії (сумісно з НІПТИМССХ ІЗ РСФСР, м. Санкт-Петербург)

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Моделирующая программа и результаты моделирования

1. Моделирующая программа

Для реализации описанной выше модели использована система моделирования общего назначения GPSS PC V.2. Minutemen Software 1984, 1986. Ниже приводится текст программы на языке GPSS.

Программа состоит из четырех основных блоков.

- блока определения исходных данных;
- блока задания переменных и функций;
- блока моделирования времени поступления зернового вороха;
- блока моделирования работы комплекса.

Текст программы для моделирования
работы зерноочистительного комплекса

; GPSS/PC Program File STARTUP•GPS. (V 2, # 37349) 02-10-1995

16:09:50

10 SIMULATE

20 YVOL EQU 4000.0 ;YEAR VOLUME (T)
30 DVOL EQU 10 ; DAY VOLUME (%)
40 AVOL EQU 6.0 ;AVTO CONTENTS (M3)
50 MNAT EQU 760.0 NATURA AVERAGE (T/M3)
60 SDNAT EQU 260 ; NATURA ST.DIV (T/M2)
70 MZAS EQU 6.52 ;ZASOR AVERAGE (%)
80 SDZAS EQU 4.96 ;ZASOR AVERAGE (%)
90 P0D2 EQU 8.65 ;P Mpro
100 KMPO EQU 150 ;WIDTH MPO (cm)
105 PNOR EQU 50 ;Pasp pr norii(t/h)

110 * *

120 * *

130 * GPSS/PC PROGRAM *

140 *****

150 RMULT 73145,96847,31043,28645,40187,36641,91239

160 * TIME UNIT = ONE MINUTE ?

170 XPDIS FUNCTION RN1,C24 ; EXPONENTIAL FUNCTION

0.0,0.0/0.1,.104/.2,.222/.3,.335/.4,.509/.5,.69 0.6,.915/.7,1.2/.75,1.38/.8,1.6/.84,1.83/.88,
2.12 0.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2/.97,3.5
0.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999, 7.0/.9997, 8.0

180 *

190 SNORM FUNCTION RN1,C25 ; STANDARD NORMAL
FUNCTION

0.0,-5/0.00003,-4/.00135,-3.0/.00621,-2.5/.02275,-2/.06681,-1.5
0.11507,-1.2/.15866,-1/.21186,-.8/.27425,-.6/.34458,-.4/.42074,-.2
0.5,0.0/.57926,.2/.65542,.4/.72575,.6/.78814,.8/.84134,1/.88493,1.2
0.93319,1.5/.97725,2/0.99379,2.5/.99865,3/0.99997,4.0/1.0,5.0

200 *

210 DZAS FUNCTION RN1,C21

0.0,1.33/.05,1.62/.10,1.89/.15,2.16/.20, 2.25/. 25, 2. 52/.30, 2.81/.3 5,3.07

.40,3.74/.45,3.95/.50,4.28/.55,5.25/.60,5.76/.65, 6.41/.70,7.92/.7 5,9.49

.80,11.45/.85,12.55/.90,14.1/.95,16.84/1.0,21.22

220 *

230 TJAMA TABLE Q\$JAMAQ,0,4,20

240 TMPO TABLE Q\$MP0Q,0,4,20

245 TMPRO TABLE Q\$MPR0Q,0,4,20

250 TSUM TABLE V\$QSUM,0,5,20

255 TZAS TABLE P2,1,1,20

Моделирование работы зерноочистительного комплекса

```

260 ***      AVERAGE INTERVAL BTW AUTO

270 AINT     FVARIABLE   60#AVOL#MNAT/(DVOL#YVOL)
280 ***      NATURA
290 NATUR    FVARIABLE   MNAT+SDNAT#FN$SNORM
300 ***      TIME NORIA
310 TNOR     FVARIABLE   AVOL#P1#6/(PNOR#100)
340 ***      TIME MPO
350 TMPO     FVARIABLE   (AVOL#P1)#6/(225.3+48#V$POD1-1.3#P2)
360 ***      TIME MPRO
370 TMPRO    FVARIABLE   (AVOL#P1)#100/6/(-416.4#POD2+33#P2+15#P1)
380 QSUM     VARIABLE     Q$MPOQ+Q$MPROQ
390 POD1     FVARIABLE   566#KMPO/1000
400 *****
410 NORIA    STORAGE     1
420 MPRO     STORAGE     2
430 *****
440          GENERATE    1440
450 PBEG     SEIZE        WORK
460          ADVANCE     600 ;
470          RELEASE     WORK
480 PEND     TERMINATE   1
490 *****
500 *
510 *        Model      Segment 1
520 *
530          GENERATE    V$AINT, FN$XPDIS, 1441
540          GATE U      WORK.TAMAM
550          ASSIGN      1, V$NATUR
560          ASSIGN      2, FN$DZAS
561          TABULATE   TZAS
562          TABULATE   TJAMA
564          TEST G      V$TMPO, 0, TAMAM
566          TEST G      V$TMP0, 0, TAMAM
580          QUEUE      JAMAQ
590          ENTER      NORIA
600          DEPART     JAMAQ
610          ADVANCE    V$TNOR
620          LEAVE      NORIA
630          TABULATE   TMPO
640          QUEUE      MPOQ
650          SEIZE      MPO
660          DEPART     MPOQ
670          ADVANCE    V$TMPO
675          TABULATE   TMPRO
680          TABULATE   TSUM
690          RELEASE    MPO ; Free ZAV
700          QUEUE      MPROQ ; Enter PERV
710          ENTER      MPRO
720          DEPART     MPROQ
730          ADVANCE    V$TMPRO
740          LEAVE      MPRO ;
750          TAMAM      TERMINATE ;
760          REPORT     A

```

10 Stunden

Free PERV
Leave

Моделирование работы зерноочистительного комплекса

2. Результаты моделирования

Моделирование производилось для 10 дней работы комплекса. Количество требований, обработанных приборами за время моделирования в столбце ENTRIES FACILITY - одноканальные приборы

WORK - условный прибор, моделирует рабочий день МРО - машина предварительной очистки (МПО)

QUEUE - очереди

JAMAQ - завальная яма MPOQ - ОБВ перед МПО MPROQ - ОБВ перед МПРО STORAGE - многоканальные приборы

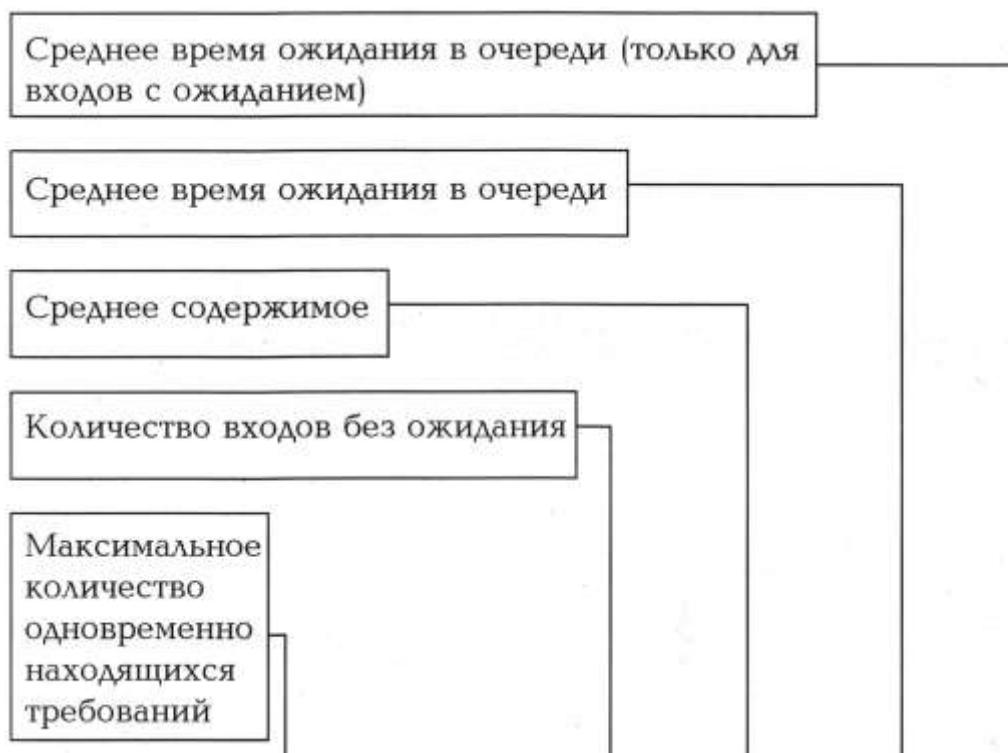
NORIA - нория

MPRO - машины первичной очистки (МПРО)

Вариант 0.



FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE._TIME	AVAILABLE	OWN-
ER PEND	INTER	RETRY	DELAY		
WORK	10 0.	400	600.00	1	0
0	0				
0	0				
MPO	1077	0.866	1.2:07	1	2523
0	0				
0	45				



QUEUE	MAX	CONT.	ENTRIES	ENTRIES(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
JAMAQ	43	18	1141	49	6.63	87.12	91.03	0
MPOQ	74	45	1122	8	28.07	375.31	378.01	0
MPROQ	12	0	1076	542	0.82	11.45	23.07	0



STORAGE	CAP.	REMAIN.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL	AVE.C.	UTIL	RETRY	DELAY
NORIA	1	0	0	1	1123	1	0.49	0.487	0	18
MPRO		1	0	0	1	1076		1		
0.71	0.706	0	0							

Количество требований в завальной яме

TABLE	MEAN	STD.DE	RE-	RANGE	FREQUEN-	CUM
TJAMA	12.86	10.88	0 - 0	0	109	9.33
			0 - 4	4	218	28.00
			4 - 8	8	201	45.21
			8 - 12	12	153	58.30
			12 - 16	16	100	66.87
			16 - 20	20	102	75.60
			20 - 24	24	76	82.11
			24 - 28	28	66	87.76
			28 - 32	32	50	92.04
			32 - 36	36	74	98.37
			36 - 40	40	15	99.66
			40 - 44	44	4	100.0

Количество требований в ОБВ перед МПО

TABLE	MEAN	STD.DEV.	RETRY	RANG	FREQUEN-	CUM.%
TJAMA	31.34	17.71	0	- 0	15	1.34
			0	- 4	62	6.86
			4	- 8	57	11.94
			8	- 12	61	17.38
			12	- 16	76	24.15
			16	- 20	75	30.84
			20	- 24	73	37.34
			24	- 28	85	44.92
			28	- 32	94	53.30
			32	- 36	77	60.16
			36	- 40	83	67.56
			40	- 44	81	74.78
			44	- 48	71	81.11
			48	- 52	57	86.19
			52	- 56	63	91.80
			56	- 60	35	94.92
			60	- 64	21	96.79
			64	- 68	20	98.57
			68	- 72	15	99.91
			72	- 76	1	100.00

Количество требований в ОБВ перед МПРО

TABLE	MEAN	STD.DEV.	RETRY	RANG	FREQUEN-	CUM.
TJAMA	0.76	1.67	0	- 0	760	70.63
			0	- 4	287	97.30
			4	- 8	13	98.51
			8	- 12	16	100.00

Общее количество требований ОБВ перед МПО и МПРО

TABLE	MEAN	STD.DEV.	RETRY	RANG	FREQUEN-	CUM.%
TJAMA	33.47	17.58	0	- 0	7	0.65
			0	- 5	42	4.55
			5	- 10	80	11.99
			10	- 15	81	19.52
			15	- 20	80	26.95
			20	- 25	84	34.76
			25	- 30	96	43.68
			30	- 35	103	53.25
			35	- 40	110	63.48
			40	- 45	108	73.51
			45	- 50	84	81.32
			50	- 55	77	88.48
			55	- 60	55	93.59
			60	- 65	30	96.38
			65	- 70	29	99.07
			70	- 75	10	100.00

На основе анализа результатов моделирования для Варианта 0 были составлены еще два варианта (см. таблицу). Результаты моделирования для этих вариантов приводятся ниже.

Параметр зерноочистительного комплекса	Вариант 0	Вариант 1	Вариант 2
Паспортная производительность нории (т/ч)	40	50	50
Количество норий	1	1	1
Ширина рабочего органа МПО (см)	75	150	150
Количество МПО	1	1	2

Вариант 1

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE._TIME	AVAILABLE	OWNER	PEND	INTER
RETRY	DELAY						
WORK	10	0.400	600.00	1	0	0	0
0	0						
MPO	1067	0.424	5.97	1	2468	0	0
0	17						

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRIES	ENTRIES(0)	AVE.CONT	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
JAMAQ	19	9	1094	162	1.59	21.84	25.64	0
MPOQ	18	17	1084	73	1.97	27.31	29.28	0
MPROQ	53	28	1066	15	14.48	203.80	206.71	0

STORAGE	CAP.	REMAIN.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL	AVE.C.	UTIL	RETRY
DELAY	NORIA	1	0	0	1	1085	1	0.36	0.362
0	9								
MPRO	1	0	0	1	1038	1	0.72	0.720	0
28									

TABLE	MEAN	STD.DEV.	RETRY	RANGE	FREQUENCY	CUM.%
TJAMA	3.85	4.45	0	- 0	311	27.82
			0	- 4	448	67.89
			4	- 8	178	83.81
			8	- 12	102	92.93
			12	- 16	68	99.02
			16	- 20	11	100.00

TABLE	MEAN	STD.DEV.	RETRY	RANGE	FREQUENCY	CUM.%
TMPO	4.31	3.92	0	- 0	180	16.61
			0	- 4	478	60.70
			4	- 8	248	83.58
			8	- 12	122	94.83
			12	- 16	55	99.91
			16	- 20	1	100.00

TABLE	MEAN	STD.DEV.	RETRY	RANGE	FREQUENCY	CUM.%
TJAMA	19.46	12.26	0	- 0	40	3.75
			0	- 4	107	13.79
			4	- 8	109	24.02
			8	- 12	105	33.86
			12	- 16	106	43.81
			16	- 20	98	53.00
			20	- 24	108	63.13
			24	- 28	105	72.98
			28	- 32	104	82.74
			32	- 36	81	90.34
			36	- 40	66	96.53
			40	- 44	25	98.87
			44	- 48	8	99.62
48	- 52	4	100.00			
TSUM	24.58	14.44	0	- 0	13	1.22
			0	- 5	103	10.88
			5	- 10	114	21.58
			10	- 15	123	33.11
			15	- 20	92	41.74
			20	- 25	98	50.94
			25	- 30	118	62.01
			30	- 35	112	72.51
			35	- 40	121	83.86
			40	- 45	86	91.93
45	- 50	58	97.37			
50	- 55	28	100.00			

Вариант 2

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE._TIME	AVAILABLE	OWNER	PEND	INTER
RETRY	DELAY						
WORK	10	0.400	600.00	1	0	0	0
0	0						
MPO	1037	0.413	5.98	1	2503	0	0
0	15						

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRIES	ENTRIES(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
JAMAQ	25	5	1057	153	1.31	18.54	21.68	0
MPOQ	22	15	1052	64	2.11	30.10	32.05	0
MPROQ	15	0	1036	688	0.33	4.78	14.23	0

STORAGE	CAP.	REMAIN.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL	AVE.C.	UTIL	RETRY	DELAY
NORIA	1	0	0	1	1053	1	0.35	0.351	0	4
MPRO	2	1	0	2	1036	1	0.71	0.356	0	0
TABLE	MEAN	STD.DEV.	RETRY		RANGE		FREQUENCY		CUM.%	
TJAMA	3.28	4.09	0		- 0		288		26.72	
			0		- 4		534		76.25	
			4		- 8		169		91.93	
			8		- 12		36		95.27	
			12		- 16		17		96.85	
			16		- 20		26		99.26	
			20		- 24		8		100.00	
TMPO	4.76	4.39	0		- 0		174		16.54	
			0		- 4		439		58.27	
			4		- 8		223		79.47	
			8		- 12		143		93.06	
			12		- 16		61		98.86	
			16		- 20		11		99.90	
			20		- 24		1		100.00	
TMPRO	0.44	1.64	0		- 0		882		85.14	
			0		- 4		130		97.68	
			4		- 8		8		98.46	
			8		- 12		10		99.42	
			12		- 16		6		100.00	
TSUM	6.03	4.62	0		- 0		47		4.54	
			0		- 5		523		55.02	
			5		- 10		261		80.21	
			10		- 15		160		95.66	
			15		- 20		43		99.81	
			20		- 25		2		100.00	

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Авторские свидетельства, патенты.



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК
 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
 ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ
 (ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 1586788

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:
 "Способ разделения зерносоломистого вороха"

Автор (авторы): Аблотин Николай Николаевич, Авдеев Аркадий Викторович, Ярмашев Юрий Николаевич, Гаврилов Виталий Прокофьевич, Халанский Валентин Михайлович, Данченко Николай Николаевич и Михайлов Евгений Владимирович

Заявитель: МЕЛИТОПОЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Заявка №

4336759

Приоритет изобретения 6 ноября 1987г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

22 апреля 1990г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела

Ю. В. Селин
Зиневу



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ
АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 1071550

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР,
Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий
выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:
"Устройство для транспортирования грузов"

Автор (авторы): Киреев Михаил Васильевич, Ерошенко Леонид
Иванович, Подоштелов Сергей Аркадьевич, Михайлов
Евгений Владимирович, Эрк Федор Николаевич и
Коломийцев Александр Александрович

Заявитель: **ЛЕНИНГРАДСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО
ЗНАМЕНИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ**

Заявка № 3297139

Приоритет изобретения 4 июня 1981г.

Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений СССР

8 октября 1983г.

Действие авторского свидетельства распро-
страняется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела

В. В. В. В.
В. В. В. В.



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 1074441

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение: "Сепаратор для предварительной очистки зерновой смеси"

Автор (авторы): Киреев Михаил Васильевич, Михайлов Евгений Владимирович, Ершенико Леонид Иванович, Подоштелов Сергей Аркадьевич, Сычугов Николай Павлович, Эрк Федор Николаевич и Матвеев Анатолий Сосинатович

Заявитель: НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РСФСР

Заявка № 3486237

Приоритет изобретения 31 августа 1982г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

22 октября 1983г.
Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела

УКРАЇНА

ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 78533

ПНЕВМОРЕШІТНИЙ СЕПАРАТОР ІЗ ЗАМКНЕНОЮ
ПОВІТРЯНОЮ СИСТЕМОЮ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.03.2013.

Голова Державної служби
інтелектуальної власності України

M. V. Kovina
М. В. Ковина



(11) **78533**(19) **UA**(51) МПК
B07B 1/28 (2006.01)

(21) Номер заявки: **u 2012 09994**

(22) Дата подання заявки: **20.08.2012**

(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **25.03.2013**

(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **25.03.2013, Бюл. № 6**

(72) Винахідники:
Михайлов Євген Володимирович, UA, Білокопитов Олександр Олександрович, UA, Сергєєв Денис Дмитрович, UA, Плахотін Євген Володимирович, UA

(73) Власник:
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ТДАТУ), пр. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь, Запорізька обл., 72312, UA

(54) Назва корисної моделі:

ПНЕВМОРЕШІТНИЙ СЕПАРАТОР ІЗ ЗАМКНЕНОЮ ПОВІТРЯНОЮ СИСТЕМОЮ

(57) Формула корисної моделі:

1. Пневморешітний сепаратор зі замкненою повітряною системою, що містить завантажувальний пристрій, горизонтальне циліндричне решето із зовнішньою робочою поверхнею, пристрій виводу сходової фракції, встановлений спереду циліндричного решета, перфорований лоток-інтенсифікатор та повітророздавальний канал з діаметральним вентилятором, який відрізняється тим, що встановлені пневмосепаруюча та осадова камери зі складною геометричною поверхнею, які з'єднані всмоктуючим каналом з діаметральним вентилятором.
2. Пневморешітний сепаратор за п. 1, який відрізняється тим, що в нижній частині осадової камери встановлено відбійну площину та пристрій виводу легких домішок.

УКРАЇНА

**ПАТЕНТ****НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ****№ 74137****ПНЕВМОРЕШІТНИЙ СЕПАРАТОР**

Видаєно відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі **25.10.2012.**

Перший заступник Голови
Державної служби
інтелектуальної власності України

Ю.В. Янов



(11) **74137**(19) **UA**(51) МПК
B07B 1/28 (2006.01)(21) Номер заявки: **u 2012 00062**(22) Дата подання заявки: **03.01.2012**(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну модель: **25.10.2012**(46) Дата публікації відомостей
про видачу патенту та
номер бюлетеня: **25.10.2012,
Бюл. № 20**

(72) Винахідники:

**Михайлов Євген
Володимирович, UA,
Білокопитов Олександр
Олександрович, UA**

(73) Власник:

**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ,
пр. Б. Хмельницького, 18, м.
Мелітополь, Запорізька обл.,
72312, UA**

(54) Назва корисної моделі:

ПНЕВМОРЕШІТНИЙ СЕПАРАТОР

(57) Формула корисної моделі:

1. Пневморешітний сепаратор, що містить завантажувальний пристрій, горизонтальне циліндричне решето із зовнішньою робочою поверхнею, пристрій виводу сходової фракції, встановлений спереду циліндричного решета перфорований лоток-інтенсифікатор та повітророзподільчий канал з діаметральним вентилятором, який відрізняється тим, що у повітророзподільчому каналі встановлена двосекційна середня стінка з шарнірно прикріпленою рухомою частиною, яка поділяє повітряний потік між жалюзійним повітророзподільником та лотком-інтенсифікатором.
2. Пневморешітний сепаратор за п. 1, який відрізняється тим, що верхня стінка повітророзподільчого каналу має додаткову регульовану стінку, що дозволяє зменшити або збільшити площу перфорації лотка-інтенсифікатора.

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

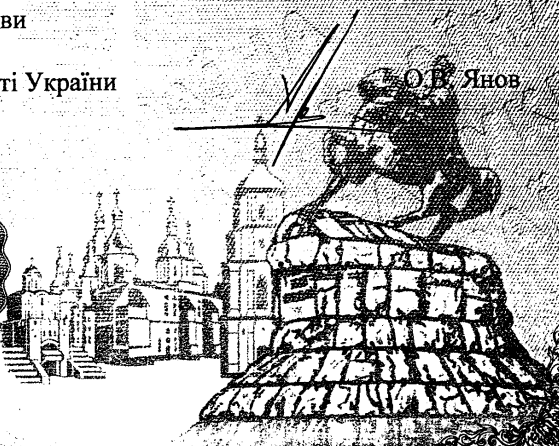
№ 72063

ПНЕВМОРЕШІТНИЙ СЕПАРАТОР

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 10.08.2012.

Перший заступник Голови
Державної служби
інтелектуальної власності України



(11) **72063**(19) **UA**(51) МПК
B07B 1/28 (2006.01)(21) Номер заявки: **u 2011 14744**(22) Дата подання заявки: **12.12.2011**(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну модель: **10.08.2012**(46) Дата публікації відомостей
про видачу патенту та
номер бюлетеня: **10.08.2012,**
Бюл. № 15(72) Винахідники:
Михайлов Євген
Володимирович, UA,
Білокопитов Олександр
Олександрович, UA(73) Власник:
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ,
пр. Б. Хмельницького, 18, м.
Мелітополь, Запорізька обл.,
72312, UA

(54) Назва корисної моделі:

ПНЕВМОРЕШІТНИЙ СЕПАРАТОР

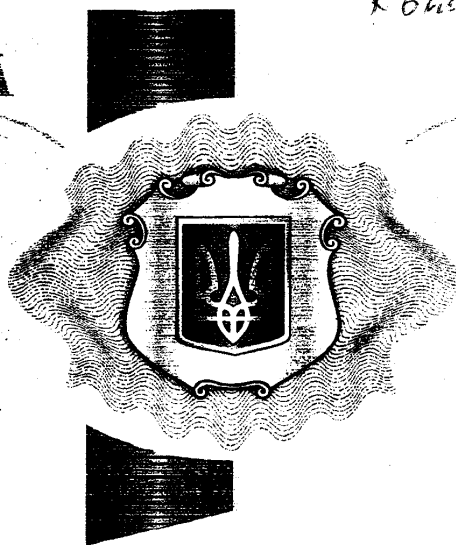
(57) Формула корисної моделі:

1. Пневморешітний сепаратор, що містить завантажувальний пристрій, горизонтальне циліндричне решето зі зовнішньою робочою поверхнею, пристрій виводу сходової фракції, встановлений спереду циліндричного решета, перфорований лоток-інтенсифікатор та повітророзподільний канал з діаметральним вентилятором, який відрізняється тим, що у повітророзподільному каналі встановлена середня стінка, яка поділяє повітряний потік між жалюзійним повітророзподільником та лотком-інтенсифікатором.

2. Пневморешітний сепаратор, який відрізняється тим, що у повітророздавальному каналі встановлена середня стінка, поділяюча повітряний потік між жалюзійним повітророзподільником та лотком-інтенсифікатором.

УКРАЇНА

UKRAINE



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 61469

РЕШІТНИЙ СЕПАРАТОР

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.07.2011.

Голова Державного департаменту
інтелектуальної власності

М.В. Паладій



(11) **61469**(19) **UA**(51) МПК
B07B 1/28 (2006.01)

- (21) Номер заявки: **u 2010 13961**
- (22) Дата подання заявки: **23.11.2010**
- (24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **25.07.2011**
- (46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **25.07.2011, Бюл. № 14**

(72) Винахідники:
**Михайлов Євген
Володимирович, UA,
Дудка Володимир
Сергійович, UA,
Білокопитов Олександр
Олександрович, UA,
Перетятко Артем
Вікторович, UA**

(73) Власник:
**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ,
пр. Б. Хмельницького, 18, м.
Мелітополь, Запорізька обл.,
72312, UA**

(54) Назва корисної моделі:

РЕШІТНИЙ СЕПАРАТОР

(57) Формула корисної моделі:

Решітний сепаратор, що містить завантажувальний пристрій, горизонтальне циліндричне решето зі зовнішньою робочою поверхнею та пристрій виводу сходової фракції, який відрізняється тим, що спереду циліндричного решета встановлений перфорований лоток-інтенсифікатор та повітророздавальний канал з діаметральним вентилятором.

П Р И Л О Ж Е Н И Е И
Справки о внедрении результатов работы

"Утверждаю"
 Ректор МИМСХ
 Н.Л. Крыжачковский
 02..... 1988г.

"Утверждаю"
 Начальник ГСКБ
 По Воронежзерномаш
 Ю.П. Полунин
 02..... 1988г.

ДОГОВОР
 о творческом содружестве

Договор о творческом содружестве между ГСКБ ПО Воронежзерномаш и Мелитопольским институтом механизации сельского хозяйства (МИМСХ) на 1988...1990г.г. предусматривает выполнение МИМСХом следующих работ:

1. Разработку и совершенствование рабочих органов машин предварительной очистки зерна и сепараторов зерносоломистого вороха (вороха риса).
2. Моделирование технологических процессов зерноочистительных машин как объектов оперативного контроля качества этих процессов

ГСКБ считает перспективными указанные направления работ и целесообразными их выполнение в 1988...1990г.г.

Стороны считают целесообразным заключение договора о творческом содружестве между ГСКБ ПО Воронежзерномаш и МИМСХ.

Заместитель начальника
 ГСКБ по науке

Н.И. Грабельковский
 Н.И. Грабельковский

" 1 " 02 _____ 1988г.

Доцент кафедры
 сельхозмашин МИМСХ

Е.В. Михайлов
 Е.В. Михайлов

" 1 " февраля _____ 1988г.

УТВЕРЖДАЮ

Ректор МИМСХ
К. Т. Н.

Н. П. Крыжачковский

1991 г.

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ГСКТБ
ПО "Воронежсельмаш"

Ю. П. Полунин

" 24 " января 1991 г.

Д О Г О В О Р
о творческом содружестве

Договор о творческом содружестве между ГСКТБ ПО "Воронежсельмаш" и Мелитопольским институтом механизации сельского хозяйства (МИМСХ) на 1991 ... 1995 гг.

Стороны обязуются:

1. МИМСХ:

1.1. Обосновывает методы расчёта параметров технической оснащённости процесса послеуборочной обработки зерна и качество работы агрегатов с учетом вероятной природы их функционирования (на примере южных районов УССР)

1.2. Разрабатывает и совершенствует рабочие органы машин предварительной очистки зерна и сепараторов зерносоломистого вороха (вороха риса).

1.3. Изучает и исследует надежность зерноочистительных, зернопогрузочных машин, агрегатов и комплексов с созданием опорного пункта по Ю-Степной зоне УССР в учхозе МИМСХ.

2. ГСКТБ ПО "Воронежсельмаш":

2.1. Представляет исходную информацию по анализу испытаний и эксплуатации зерноочистительных агрегатов и машин.

2.2. Оказывает помощь в приобретении серийных сборочных единиц и деталей.

2.3. Участвует в обсуждении результатов НИР.

При необходимости стороны договариваются о совместной публикации материалов в периодической печати.

Заместитель начальника
ГСКТБ по науке

Н. И. Грабельковский

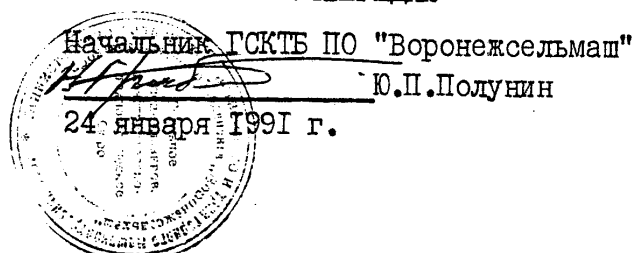
" 24 " января 1991 г.

докторант ЛСХИ,
с.н.с. НИС МИМСХ

Е. В. Михайлов

" 24 " января 1991 г.

УТВЕРЖДАЮ



ВЫ П И С К А

из протокола № 4 заседания НТС ГСКТБ ПО "Воронежсельмаш"
г.Воронеж 24 января 1991 г.

ПРИСУТСТВОВАЛИ: члены НТС и приглашенные сотрудники ГСКТБ т.т. Полунин Ю.П., Грабельсковский Н.И., Гехтман А.А., Кремнев А.Н., Коломийцев А.А., Бобров В.А., Шибков В.М., Ефремов В.И., Куповых Э.А., Евсеев О.С., Родионова М.В., Бейлина Г.И., Антюхин В.В., Дмитренко А.С., Новичихин В.М., Фадеева Э.В., Стуков Е.И., Степанов Е.А., Борзенков В.П., Лавлинский А.М., Кульченко М.Г.

П О В Е С Т К А

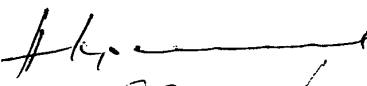
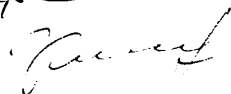
3.Обсуждение доклада докторанта Ленинградского СХИ Михайлова Е.В. на тему: "Обоснование методов расчета параметров технической оснащенности процесса послеуборочной обработки зерна и качества работы агрегатов с учетом вероятностной природы их функционирования (на примере южных районов УССР).

Слушали: доклад докторанта ЛСХИ Михайлова Е.В.

Выступили: заведующий сектором отдела № 6 Степанов Е.А.,
заведующий отделом № 9 Стуков Е.И.,
заведующий отделом № 6 Кремнев А.Н.

Постановили: 1. Одобрить направление и результаты научно-исследовательских работ, представленных т.Михайловым Е.В., учитывая их актуальность.
2. В соответствии с приказом МинВУЗа СССР и ВАК СССР № 637/63 от 15.09.1987 г. и "Положением о подготовке научно-педагогических кадров в системе непрерывного образования" считать целесообразным ходатайствование о направлении докторанта Михайлова Е.В. в ведущие зарубежные центры (ФРГ, США,)

для изучения передового опыта по рассматриваемой проблеме.

/Председатель 
Секретарь 

Н.И.Грабельковский
М.Г.Кульченко

Україна

ВИКОНАВЧИЙ КОМІТЕТ

Мелітопольської міської Ради
народних депутатів

Запорізької області

332333 м. Мелітополь, вул. К.Маркса, 5,
телефон: 4-25-27№ 20/364 від 03.03.99

На № _____ від _____

Ректору Таврійської Державної
агротехнічної академії
проф. Крижачковському М.Л.

Т. Поджуров К. П.
Закончить до 3.03.99

Відповідно до Вашого листа від 18.01.1999р. № 37-47 стосовно впровадження агротехнічних наукових розробок у машинобудівну галузь міста (щодо технологічних комплексів для післязбиральної обробки зерна в господарствах) прошу Вас доручити головному науковому співробітнику ДКЦ «Агро - Таврія» керівництво науково-впроваджувальною темою «Розробка технічних засобів для післязбиральної обробки насіння на базі ТДАТА, машинобудівних підприємств міста Мелітополя і впровадження їх в господарства Запорізької області».

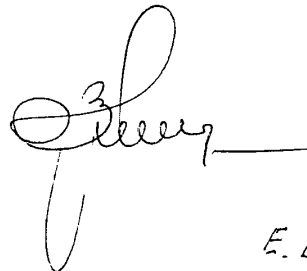
Фінансування робіт по проектуванню і виготовленню дослідних зразків буде здійснюватися за рахунок коштів ЗАТ «Механізатор» (директор Торбунов А.Д.).

Для виконання робіт необхідні технічна документація (вик. головний науковий співробітник Михайлов Є.В.) і зразки запропонованих виробів.

Для удосконалення конструкції насінняочищувальної машини прошу передати ЗАТ «Механізатор» насінняочищувальну машину СМ-015 і документацію для неї строком на 1 місяць.

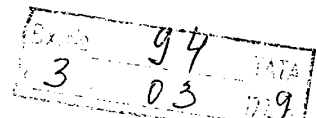
Міський голова

В.О.Сичов



Є. В. Михайлов
Поджуров

Вик. Євтухов В.І.
6-17-90



Закрытое акционерное общество по производству
средств механизации и автоматизации

"МЕХАНИЗАТОР"

332359 г. Мелитополь
ул. Индустриальная, 59, код МГТС
(06142) тел\факс 2-05-40, конт. тел.
25-4-77, 25-2-02, 25-3-57. Р/с
N 26002800008001 в Мелитопольском
отд. АГБ "Украина". МФО 313151
ОКПО 22141480. Код плат. НДС
221414808321, св. N 12120215

Ректору ТГАТА

профессору Крыжачивскому Н.Л.

1.03.99, N 40-028

Т. Лобанов Н.И.
2.03.99.

На N

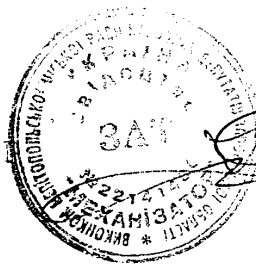
На основании Вашего письма N 37-47 от 18.01.1999г. по внедрению агротехнических разработок в машиностроительную отрасль города (применительно к технологическим комплексам для послеуборочной обработки зерна) проблема обсуждена с главными специалистами и руководителями машиностроительных предприятий города под руководством заведующего промышленно-экономическим отделом горисполкома Иценко В.Д. Мы выражаем согласие финансировать на первом этапе работы по проектированию и изготовлению опытных образцов семеновыводящей техники.

Это актуально. Прошу Вас оказать содействие ведущему научному сотруднику ИИЦ "АГРО-ТАВРИЯ" Михайлову Е.В.

Идем от Вас предложений по внедрению научных разработок.

Т. Михайлову Е.В.
подготовить договор
3.03.99 Лобанов

Директор



А.Д. Торбунов

№	89	ИТА
1	03	99

Договор № 024-99

о совместной деятельности по проектированию и изготовлению
опытных образцов семяочистительной техники

Таврическая государственная агротехническая академия в лице ректора Крыжачковского Н.Л., именуемая далее «Сторона 1» и ЗАО «Механизатор» в лице директора Торбунова А.Д., именуемое далее «Сторона 2» заключили настоящий договор о нижеследующем:

1. Предмет договора

Стороны осуществляют совместную деятельность по проектированию и изготовлению опытных образцов ворохоочистителя скальператорного типа производительностью 50 т/ч и малогабаритной семяочистительной машины производительностью 250 кг/ч.

2. Взаимные обязательства сторон

- 2.1. «Сторона 1» обязуется передать ЗАО «Механизатор»:
 - 2.1.1. Эскизы и техническую документацию для проектирования и изготовления ворохоочистителя скальператорного типа производительностью 50 т/ч;
 - 2.1.2. В качестве натурального образца семяочистительную машину СМ-0.15, производительностью 150 кг/ч в сборе, с технической документацией, в исправном и работоспособном состоянии;
 - 2.1.3. Предложения по повышению производительности базовой малогабаритной семяочистительной машины СМ-0.15 до 250 кг/ч и эскизы отдельных рабочих органов к ней.
- 2.2. «Сторона 2» обязуется:
 - 2.2.1. Финансировать работы по проектированию и изготовлению опытных образцов ворохоочистителя скальператорного типа производительностью 50 т/ч и малогабаритной семяочистительной машины производительностью 250 кг/ч;
 - 2.2.2. Принять и вернуть ТГАТА по акту передачи к окончанию срока действия договора эскизы и техническую документацию для проектирования и изготовления опытных образцов машин;
 - 2.2.3. Принять по акту передачи семяочистительную машину СМ-0.15 в сборе, с технической документацией, в исправном и работоспособном состоянии;
 - 2.2.4. Возвратить по акту передачи семяочистительную машину СМ-0.15 в сборе, с технической документацией, в исправном и работоспособном состоянии через месяц от дня передачи ее ЗАО «Механизатор». В случае возникновения претензий со стороны ТГАТА по техническому состоянию СМ-0.15 обязуется их удовлетворить.
- 2.3. Проектирование и изготовление опытных образцов начать с момента подписания договора.
- 2.4. Совместно созданные опытные образцы являются совместной собственностью сторон.

3. Порядок исполнения договора.

- 3.1. Проектирование, изготовление, настройка и обкатка опытных образцов семяочистительных машин производится на базе ЗАО «Механизатор» за счет ее средств.
- 3.2. Ответственным исполнителем «Стороны 1» является ведущий научный сотрудник Михайлов Е.В.

- 3.3. Оплата работ по авторскому надзору за проектированием, изготовлением, настройкой и обкаткой опытных образцов ведущему научному сотруднику Михайлову Е.В. и другим сотрудникам темы производится через кассу ЗАО «Механизатор».
- 3.4. Доля сторон от реализации опытных образцов определяется на основе отдельного лицензионного договора до продажи опытных образцов потребителям.

4. Ответственность сторон

- 4.1. За невыполнение или ненадлежащее выполнение обязательств по настоящему договору «Сторона 1» и «Сторона 2» несут имущественную ответственность в соответствии с Законодательством Украины.
- 4.2. При получении отрицательного результата по предмету договора стороны освобождаются от взаимной материальной ответственности за неисполнение договора.
- 4.3. Договор может быть изменен или расторгнут в одностороннем порядке по инициативе одной из сторон при неисполнении другой стороны принятых на себя обязательств.

5. Срок действия договора и юридические адреса сторон

- 5.1. Срок действия договора:

Начало: 10.03.1999 г.

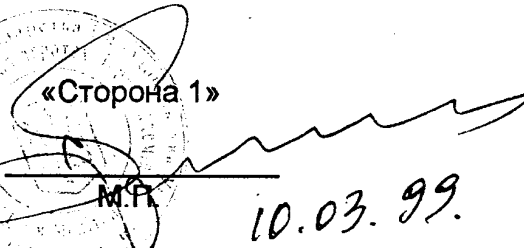
Окончание: 31.12.1999 г.

- 5.2. Адреса и расчетные счета:

«Сторона 1»: 332315, Украина, Запорожская обл., г.Мелитополь,
пр. Б.Хмельницкого, 20, ТГАТА,
информационно-консультационный центр «Агро-Таврия»
тел./факс 2-13-68
E-mail: ikctavr@mlt.dnepr.net
р/с 25309301280693 в Мелитопольском отделении ПиБ
МФО 313043 код СДРПОУ 00493698

«Сторона 2»: 332359, Украина, Запорожская обл., г.Мелитополь,
ул. Индустриальная, 59 код МГТС
ЗАО «Механизатор», тел/факс 2-05-40
р/с №26002800008001 в Мелитопольском отд., АПБ «Украина»,
МФО 313151 ОКПО 22141480, код плат. НДС 221414808321,
св. №12120215

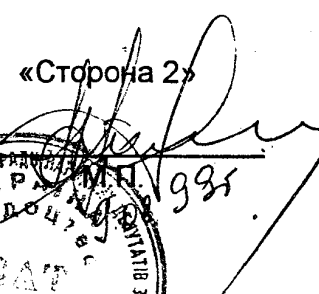
«Сторона 1»




М.П.

10.03.99.

«Сторона 2»



995



ДОГОВОР № 064-99

о научно-техническом сотрудничестве

“ 17 ” июля 1999 г.

г. Мелитополь

Таврическая государственная агротехническая академия, в дальнейшем ИСПОЛНИТЕЛЬ, в лице ректора Крыжачковского Николая Львовича, с одной стороны и ОАО “Мелитопольской завод тракторных гидроагрегатов”, в дальнейшем ЗАКАЗЧИК, в лице председателя правления Шерстюк Анатолий Емельянович, действующего на основании Устава, с другой стороны, заключили настоящий договор о научно-техническом сотрудничестве.

1. Предмет договора

Научно-техническое сотрудничество по разработке и поиску эффективных научно-технических решений с целью изготовления опытных образцов, партий машин и оборудования для внедрения в с.х. производство.

2. Обязательства сторон

2.1. ИСПОЛНИТЕЛЬ берет на себя выполнение следующих обязательств:

2.1.1. Консультационное обслуживание по вопросам разработки технической документации, созданию опытных образцов и внедрению в производство машин и оборудования.

2.1.2. Поиск и предоставление информации по указанной тематике.

2.1.3. Разработку технической документации (технические характеристики проектируемых изделий, технические характеристики аналогичных изделий, разработка объекта и т.д.)

2.1.4. Проведение работ по маркетингу о предполагаемой экономической целесообразности изготовления новых машин и оборудования.

2.1.5. Обеспечение авторского надзора за проектированием и изготовлением машин и оборудования.

2.1.6. Обеспечение авторских прав по всем видам работ (подача заявок на изобретения, полезные модели, промышленные образцы, продажа лицензий, передача научно-технической документации по договорам и пр.)

2.2. ЗАКАЗЧИК берет на себя выполнение следующих обязательств:

2.2.1. Своевременно предоставлять информацию по тематике договорных соглашений.

2.2.2. Финансирование научных разработок, консультаций, освоения разработок в производстве, реализацию продукции по отдельным договорам.

2.2.3. Финансовое и техническое обеспечение внедрения в производство машин и оборудования.

2.2.4. Своевременно производить денежные расчеты по договорам (согласно календарным планам и сметной стоимости).

2.2.5. Осуществлять авансирование отдельных работ.

2.2.6. Проведение маркетинговых исследований о экономической целесообразности производства опытных и производственных партий машин и оборудования.

3. Механизм реализации договора.

На каждый вид работ производить заключение дополнительных соглашений и протоколов согласования цены с приложением календарного плана.

4. Прочие условия.

4.1. За невыполнение или ненадлежащее выполнение обязательств по данному договору стороны несут ответственность в соответствии с действующим законодательством.

4.2. Договор может быть расторгнут в одностороннем порядке по инициативе одной из сторон в случае невыполнения или ненадлежащего выполнения другой стороной принятых на себя обязательств.

4.3. Все изменения и дополнения к договору имеют юридическую силу если они оформлены в письменном виде и заверены обеими сторонами.

4.4. В случае возникновения спора, вытекающего из данного договора, если стороны не могут его урегулировать самостоятельно, он передается на рассмотрение в арбитражный суд.

4.5. Настоящий договор составлен в двух экземплярах имеющих равную юридическую силу, по одному экземпляру для каждой стороны.

5. Срок действия договора.

Настоящий договор вступает в силу с момента подписания его обеими сторонами и действует до 31 декабря 2000 г.

р/с 25305301282686

6. Юридические адреса сторон:

ТГАТА:
332312 Украина, Запорожская обл.
г. Мелитополь, пр.Б.Хмельницкого, 20
ТГАТА, ИКЦ "Агро-Таврия"
р/с 25305301280693 в Мелитопольском
отд ПИБ, МФО 313043
код СДРПОУ 00493698

ОАО "МеЗТГ":
332316 Украина, Запорожская обл.
г. Мелитополь, ул.Индустриальная, 59
ОАО "МеЗТГ"
р/с 26006301280070 в Мелитопольском
отд. ПИБ, МФО 313043
код СДРПОУ 00235814

Ю

В р/н

Регистрация номер: 0000012800007



Н.Л. Крыжачковский

Директор ИКЦ "Агро-Таврия"

Лобанов Н.И. Лобанов

Нач. науч.-произ. отд. ИКЦ

Вершков А.А. Вершков

Юрист

Нечаев М.М. Нечаев



Генеральный директор управления

Шерстюк А.Е. Шерстюк А.Е.

ДОГОВОР

о научно-техническом сотрудничестве

" 18 " 06 1999г.

г. Мелитополь

ОАО "Мелитопольский завод тракторных гидроагрегатов", в дальнейшем "Заказчик", в лице председателя правления Шерстюка Анатолия Емельяновича с одной стороны и К.Т.Н. доцент, ведущий научный сотрудник Таврической Государственной агротехнической академии Михайлов Евгений Владимирович, в дальнейшем "Исполнитель", с другой стороны, заключили договор о нижеследующем:

I. ПРЕДМЕТ ДОГОВОРА

Научно-техническое сотрудничество по разработке и поиску эффективных научно-технических решений с целью изготовления опытных образцов, партий машин и оборудования для внедрения их в сельскохозяйственное производство.

2. ОБЯЗАТЕЛЬСТВА СТОРОН

2.1. Исполнитель берет на себя выполнение следующих обязательств:

2.1.1. Совместно с ЗАО "Механизатор" передать техническую документацию для внедрения в производство ворохоочистителя скальператорного типа производительностью 25 т/ч и малогабаритной семеочистительной машины производительностью 150 кг/ч.

2.1.2. Предоставить предложения по разработке и изготовлению необходимой оснастки (штампов, приспособлений, специнструмента и т.п.).

2.1.3. Обеспечить авторский надзор за разработкой, изготовлением и внедрением в производство необходимой оснастки, опытных образцов, партий машин и оборудования.

2.1.4. Предоставить предложения по разработке, изготовлению и внедрению в производство других видов с.х. техники.

2.2. Заказчик берет на себя выполнение следующих обязательств:

2.2.1. Финансировать научные разработки, консультации, техническое обеспечение для внедрения в производство машин и оборудования.

2.2.2. Подготовить производственные площадки под оборудование, необходимое для изготовления семеочистительных машин.

2.2.3. Спроектировать, изготовить и внедрить в производство необходимую оснастку, ворохоочиститель, скальператорного типа производительностью 25 т/ч и малогабаритную семеочистительную машину производительностью 150 кг/ч.

2.3. Совместно созданные опытные образцы и партии машин являются совместной собственностью сторон.

2.

3. ПОРЯДОК ИСПОЛНЕНИЯ ДОГОВОРА.

3.1. Изготовление и обкатка опытных образцов и партий машин производится на базе ОАО МЗТГ за счет её средств.

3.2. Научным консультантом ОАО МЗТГ по поиску эффективных научно-технических решений с целью изготовления опытных образцов, партий машин и оборудования для внедрения их в с.х. производство, является К.Т.Н., доцент, ведущий научный сотрудник ТГАТА Михайлов Е.В..

3.3. Оплата работ по авторскому надзору за проектированием, изготовлением, настройкой и обкаткой необходимой оснастки (штампов, приспособлений, специнструмента и т.п.) научному консультанту Михайлову Е.В. производится в размере 150 гривен в месяц через кассу ОАО МЗТГ.

3.4. При реализации опытного образца научному консультанту Михайлову Е.В. выплачивается авторский гонорар, в размере 10% стоимости реализованной машины (в оптовых ценах) в денежной или натуральной форме, в зависимости от формы оплаты её стоимости заказчиком. При реализации партии машин в количестве 10 шт. и более в год авторский гонорар уменьшается до 7% и при реализации партии машин в количестве 100 штук и более - до 5% при реализации 1000 шт. и более - до 2%.

4. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ СТОРОН

4.1. За невыполнение или ненадлежащее выполнение обязательств по данному Договору стороны несут ответственность в соответствии с законодательством Украины.

4.2. При получении отрицательного результата по предмету Договора стороны освобождаются от взаимной материальной ответственности за неисполнение Договора.

4.3. Договор может быть расторгнут или изменен в одностороннем порядке по инициативе одной из сторон при неисполнении другой стороной принятых на себя обязательств.

4.4. В случае возникновения спора, возникшего из данного Договора, если стороны не могут его урегулировать самостоятельно, он передается на рассмотрение в арбитражный суд.

5. СРОК ДЕЙСТВИЯ ДОГОВОРА

Настоящий Договор вступает в силу с момента его подписания обеими сторонами и действует до 31 декабря 2000г.

6. ЮРИДИЧЕСКИЕ АДРЕСА СТОРОН

ЗАКАЗЧИК

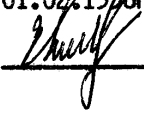
332316 Украина, г. Мелитополь
Запорожской обл. ул. Индустриальная, 59
ОАО МЗТГ, р/с 26006301280070 в
Мелитопольском отд. ПИБ, №0 313043
Код ЄДРПОУ 00235814



А.Е. ШЕРСТЮК

ИСПОЛНИТЕЛЬ

332310 Украина г. Мелитополь
Запорожская обл., пр-кт 50 лет Победы
д. 22В кв. 48
паспорт СА №096275 выдан
01.02.1996г.

 Е.В. МИХАЙЛОВ

*доц. Коноперецький М.М.
доц. Михайлову Е.В.*

СОВМЕСТНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ СУМІСНЕ ПІДПРИЄМСТВО
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА *Дельта*
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ *18. #193*
„ЭКОЭНЕРГО“

330032 г. Запорожье, Кожное шоссе, 32
МФО 313797 330075 г. Запорожье
Тел.: 2-56-95
05.11.93 Г. № IO/I27-93

Р/с. № 609316 акционерном банке «Славянский».

Факс.: _____

На № _____ от _____

Ректору МИМСХ
Н.Л.Крыжачковскому
332315, г. Мелитополь
ул. Б.Хмельницкого 18

*Дельта В.А.
12.11.93*

Для подготовки документов по научно-технической программе Украины по теме: "Устройства управления микроклиматом в зернохранилищах", прошу подтвердить согласие на участие в данной работе в качестве научного консультанта сотрудника кафедры с/х машин Е.В.Михайлова.

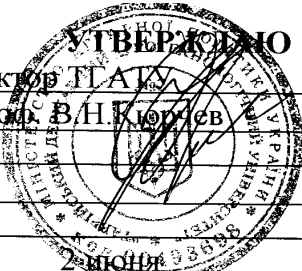
Зам.директора

М.В.Шапиро
М.В.Шапиро

EX № 981
11.11.93

УТВЕРЖАЮ


Ректор ТГАУ
проф. В.Н. Курцев



2008 г.

УТВЕРЖАЮ

Начальник главного управления АПР
Запорожской облгосадминистрации
Журавлёв В.А.



2008 г.

А К Т

внедрения результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ

“2” июня 2008 г.

Мы нижеподписавшиеся, представители Таврического государственного агротехнологического университета (ТГАУ) Мунтян В.А., к.т.н., доцент
Михайлов Е.В., к.т.н., доцент
Постникова М.В. – инженер
(фамилия, имя, отчество, должность)

, с одной стороны

и представители Главного управления АПР Запорожской облгосадминистрации
(наименование предприятия, организации, учреждения)

Черненко С.В. – главный специалист отдела рынков агротехнических услуг
административно-хозяйственной деятельности,
(фамилия, имя, отчество)

Афанасьева Н.П. – начальник управления финансово-кредитного обеспечения и
рынков агротехнических услуг, с другой стороны

составили настоящий акт о том, что в результате проведения научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ по теме Обоснование норм расхода электроэнергии поточных линий в сельском хозяйстве (на примере зернопунктов)

внедрено Рекомендации по научно-обоснованным нормам расхода электроэнергии поточными линиями послеуборочной обработки зерна на зернопунктах
(наименование машины, процесса, устройства)
юга Украины

В процессе внедрения выполнены следующие работы:

- 1 Разработана методика определения норм расхода электроэнергии на послеуборочную обработку зерна поточными линиями зернопунктов.
- 2 Выявлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на удельный расход электроэнергии.
- 3 Определены оптимальные параметры и режимы работы поточной линии зернопункта.


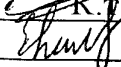
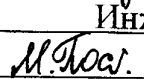
От внедрения получен следующий технико-экономический эффект:

Сезонный экономический эффект от внедрения норм расхода электроэнергии на послеуборочную обработку зерна на поточных линиях зерноочистительного агрегата ЗАВ-40 составит 3000 грн.

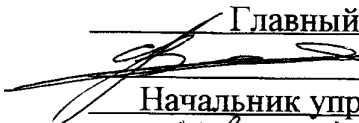
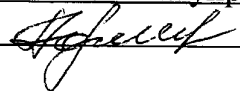
Предложения по дальнейшему внедрению результатов работы:

Предлагаемые нормы удельного расхода электроэнергии являются научно-обоснованными и могут быть рекомендованы к внедрению как нормативный документ

Представители ТГАТУ

К.т.н., доцент

 Мунтян В.А.
 К.т.н., доцент

 Михайлов Е.В.
 Инженер

 Постникова М.В.

Представители Главного управления
 Запорожской облгосадминистрации

Главный специалист

 Черненко С.В.
 Начальник управления финансов

 Афанасьева Н.П.

Українська Академія
аграрних наук
Кримська державна
сільськогосподарська
дослідна станція
334061, с.Кленініно,
Красногвардійський район,
Автономна Республіка Кра.
тел. (065-56) 7-63-22, 9-52-5.
№ _____ от «___» _____

Ректору ТГАТА
профессору Н.Д.Крыжачковскому

СПРАВКА

о внедрении результатов научно-исследовательских
работ в производство

В период уборки урожая зерновых 1991, 1992 гг. группой исследователей академии под руководством к.т.н., доцента Михайлова Е.В. были проведены полевые исследования по определению показателей качества работы полнокомплектной семяочистительной линии (п/о Кленініно) и машины первичной очистки зерна ЗВС-20 (семхоз им. Калинина Красногвардейского р-на) в условиях их нормальной эксплуатации и проведена оценка технической оснащенности зернокомплексов в 13 специализированных семеноводческих хозяйствах.

Полученные сведения использованы для организации и проведения занятий с сотрудниками лабораторий по оценке качества зерна, агрономами-семеноводами, операторами, обслуживающими зернокомплексы и ведущими специалистами хозяйств.

По результатам выполненных исследований доц. Михайлов Е.В. выступил с докладом на Международном симпозиуме Германия-Голландия-Украина (НПО "Элита" - п/о Кленініно, февраль 1992 г.).

Директор Крымской государственной с/х
опытной станции

А.В.ЧЕХОВ



А.В.Чехов

Українська Академія
аграрних наук
Кримська державна
сільськогосподарська
дослідна станція
334061, с.Клепініво,
Красногвардійський район,
Автономна Республіка Крим
тел. (065-56) 7-63-22, 9-52-74
№ 21 от «17» 1974

Ректору ТГАТА
профессору Н.Л.Крыжачковскому

СПРАВКА

о внедрении результатов научно-
исследовательских работ в производство

В соответствии с результатами проведенных полевых исследований по изучению показателей качества работы зерноочистительных машин и оценке технической оснащенности зернокомплексов семеноводческих хозяйств Автономной республики Крым Таврической государственной агротехнической академией (Исп. к.т.н., доц. Михайлов Е.В.) разработаны и приняты нами к использованию "Рекомендации по совершенствованию технологии послеуборочной обработки зерна в южных районах Украины".

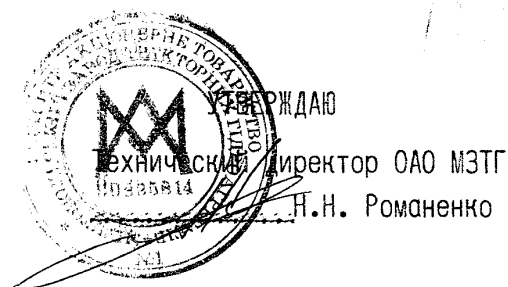
На базе используемых "Рекомендаций..." и при непосредственном участии автора-консультанта доц. Михайлова в хозяйствах проводится работа по совершенствованию технологического процесса послеуборочной обработки зерна, что позволяет снизить приведенные затраты на его обработку на 30...35% и увеличить выход полноценных семян до 70...75%.

Директор Кримської державної сільськогосподарської дослідної станції
с/х опитної станції



А. В. Чехов

А. В. ЧЕХОВ




А К Т

Согласно номенклатурному плану и техническому заданию, утвержденному Техническим директором ОАО МЗТГ, научным консультантом ЗАО "Механизатор" к.т.н. доцентом Михайловым Е.В. совместно с ЗАО "Механизатор" выполнена проектно-конструкторская работа на тему "Малогабаритная семеочистительная машина СМ-0,15" (чертежи С-4543). Договорная цена доли стоимости рабочей конструкторской документации, соавтором которой является Михайлов Е.В., составляет пять тысяч пятьсот гривен.

Сумма к оплате за выполненную Михайловым Е.В. работу составляет пять тысяч пятьсот гривен.

Работу сдал:

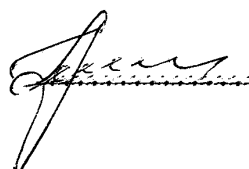
Научный консультант ЗАО "Механизатор", к.т.н. доцент

 Е.В. Михайлов

02.11.1999г.

Работу принял:

Главный технолог ОАО МЗТГ

 М.А. Широков

УТВЕРЖДАЮ

Директор ЗАО "Механизатор"

В. В. ВЬЮНИКА
1999 г.

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ТГАТА, профессор

Н. Л. КРЫЖАЧКОВСКИЙ

1999 г.

А К Т

внедрения результатов научно-исследовательских работ в производстве

Настоящий акт составлен в том, что в результате совместно выполненных работ по проектированию и изготовлению ворохоочистителя скальператорного типа производительностью 25 т/ч изготовлен опытный образец машины, предназначенной для предварительной очистки зерна. Машина установлена и работает в поточной технологической линии для послеуборочной обработки зерна КСП "Заря" Приазовского района Запорожской области.

Работы по внедрению опытного образца машины в производство и совершенствованию технологии послеуборочной обработки зерна в хозяйстве выполнены под руководством к.т.н., доцента, вед. научн. сотрудника ТГАТА МИХАЙЛОВА Е.В. при участии инженера ВЬЮНИКА В.В. и сотрудников ЗАО "Механизатор".

В результате выполненных работ производительность линии увеличилась на 30...35%, приведенные затраты уменьшились в 1,7 раза. Годовой эффект от внедрения ворохоочистителя составит 10...12 тыс. грн. в год.

Нач. КБ ЗАО "Механизатор"

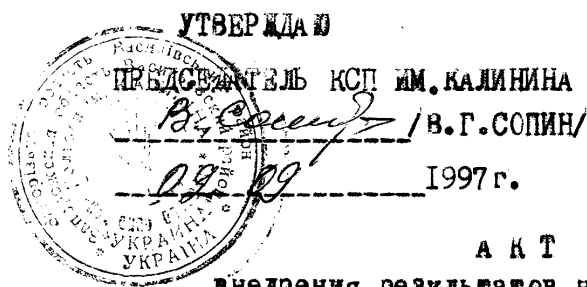
К. т. н., доцент, вед. научн. сотрудник ТГАТА

Инженер

ПАРФЕНЮК Р. А.

МИХАЙЛОВ Е. В.

ВЬЮНИК В. В.



А К Т

внедрения результатов научно-исследовательских работ в производстве.

Мы, представители КСП имени Калинина в лице заместителя председателя В. В. МАХОВСКОГО, гл. агронома Н. А. ЦАПРЫКА с одной стороны, и представителя академии в лице доцента Е. В. МИХАЙЛОВА, составили настоящий акт в том, что в результате научных разработок академии в виде материалов по обоснованию и расчету основных параметров машин и оборудования технологических линий для послеуборочной обработки зерна использованы при составлении задания на проектирование высокопроизводительной /100 т/час/ линии обработки зерна.

Пуск в работу новой линии позволил обеспечить полнопоточную технологию послеуборочной обработки зерна и биологическую сохранность слежубранного урожая.

Производительность труда возросла в 2.8 раза, срок окупаемости дополнительных капитальных вложений составил 1.9 года. Улучшились условия безопасности жизнедеятельности обслуживающего персонала и экологического состояния рабочих мест.

ЗАМ. ПРЕДСЕДАТЕЛЯ КСП

В. В. Маховский В. В. МАХОВСКИЙ

К. Т. Н. ДОЦЕНТ

Е. В. Михайлов Е. В. МИХАЙЛОВ

ГЛ. АГРОНОМ КСП

Н. А. Цапрыка Н. А. ЦАПРЫКА

Утверждаю
 Директор учебно-опытного
 хозяйства "Лазурное" ТГАТА
 В. В. Улесько
 " 20 " 09 1997 г.

Утверждаю
 Ректор ТГАТА профессор
 Н. Л. Крыжачковский
 09 1997 г.

А К Т

внедрения результатов научно-исследовательских работ
 в производство.

Мы, представитель учебно-опытного хозяйства "Лазурное" Таврической государственной агротехнической академии в лице гл. инженера Тельфина А. М. с одной стороны, и представитель академии в лице доцента Михайлова Е. В. с другой стороны, составили настоящий акт в том, что результаты научных разработок академии в виде материалов по обоснованию и расчету основных параметров машин и оборудования технологических линий для послеуборочной обработки зерна использованы при разработке проекта на реконструкцию существующего зернокомплекса.

Проект обсужден и утвержден Ученым Советом ТГАТА 16 января 1992 г. /протокол № 7/ в присутствии директора учхоза Петрыги А. М.

В зерноочистительном агрегате ЗАВ-20 предложено установить ремкомплект РЗ-УЗК-50 и рядом с семенным складом разместить семеочистительное оборудование: ЗАВ-25 с отделением приема и временного хранения зерна ОП-50; две семеочистительные приставки СП-10 А; линию по дроботке очестного зернового вороха и линию по очистке вороха семян трав.

В настоящее время в хозяйстве смонтированы и пущены в работу агрегат ЗАВ-25 с ОП-50 и ремкомплект РЗ-УЗК-50.

Годовая экономия от внедрения новой технологии составила 2600 чел. час/год. Производительность труда возросла в 2,5 раза, срок окупаемости дополнительных капитальных вложений 1,51 года.

Главный инженер учхоза
 "Лазурное"
 А. М. Тельфин.

К. т. н. доцент ТГАТА
 Е. В. Михайлов

УТВЕРЖДАЮ
Председатель КСП "Краснознаменское"

Д.И. Николаев
" а " _____ 1997 г.

УТВЕРЖДАЮ
Ректор ТГАТ профессор

Н.Л. Крыжачковский
_____ 1997 г.

А к т

внедрения результатов научно-исследовательских работ в производство

Мы, представители с-за "Краснознаменский" Красногвардейского района республики Крым в лице гл.инженера С.Е.Клочкова и инженера по ЭМТП А.С.Стукалова с одной стороны, и представителя академии в лице доцента Е.Михайлова с другой стороны, составили настоящий акт в том, что результаты научных разработок академии в виде материалов по обоснованию и расчету основных параметров машин и оборудования технологических линий для послеуборочной обработки зерна использованы при составлении задания на реконструкцию существующего зернокомплекса.

В одном из двух агрегатов ЗАВ-20 предложено установить ремкомплект Р8-УЗК-50 и в агрегате ЗАВ-40 - 2 ремкомплекта Р8-УЗК-50.

Во втором агрегате ЗАВ-20 предложено разместить отделение приема и временного хранения зерна ОП-50 и семеочистительную приставку СП-ЮА. Размещение указанных объектов в непосредственной близости от складских помещений и комбикормовой линии позволяет полностью механизировать процессы перемещения зерновых масс по зернокомплексу и обеспечить полнопоточную технологию послеуборочной обработки зерна.

Годовая экономия труда от внедрения новой технологии составляет 4200 чел.-час/год. Производительность труда возрастает в 2,2 раза, а срок окупаемости дополнительных капитальных вложений составляет 2,7 года.

Гл.инженер

С.Е.Клочков

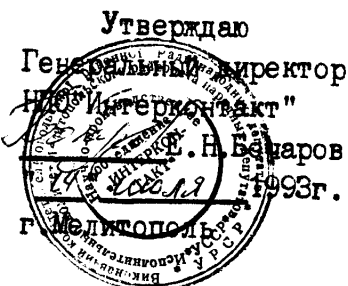
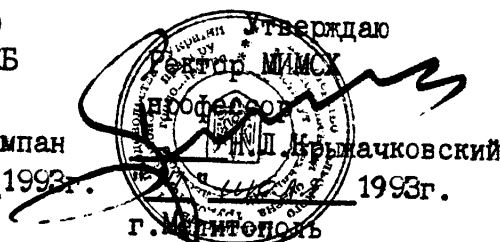
Инженер по ЭМТП

А.К.Стукалов

к.т.н., доцент

Е.В.Михайлов

У К Р А И Н А



А К Т

внедрения научно-исследовательских работ.

Мы, нижеподписавшиеся: ст. н. с. НПО "Интерконтакт" Михайлов Е. В., ассистент кафедры Детали машин и ПТМ МИМСХ Аблогин И. И. и зав. отделом сельхозмашин и товаров народного потребления ГСКБ по жаткам Михайленко Л. Т. составили настоящий акт в том, что представители ГСКБ приняли, а представители НПО "Интерконтакт" и МИМСХ передали техническое задание на разработку ворохоочистителя скальператорного типа для предварительной очистки вороха зерновых и семян трав.

Материалы исследований, представленные в техзадании /технологическая, принципиальная схемы; основные параметры и режимы технологического процесса работы ворохоочистителя / использованы при совместной разработке рабочих чертежей устройства. На основании выполненных работ изготовлен экспериментальный 3-х барабанный пневморешетный ворохоочиститель, снабженный диаметральной вентилятором конструкции Кировского СХИ /Авторы вентилятора: Н. П. Сычугов, А. И. Бурков и др./

Основными преимуществами разработанного устройства являются: простота конструкции; тихоходность решет; отсутствие знакопеременных нагрузок, колебаний и вибраций; малая металло-энергоёмкость; низкий шумовой эффект; создание условий наименьшего травмирования семян.

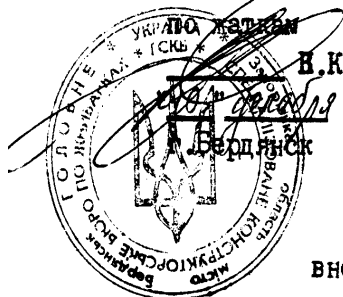
Зав. отделом
 ГСКБ по жаткам
 Л. Т. Михайленко
 "15" июля 1993г.

Ассистент кафедры
 Детали машин и ПТМ
 И. И. Аблогин
 "14" июля 1993г.

Ст. н. с. НПО
 "Интерконтакт"
 Е. В. Михайлов
 "14" июля 1993г.

У К Р А И Н А

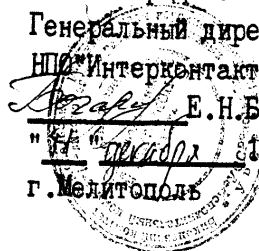
Утверждаю:
Начальник ГСКБ



В.К.Кумпан
1993г.

Утверждаю:

Генеральный директор
НПО "Интерконтакт"
Е.Н.Бочаров
1993г.
г. Мелитополь



А К Т

внедрения результатов научно-исследовательских работ

Мы, нижеподписавшиеся: ст.н.с. НПО "Интерконтакт" Михайлов Е.В., зам.директора по научной работе НПО "Интерконтакт" к.т.н.Тараненко Г.А. и зав.отделом сельхозмашин и товаров народного потребления ГСКБ по жаткам Михайленко Л.Т. составили настоящий акт в том, что в результате проведения научно-исследовательских работ по теме: "Создание универсального сепаратора для домолачивания, очистки и сепарации вороха семян трав и зерновых культур". и производственных испытаний сепаратора представители НПО "Интерконтакт" передали, а представители ГСКБ по жаткам приняли и использовали следующие результаты научных исследований и предложения по совершенствованию параметров и режимов работы универсального сепаратора:

1. Анализ конструкции универсального сепаратора вороха.
2. Физико-механические свойства и качественный состав семян трав в условиях южных районов Украины.
3. Диаметр отверстий для подсевных решет при очистке семян клевера розового и люперны принять равными 1,0мм.
4. Длину нижнего /подсевного/ решета увеличить в сторону выгрузного шнека очищенных семян с целью предотвращения попадания прохода с верхнего решета во фракцию очищенного материала.
5. Изменить геометрическое положение передней горизонтальной поперечины рамы сепаратора в зоне работы вентилятора обдува решет.
6. Увеличить расстояние окна выгрузки фракции подсева решет от уровня опорной поверхности сепаратора.
7. При уточнении геометрических параметров аспирационно-транспортной системы ограничить максимальное значение воздушного потока в пневмокамере в диапазоне 3,0...4,2 м/с в зависимости от аэродинамических свойств обрабатываемых культур.

- 2 -

8. Поперечное сечение пневмотранспортера отходов уменьшить с размеров 500x500 мм до 350x350 мм.

9. Тарировку положения воздушной заслонки аспирационной системы выполнить в соответствии с результатами проведенных исследований по изменению скорости воздушного потока в пневмосепарирующей камере.

Испытания проводились в семеноводческом хозяйстве- колхозе им.Ленина Бердянского р-на Запорожской области.

Зав.отделом

ГСКБ по жаткам

Л.Т. Михайленко Л.Т. Михайленко

"10" декабря 1993г.

ОТ НПО "Интерконтакт"

Зам.директора по науке

к.т.н. Г.А. Тараненко Г.А.Тараненко

с.н.с. Е.В. Михайлов Е.В.Михайлов

" " _____ 1993г.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

ІМЕСГ УААН вважає, що універсальний сепаратор вороху УСВ-0,5 готовий до постановки на виробництво.



Зам. директора
ІМЕСГ УААН

[Signature]
Н.С.Лінник

Зав. відділом сільгосп-
машин ГСМБ по жниварках

[Signature] Л.Т.Михайленко

Зав. відділом випробування
ГСКБ по жниварках

[Signature] В.М.Виливок

Ст.н.с. лабораторії збирання
зернових культур і насінників
трав ІМЕСГ УААН, к.т.н.

[Signature] І.Ф.Еременко

Зав. сектором ГСКБ по
жниварках

[Signature] В.П.Маслов

Затверджую
 Директор дочірнього підприємства
 "Туляйпільський механічний завод,
 "АТ Мотор-Січ,, Гуляйпільського району
 Запорізької області
 А.М. Семенюта
 14 вересня 2012р.
 МП



Затверджую
 Ректор Таврійського державного
 агротехнологічного університету
 проф. В.М. Кюрчев
 14 вересня 2012р.
 МП



АКТ


про впровадження результатів науково – дослідних робіт


Ми, що нижче підписалися, в.о. завідувача кафедри "Сільськогосподарські машини,, доцент Кольцов М. П., керівник наукової лабораторії "Технології і технічні засоби для рослинництва,, НДІ МЗПУ к.т.н. доцент Михайлов С. В., аспірант кафедри "Сільськогосподарські машини» Білокопитов О.О., інженер Задосна Н. О. з однієї сторони та головний інженер дочірнього підприємства "Туляйпільський механічний завод,, "ВАТ Мотор-Січ,, В. І. Гергец з другої сторони, склали дійсний акт про те, що в результаті науково-дослідної роботи за темою "Розробка наукових основ підвищення ефективності процесу післязбиральної обробки зерна» у відповідності до договору про творчу співдружність від 26 лютого 2009 р. представники дочірнього підприємства "Туляйпільський механічний завод,, "ВАТ Мотор Січ,, прийняли, а представники Таврійського державного агротехнологічного університету передали технічну документацію на розробку машини попереднього очищення зерна з замкненою повітряною системою


Матеріали досліджень представлені в технічному завданні - робочі креслення, технологічна та кінематична схеми, а також основні параметри та режими роботи технологічного процесу високопродуктивного сепаратора попереднього очищення зерна з замкненою пневматичною системою

Річний економічний ефект від впровадження одного сепаратора попереднього очищення зерна з замкненою пневматичною системою продуктивністю 10 т/год за попередніми розрахунками може скласти 11120 грн. при обсязі обробки зерна 1000 т.

Головний інженер
 дочірнього підприємства "Туляйпільський
 механічний завод,, "ВАТ Мотор-Січ,,
 В.о. завідувач кафедри
 "Сільськогосподарські машини,, ТДАТУ
 Доцент кафедри
 "Сільськогосподарські машини,, ТДАТУ
 Аспірант кафедри
 "Сільськогосподарські машини,, ТДАТУ
 інженер

 В. І. Гергец

 М. П. Кольцов

 С. В. Михайлов

 О. О. Білокопитов

 Н. О. Задосна

П Р И Л О Ж Е Н И Е К
Расчет технико-экономических показателей эффективности ПУОЗ
в учхозе ТГАТА

Расчет технико-экономических показателей эффективности ПУОЗ в учхозе ТГАТА

В качестве примера используем рассмотренные условия учхоза ТГАТА (см. раздел 6) и определим приведенные затраты для существующей и экспериментальной технологий (в ценах 2013 года).

По нашим расчетам, приведенные затраты для базового варианта

$$e_{\text{ек}}^{\text{б}} = 62,02 \times 4900 + 0,15 \times 957440 = 447940 \text{ грн.}$$

Приведенные затраты для экспериментального варианта:

$$e_{\text{ек}}^{\text{е}} = 54,85 \times 4900 + 0,15 \times 677440 = 340456 \text{ грн.}$$

Приведенные затраты по вариантам рассчитанные для общего сезонного валового сбора зерна $Q_{\text{сез}}=4900\text{т}$. Итак, на одну тонну обрабатываемого материала приведенные затраты будут составлять:

$$e_{\text{ир}}^{\text{б}} = 75,02 \text{ грн.} \quad \text{и} \quad e_{\text{ир}}^{\text{е}} = 66,52 \text{ грн}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$E_{\text{р}} = (I_{\text{ек}}^{\text{б}} - I_{\text{ек}}^{\text{е}}) \times Q_{\text{сез}} \quad (\text{K1})$$

где, $I_{\text{ек}}^{\text{б}}$, $I_{\text{ек}}^{\text{е}}$ – эксплуатационные затраты на единицу труда, произведенного в условиях базового и экспериментального вариантов, грн;

$Q_{\text{сез}}$ - максимальный годовой объем обрабатываемого зерна при экспериментальном варианте, $Q_{\text{сез}}=6000\text{т}$.

Срок окупаемости определяется как отношение¹ (лет):

$$T = \frac{K_2 - K_1}{I_{\text{ек}}^{\text{б}} - I_{\text{ек}}^{\text{е}}} \quad (\text{K2})$$

где, K_1, K_2 - соответственно капитальные вложения по базовому и экспериментальному вариантам.

$$T = \frac{957440 - 677940}{447940 - 370456} = 3,62 \text{ року}$$

¹ Промежуточные расчеты для определения $I_{\text{ЭК}}^{\text{б}}, I_{\text{ЭК}}^{\text{е}}$, и K_1, K_2 не приведены