

Министерство образования и науки Республики Казахстан

Павлодарский государственный университет  
им. С. Торайгырова

**К.Ш.Арынгазин, А.И.Изтаев, Б.О.Джанкуразов**

**Научно-практические основы  
технологического проектирования  
зерновых элеваторов  
с элементами САПР**

монография

Павлодар  
Кереку  
2010

**УДК 664.724:658.512.011.56**

**ББК 36.821-05**

**А 89**

**Рекомендовано к изданию Ученым советом АГУ  
и Республиканским учебно-методическим объединением при  
АГУ МОН РК**

**Рецензенты:**

**А.В.Витавская** - доктор технических наук, профессор, заведующая проблемной лабораторией по созданию продуктов нового поколения;

**Н.О.Онгарбаева** - доктор технических наук, профессор кафедры «Технология хлебопродуктов» АГУ.

**К.Ш.Арынгазин, А.И.Изтаев, Б.О.Джанкуразов**

**А89** Научно-практические основы технологического проектирования зерновых элеваторов с элементами САПР: монография, Павлодар: Кереку, 2010. – 172 с.

Данная монография является результатом научно-исследовательской работы, посвященной совершенствованию методов технологического проектирования зерновых элеваторов с использованием элементов систем автоматизированного проектирования (САПР).

Предназначена для студентов, магистрантов, докторантов и преподавателей технологических вузов, научных работников, а также для проектировщиков и специалистов системы хлебопродуктов.

**УДК 664.724:658.512.011.56**

**ББК 36.821-05**

**ISBN**

©К.Ш.Арынгазин и др., 2010

© ПГУ им. С. Торайгырова, 2010

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемая вниманию читателей книга является первым монографическим трудом, в котором предложена методика технологического проектирования предприятий по хранению и обработке зерна, в частности, зерновых элеваторов с использованием элементов систем автоматизированного проектирования (САПР).

Предложена структура методического, программного информационного, технического и организационного обеспечения САПР предприятий по хранению и обработке зерна (ПХОЗ), ориентированная на современные средства вычислительной техники.

Рассмотрены структурная модель технологии автоматизированного проектирования предприятий по хранению и обработке зерна, методики определения уровня автоматизации проектных работ в проектной организации системы хлебопродуктов, расчета численности персонала, энергоемкости элеватора с использованием современных информационных систем и технология выполнения рабочих чертежей элеватора с использованием компьютерной графики.

Монография написана с учетом многолетнего опыта проектирования предприятий по хранению и переработке зерна на кафедре «Хранение зерна и комбикормов» Московского государственного университета пищевых производств, в ЦНИИ-промзернопроект (г. Москва), ГосНИИСредазпромзернопроект (г. Алматы), на кафедрах «Технология хлебопродуктов» Алматинского технологического университета и «Технология продовольственных продуктов и защита окружающей среды» Павлодарского государственного университета им. С. Торайгырова.

Разработанная авторами методика технологического проектирования зерновых элеваторов с элементами САПР и технология автоматизированного проектирования предприятий по хранению и обработке зерна позволит сократить сроки проектирования, оптимизировать технологический процесс элеватора, обеспечивающий существенное сокращение эксплуатационных затрат и повышение качества хранения зерна.

Работа над книгой распределилась между авторами следующим образом: главы 1, 2 написаны К.Ш. Арынгазиным при участии А.И. Изтаева и Б.О. Джанкуразова, предисловие, введение, главы 3, 4, 5 и 6 написаны К.Ш.Арынгазиным.

## ВВЕДЕНИЕ

Борьба с потерями зерна является одним из основных направлений обеспечения продовольственной безопасности страны.

В монографии вопросам борьбы с потерями зерна отводится одно из центральных мест, рассматривая повышение эффективности функционирования производственной системы (ПС) зерновых элеваторов, обеспечивающей прием, послеуборочную обработку, хранение и отгрузку товарного зерна потребителям на основе обоснования нормативных технологических параметров и совершенствования методов технологического проектирования зерновых элеваторов с использованием современных информационных систем, как составной части решения проблемы.

Ведущая роль в развитии науки и техники элеваторно-складского хозяйства принадлежит профессору Д. В. Шумскому. Он первым в 1927г. теоретически обосновал и разработал метод расчета производственных процессов в элеваторно-складском хозяйстве – метод, получивший применение в практике под названием «оперативный расчет элеваторов».

Основные идеи оперативного расчета элеватора Д.В. Шумский опубликовал в 1932г., которые были развиты в работах ученых МГУПП, ВНИИЗ, ОТИПП, ЦНИИПЗП, ГосНИИСредазпром-зернопроект, АТУ, ПГУ им.С.Торайгырова.

Исследования, связанные с совершенствованием методов технологического проектирования элеваторов велись в 70-90 годы с использованием вычислительных средств того времени и за последние два десятилетия, если не считать работ авторов, новыми результатами не пополнялись [1-4].

Научные и экспериментальные исследования в этом направлении были продолжены в Павлодарском государственном университете им. С.Торайгырова и Алматинском технологическом университете в рамках инициативно-поисковой темы «Научно-практические основы технологического проектирования зерновых элеваторов с использованием современных информационных систем» и бюджетной программы 042 «Прикладные научные исследования в области АПК» по теме 06.01.01.02 «Разработка ресурсосберегающих технологий и оборудования для зерноперерабатывающих и пищевых предприятий» под научным руководством д.т.н. профессора, академика НАН РК Изтаева А.И., д.т.н. профессора академика НАЕН РК Джанкуразова Б.О., к.т.н., профессора Арынгазина К.Ш.

Обобщение накопленного опыта, развитие средств вычислительной техники способствовали созданию новой методики технологического проектирования зерновых элеваторов на основе разработки компонентов методического, программного, информационного, технического и организационного обеспечения САПР-ПХОЗ, ориентированной на современные персональные компьютеры.

## **1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **1.1 Роль зерновых элеваторов в обеспечении продовольственной безопасности страны**

Производство зерна в Казахстане является стратегической отраслью. В мировом производстве зерна пшеница занимает около 30% и дает почти 20% всех пищевых калорий для населения земного шара. Пшеница является основным продуктом в 53 странах мира, в том числе и в Республике Казахстан. Зерновые культуры в земледелии по размерам посевных площадей и валовому сбору превосходят все остальные сельскохозяйственные культуры.

Данные показывают, что Казахстан может не только полностью удовлетворять собственные потребности в зерне, но в дальнейшем и конкурировать на мировом рынке (таблица 1) [5-9].

Таблица 1 - Экспорт продукции, в млн. долларов США

За период	Зерновые хлеба	Продукция мукомольно-крупяного производства
2003	564,6	59,7
2004	440,4	98,6
2005	240,8	147,5
2006	166,4	66,2

Преимущество Казахстана в области зернового производства складывается из объемов пахотных земель, запасов водных ресурсов; природно-климатических условий, позволяющих выращивать высококачественное и экологически чистое зерно; относительно низкой, по сравнению с крупнейшими странами-экспортерами, стоимости ресурсов (энергии, земли, рабочей силы); территориальной близости Казахстана к важным и растущим рынкам сбыта, таким как страны Центральной Азии, Среднего и Ближнего Востока, Южной Европы, Северной Африки.

Эти факторы для Казахстана носят стратегический характер, и, учитывая предоставленные природой возможности, в случае успешного развития экономики, в перспективе, можно будет ставить зерно в один ряд с такими экспортными товарами, как нефть, газ, металл и электроэнергия. При этом надо учитывать, что зерно является ежегодно возобновляемым ресурсом.

Возможность длительного хранения и транспортабельности зерна определяют его ведущую роль в создании стратегических запасов продовольствия и ведущая роль в создании и хранении таких запасов отводится элеваторам, которые осуществляют две функции: технологическую – преобразование разрозненных потоков зернового сырья, поступающего от производителей, в товарные, относительно выровненные по качеству, партии и экономическую – продвижение товара на внутреннем и внешнем рынках.

Научно-обоснованный прогноз и техническая политика развития заготовительных элеваторов строится на анализе основных показателей производства и использования зерна в целом по республике и регионам.

Эффективность производства зерна связана с объемами вложенных средств и в тоже время она в значительной степени зависит от погодных условий и стихийных бедствий.

В таблице 2 приведены усредненные показатели по периодам лет, характеризующих колебания исследуемых показателей по годам.

Таблица 2- Основные показатели производства зерна в Казахстане

Годы	Посевная площадь, млн. га	Урожайность, ц/га (в среднем)	Валовой сбор, млн. т
2000	12,44	9,4	11,57
2001	13,18	12,2	15,89
2002	14,00	11,5	15,96
2003	13,86	10,8	14,78
2004	14,26	8,8	12,37
2005	14,83	10,0	13,78
2006	14,81	10,0	16,51
2007	15,41	11,7	20,14
2008	15,16	14,7	17,03

Из таблицы 2 видно насколько динамично по годам меняются показатели производства зерна в целом по республике и насколько существенны их колебания. Еще большие колебания показателей, характеризующих производство зерна, можно наблюдать на уровне отдельных регионов республики.

Большая протяженность территории Казахстана, разнообразие природно-климатических условий, неравномерность распределения производства и потребления зерна порождают проблему размещения

посевных площадей в стране и регулирование структуры посевов под определенные культуры.

Четыре зерновые культуры (пшеница, ячмень, овес и рожь) занимают свыше 90% посевных площадей, а оставшаяся часть пашни делится между крупяными (просо, гречиха и рис) культурами. Посевная площадь под пшеницей в течение последних лет колеблется незначительно – от 10,11 до 12,89 млн. га, посевная площадь под рожь увеличилось в полтора раза, под ячмень увеличилась незначительно (1%), под овес снизилась на 11,3 %, а посевные площади под просо снизились почти вдвое.

Доля пашни, отведенная под пшеницу, за последние 8 лет увеличилась с 81,2 до 83,6%. За этот период валовой сбор пшеницы увеличился на 74%.

Основная часть производства зерна сконцентрирована в северном Казахстане (Акмолинская, Кустанайская, Северо-Казахстанская области), где получают три четверти валового сбора зерна и зернобобовых культур.

Общепринято, что уровень абсолютного и душевого производства зерна, размер переходящих запасов, характеризуют не только эффективность агропромышленного производства, но и уровень жизни населения, экономическое могущество государства и его продовольственную безопасность.

За весь обследованный период (1970-2008 гг.) в 1978 г. в республике было произведено зерна 946 кг на душу населения, в 2001 и 2002 годах соответственно 1072 и 1076 кг, в 2007 г. – более 1300 кг на душу населения.

Показатель среднедушевого производства зерна (кг/чел.), в отличие от предыдущих, имеет норму. Согласно мировым нормативам производство 1 т зерна на человека в год покрывает все потребности страны: населения в продовольствии, животноводства в кормах, промышленности в сырье и сельского хозяйства в семенах. При этом уровне производства переходящие и страховые запасы обеспечивают её продовольственную безопасность.

## **1.2 Влияние количественно-качественных параметров поступающего зерна на технологию его хранения**

На хлебоприемные предприятия Северного Казахстана ежегодно поступает зерно с различной влажностью и засоренностью. Содержание влаги и сорной примеси оказывает большое влияние на технологию после уборочной обработки и хранения зерна [10-19].

Сочетание величин влажности и температуры поступающего зерна решающим образом определяет не только технологию послеуборочной обработки зерна, но и интенсивность физико-химических и физиологических процессов в зерновой массе и её стойкость при хранении.

Анализ данных о поступлении зерна на хлебоприёмные предприятия и элеваторы показывает на неоднородность поступающих партий по влажности, температуре и засорённости.

Зерно сухое и средней сухости, это пшеница с влажностью от 12 до 15,5%, которое не требует сушки. Важнейшим фактором, характеризующим зерновую массу, является влажность поступающего на обработку зерна. Повышение расчетной влажности зерна лишь на 1 % (с 20 до 21 %) обуславливает необходимость увеличения сушильной мощности около 10 % по данным А. В. Гудилина, В.Б.Фейденгольда [20].

Наиболее важным с позиции организации послеуборочной обработки зерна и последующего хранения является поток влажного зерна, от которого зависят общие проблемы хранения зерна

Многолетние наблюдения показывают, что максимальное число партий приходится на долю влажного зерна, связанных с естественно-климатическими условиями возделывания зерновых в Казахстане.

Для эффективной организации послеуборочной обработки, сушки и надёжного хранения зерна необходимо знать с какой частотой и оптимальной массой влажное зерно поступает с фермерских хозяйств.

Наиболее интенсивное поступление зерна в основных районах его возделывания происходит с 1 по 25 сентября, а в непогоду поступление зерна продолжается до 30 сентября.

Как правило, хлебоприёмные предприятия и элеваторы (филиал ТОО «Астаналык сервис», ТОО «Иволга-Холдинг», ОАО «Колос», ОАО «Мамлютский мукомольный комбинат») работают в условиях значительных перегрузок приёмных линий урожая, в связи одновременным поступлением партий зерна, требующих неотложной обработки.

Начало пробного обмолота зерна в фермерских и крестьянских хозяйствах начинается с 15 августа, а первые партии нового урожая на хлебоприёмные элеваторы и предприятия начинают поступать с 25 августа.

Априори практики заготовок показывает, что прием, очистка, сушка и обработка зерна в потоке связана со значительными

перегрузками технологических линий. Перегрузки могут быть следствием многих факторов.

Поставка из-под комбайнов зерна, которое имеет высокий уровень влажности и засоренности, приводит к значительному снижению производительности транспортного оборудования, зерносушилок и зерноочистительных машин предприятия (влажность 30 % и более, сорность до 15 %, а в Северном Казахстане – до 40 %). В дни ненастной погоды весь поток урожая идет неочищенным на элеватор, так как при высокой влажности зерновой массы механизированные токи не обеспечивают эффективную подработку зерна. Это обусловлено тем, что самотеки, ввиду не достаточности углов наклона, не обеспечивают гравитационный транспорт, соответственно нет возможности просушить зерноотходы, что, и приводит к сдаче неочищенного зерна.

В связи с выпадением осадков в течение дня на предприятии приходится менять план размещения зерна с учётом наличия технологических линий и участков (таблица 3).

Таблица 3 – Направления машин на разгрузочные устройства

№	Разгрузочные устройства	Содержание влаги и сора (в %)	Режим хранения
1	Элеватор	влажность - до 15,5 (пшеница)	в сухом состоянии
2	Элеватор	влажность - 19,0-22,0 (пшеница), сорность - более 2,0	временное хранение
3	Элеватор	влажность - до 15,5 (пшеница)	в сухом состоянии
4	Элеватор	влажность - 15,5-19,0 (пшеница)	хранение с активным вентилированием
5	СОБ-1	влажность - более 22,0 (пшеница), сорность - более 12,0	присушильные хранилища
6	СОБ-2	влажность - 15,5-22,0 (пшеница)	присушильные хранилища
7	СОБ-3	влажность - до 15,5 (ячмень)	в сухом состоянии
8	Механизованная вышка	влажность - более 15,5 (семена)	хранение с активным вентилированием

Из данных таблицы видно, что технологу предприятия требуется принимать ответственные решения по послеуборочной обработке зерна в условиях дефицита времени, ограниченных возможностей отдельной обработки зерна с целью формирования однородных партий.

От того, с какими показателями качества поступает на элеватор свежееубранное зерно, зависит дальнейшая схема послеуборочной обработки. Если свежееубранное зерно соответствует влажности

сухому или средней сухости зерну, то оно, в соответствии с «Правилами организации и ведения технологического процесса на элеваторах и хлебоприёмных предприятиях», вполне может быть размещено в силосах. Однако если учесть, что эти партии зерна имеют различную температуру (градиент температуры в течение суток может составлять до 14 и более градусов, а иногда и с переходом через ноль градусов), то вероятность активизации физико-химических, физиологических процессов на границах раздела размещаемых партий зерна очень высока. Как правило, ежегодно до 80 и более % зерна на элеваторы поступает в сыром и влажном состоянии. Значительная часть этих партий зерна размещается в силосах, элеваторах и присушильных складах напольного хранения с последующей сушкой на зерносушилках. «Правилами организации и ведения технологического процесса на элеваторах и хлебоприёмных предприятиях» разрешается накопление такого зерна массой 6000-10000 тонн. Оперативное хранение зерна с такой влажностью при отсутствии информации о закономерностях формирования насыпи внутри хранилища при загрузке и выгрузке, а также при поточном режиме, неизбежно приведёт к самосогреванию и значительным потерям зерна. Для прогнозирования тепло-влажностного режима зерновой массы в хранилищах при размещении зерна в силосах важно знать качество, частоту и максимальную массу поступающего зерна.

Максимальная партия влажного зерна, наиболее часто поступающего на элеватор ТОО «Иволга-Холдинг», составляет 210 тонн.

Следовательно, направление трех партий влажного зерна в одну оперативную присушильную емкость обеспечивает полную загрузку силоса вместимостью 540 тонн.

Для больших партий (свыше 1000 тонн) частота минимальная. Для влажного зерна среднее значение 648 тонн, среднее квадратичное отклонение –320,6 тонн, коэффициент вариации – 49,5 %. В то же время, при подготовке больших партий зерна, 1000 тонн и более возникает вероятность догрузки освободившейся части силоса зерном из той же партии влажного зерна. Последствия таких технологических решений проявляются не сразу, а как правило, только после завершения уборочной страды.

Закономерность изменения суточного поступления зерна с влажностью от 14,5 до 17 % описывается экспоненциальным законом. По данным проверки получена экспоненциальная зависимость:

$$y = c + ae^{-bx}, (a = 36,65; b = 0,0062; c = 1,82) \quad (1)$$

Тогда уравнение имеет вид:  $y = 1,82 + 36,65e^{-0,0062x}$ . Этот поток зерна с влажностью свыше 17 %.

За период наблюдения наибольшая частота поступления сырого зерна составляет 210 тонн, наименьшая – 1600 тонн.

Для сырого зерна среднее значение потока составило 400,8 т., среднеквадратичное значение потока – 192,6 тонн, коэффициент вариации – 48,0%.

Математическая обработка закономерности изменения суточного поступления сырого зерна проводится аналогично, как для влажного зерна и описывается уравнением:

$$y = c + ae^{-bx}, (a = 33,5; b = 0,0035; c = 0,0648) \quad (2)$$

На сегодня в сельском хозяйстве имеются механизированные зерноочистительные и зерноочистительно-сушильные площадки, которые дают возможность уменьшить поступление на хлебоприемные предприятия сорного зерна [16, 20-25].

Различие в засоренности зерна предопределяет разную степень влияния сорной примеси на стойкость зерновых масс. Очистка поступающих партий от сорных примесей является важнейшей операцией послеуборочной обработки свежесобранного зерна [18, 19, 26-29].

Поступление чистого зерна описывается экспоненциальным уравнением

$$y = c + ae^{-bx}, (a = 23,58; b = 0,0032; c = -0,417) \quad (3)$$

Окончательно уравнение примет вид:  $y = -0,417 + 23,58e^{-0,0032x}$ .

Поток пшеницы средней чистоты, содержащей сорную примесь от 1 до 3%, формируемый до обработки на хлебоприемном предприятии, способствует эффективной очистке зерна от примесей.

Анализ поступлений зерна пшеницы средней чистоты на ТОО «Иволга-Холдинг» показывает значительное колебание. За период наблюдений с 1999 по 2002 гг. среднее значение потока зерна средней чистоты составило 495 тонн, среднеквадратическое отклонение – 234 тонны и коэффициент вариации – 47,2%. Экспоненциальное уравнение, описывающее зависимость изменения суточного поступления потока зерна средней чистоты (аналогично рассмотренному выше случаю для чистого зерна), имеет вид

$$y = c + ae^{-bx}, (a = 13,64; b = 0,00088; c = -2,955) \quad (4)$$

$$\text{или } y = -2,955 + 13,64e^{-0,00088x}$$

Партии зерна пшеницы, содержащие сорную примесь свыше 3%, требуют своевременного проведения очистки зерна на хлебоприемных предприятиях.

Кроме дикорастущих и сорных семян, в нее (сорную примесь) включают зерно других культур, которые не используются как зерно основной культуры. Сорное зерно обладает высокой сорбционной способностью, быстро поглощает влагу из воздуха, и накапливает ее в больших количествах, чем основное зерно [19,26,27,30,31]. Поступления потока сорного зерна показывают, что партии зерна весом от 210-415 тонн имеют наибольшую частоту поступления. Следовательно, при вместимости силосного хранилища 540 тонн в нем размещаются от 2-3 партий, соответственно образуются двух- или трехслойная насыпь зерна. В силосах сборной конструкции количество слоев насыпи могут составлять от 5 до 10 и более. Установление особенностей развития термодинамических процессов при таком раскладе больших масс зерна по высоте силоса имеет важное научное и прикладное значение. В практике хранения зерна количество партий, размещающихся слоями, может достигать 50 и более.

Среднее значение потока сорного зерна – 542,6 тонн, среднеквадратическое отклонение – 222,4 тонн, коэффициент вариации – 40,98 ~40,1 % для потока сорного зерна (свыше 3 %) выявлена закономерность его суточного поступления, которая также описывается экспоненциальным уравнением [32]:

$$y = c + ae^{-bx}, (a - 28,525; b = 0,0016; c = -1,35) \quad (5)$$

$$\text{или } y = -1,35 + 28,525e^{-0,0016x}$$

Прием зерна с автомобильного транспорта на элеваторной линии осуществляется с помощью универсальных автомобилеразгрузчиков. В каждом приемном устройстве имеются один или два приемных транспортера, которые обеспечивают прием (2-4) разнородных партий зерна.

Очистка является одной из важных операций обработки зерна в потоке. На основе данных о характеристиках поступающего зерна по сорной и зерновой примеси обязательно проведение операций очистки. Поэтому принимаемое зерно полностью направляется на очистку. Характеристики входных данных поступающего на прием зерна определяют эффективность работы зерноочистительных машин. Для установления требуемой мощности зерноочистительных машин, кроме объемов сорного и средней чистоты зерна необходимо также

определить кратность очистки зерна. Ограничительными кондициями предусмотрено, что содержание сорной примеси в зерне должно быть не более 2 % и зерновой не более 5 %, а базисными – сорной примеси не более 1 % и зерновой – не более 2 %. При однократном пропуске зерна через сепаратор, фактически удаляется всего лишь 43 % первоначального содержания сорной и 25 % зерновой примеси для зерна с влажностью до 17 %.

Результаты определения кратности очистки зерна на зерноочистительных машинах по экономическим регионам Казахстана показывают, что доведение до базисной кондиции по сорной примеси требуют не менее двукратной очистки поступающего зерна. По экономическим районам наибольшая кратность очистки зерна приходится на южный, восточный и западный Казахстан. Это предопределяет необходимость выделения оперативных емкостей для формирования партий зерна с последующей его очисткой до требуемых кондиций после основного периода уборки урожая. Практика промышленного хранения показывает значительные расхождения пропускной способности приёмных устройств с различных видов транспорта и эксплуатационными производительностями зерноочистительных машин хлебоприёмных элеваторов, а также между последними и основными норями, конвейерами (надсилосные, подсилосные). В связи с этим зерноочистительные машины, как при внешних операциях, так и при внутренних перемещениях зерна резко снижают производительность технологических операций, и это приводит к накоплению и временному хранению в оперативных емкостях (до месяца и более) сорного и влажного зерна и количественным и качественным потерям.

Анализ исследований зерна, поступающего на элеваторы Казахстана, установил колебания средних значений по сорной и зерновой примеси [23, 33].

Сушка зерна является лимитирующим пропускной способности поточных линий хлебоприёмных элеваторов в районах возделывания зерна. Климатические условия региона, года заготовок определяют соотношение зерна сухого и средней сухости или влажного и сырого. В связи с этим поступающее зерно по влажности бывает однородным и смешанным. Однородный поток по влажности делится на зерно чистое, сухое и средней сухости, а также влажное и сырое. Смешанный поток представляет собой чередующийся ряд зерна сухого и влажно-сырого состояния. Однако в течение суток температура каждого из этих потоков зерна не может быть

однородной, т.к. в период заготовок суточные колебания температуры достигают разности в 10-14 раз и нередко с переходом через 0°C.

Активное вентилирование проводится с целью освежения воздуха межзерновых пространств, охлаждения зерновой массы при обнаружении очагов самосогревания, перевода зерна на зимние режимы хранения, а также с целью снижения его влажности. Эта технологическая операция проводится без перемещения в силосах и складах при помощи установок для активного вентилирования. Накопление зерна на эту технологическую операцию происходит крайне неравномерно. Наблюдается некоторое увеличение поступления зерна с влажностью 16,0-18,0 % во второй половине периода заготовок. В целом за заготовительные периоды наблюдается повышенное поступление зерна, требующего активного вентилирования.

На основе изучения темпов суточного накопления зерна по технологическим операциям поточных линий хлебоприемного элеватора выявлен объем операций по послеуборочной обработке зерна.

Поточные линии должны быть гибкими и взаимозаменяемыми, что позволит при необходимости решать возникающие производственные задачи. При отсутствии возможностей очистки или сушки зерна в потоке, процесс обработки организовывается по стадиям: сначала выполняется выгрузка, очистка и складирование с последующим активным вентилированием, затем очистка и сушка зерна.

Исследования и анализ этих данных дают нам возможность правильного использования технологического и транспортного оборудования с учетом имеющихся масс и их режимов работы, а также прогнозировать закономерности формирования структуры и тепловлажностного режима зерновой насыпи в оперативных бункерах и силосных хранилищах.

Для выявления процентного соотношения объема влажного и сырого зерна по областям Казахстана использовались данные за период более 35 лет заготовок [23,33,34].

Периоды заготовок характеризуются наибольшими поступлениями влажного зерна, при этом по северным областям Казахстана – 85,8 %, в центральных районах – 69,5 %, из них 34,2 % с влажностью выше ограничительных кондиций, в восточном – 39,9 %, по остальным областям – несколько меньше [33].

За последние годы результаты изучения изменения засоренности поступающего зерна показывают, что наблюдается тенденция в сторону увеличения [20,25,33,34].

При этом наибольшее количество сорного зерна приходится на северные и центральные регионы Казахстана (от 34 до 43 %), наименьшие - западные и восточные регионы (23,6-22,8 %). По сорной примеси в объёме заготовок зерна лидируют южные регионы Казахстана [26,33].

Наряду с качественным состоянием зерновой массы, обусловленной её влажностью, температурой, наличием сорной и зерновой примеси, важное значение имеет и заражённость вредителями хлебных запасов. Огромной и разнообразной представлена фауна амбарных вредителей.

Многие виды вредителей, наносящие ущерб сельскохозяйственным продуктам во время хранения, широко распространены по земному шару, например разные виды мучных хрущаков. Другие, такие, как клещи, более характерны для районов с умеренным климатом.

Фауна вредителей зерна, муки, крупы и других зерновых продуктов насчитывает несколько десятков видов насекомых и клещей.

Условия обитания для представителей группы вредителей хлебных запасов существенно отличаются от условий жизни насекомых и клещей, повреждающих сельскохозяйственные растения. Отличия заключаются в том, что зерновая масса, являясь основной средой обитания, хранится в закрытых помещениях. Благодаря низкой теплопроводности и влажностепроводности в зерновой массе не наблюдается резких колебаний температуры и влажности. Обычно в зерновых продуктах перед закладкой на хранение снижают содержание влаги. Зерно – сыпучий продукт. Являясь средой обитания, оно в то же время представляет отличную пищу для насекомых. В местах хранения сельскохозяйственной продукции, как правило, слабое освещение. В результате жизни в таких условиях насекомые и клещи, относящиеся к различным систематическим единицам, выработали ряд общих признаков, которые позволяют объединить их в одну группу вредителей хлебных запасов [35-38].

Большинство представителей этой группы характеризуется отсутствием диапаузы – состоянием относительного покоя, во время которого резко замедлены процессы обмена веществ. Это состояние обычно для насекомых и клещей, живущих в поле, оно помогает им переносить суровые условия зимы.

Благодаря отсутствию диапаузы насекомые и клещи, обитающие в хранилищах, при благоприятных условиях могут размножаться и вредить круглый год.

Большинство представителей рассматриваемой группы вредителей отличается коротким периодом онтогенетического развития от яйца до имаго, что позволяет им давать несколько поколений в год.

Взрослые самки и самцы многих видов вредителей живут более года и характеризуются высокой плодовитостью. Одна самка некоторых видов насекомых способна за свою жизнь отложить более тысячи яиц.

Высокая плодовитость и быстрое развитие обеспечивают при оптимальных условиях жизни катастрофически быстрое нарастание численности популяции насекомых и клещей.

Большинство насекомых нетребовательно к влажности среды обитания, а некоторые виды мучных хрущаков могут размножаться в муке с влажностью около 1 %.

Однако большинство вредителей, особенно из класса насекомых, не может нормально существовать при температуре среды ниже 15°C.

Вредители хлебных запасов приспособились к жизни в условиях сыпучей массы зерна. Большинству из них свойственно явление танатозы, т.е. замирания. При механическом раздражении вредители поджимают ноги и усики и притворяются мертвыми. Это спасает насекомых и клещей от механических повреждений во время пересыпания зерна. Как правило, все насекомые, обитающие в межзерновом пространстве, имеют твердый хитиновый покров. Мягкие личинки долгоносиков, точильщиков, некоторых бабочек развиваются внутри зерна и тем самым спасаются от травм.

Среди групп вредителей хлебных запасов встречаются виды, которые могут успешно жить как в поле, так и в хранилище (например, некоторые виды мукоедов и бабочек). Есть виды, которые, начав свое развитие в поле, заканчивают его в хранилище (гороховая зерновка). Отдельные виды в период созревания зерновых культур заражают их в поле, но в остальное время обитают в местах хранения продуктов (рисовый долгоносик, зерновой точильщик, зерновая моль). И, наконец, фауна вредителей запасов представлена видами, которые навсегда связали свое существование с хранящейся продукцией. Типичным представителем такого вида является амбарный долгоносик, который в процессе регрессивной эволюции потерял вторую пару крыльев и не способен летать.

Большинству вредителей хлебных запасов присущ отрицательный фототаксис. Насекомые и клещи этой группы боятся яркого света и прячутся в зерновой насыпи, щелях хранилищ и в других местах.

Потенциально вредители хлебных запасов могут повреждать различные виды продуктов, но возможность их заселения и распространения в данной стране или в данном районе обычно определяют климатические факторы.

Потери, вызываемые насекомыми и клещами, проявляются в снижении урожая и ухудшении качества продуктов при хранении. Эти потери не одинаковы для различных продуктов и разных стран. Общую оценку ущерба, наносимого насекомыми по всему миру, дать трудно. Организация объединённых наций по вопросам продовольствия и сельского хозяйства (ФАО) считает, что ежегодно вредители уничтожают более 5 % мирового сбора зерновых, бобовых и масличных культур.

Однако, несмотря на наличие значительного количества работ [39], направленных на установление ущерба наносимого вредителями зерну, недостаточно исследованы вопросы, связанные с направленной мобильной миграцией вредителей в застойной зоне или участках зерновой насыпи с повышенной физиологической активностью [40-42].

Наряду с перечисленными факторами, влияющими на устойчивость зерна при хранении, важную роль играет и микрофлора зерновой насыпи.

Использование современных прогрессивных агротехнических приёмов возделывания зерна колосовых на основе интенсивных технологий, с применением селективных гербицидов и обеспечение надлежащих условий размещения зерна на токах является основой обеспечения сохранности зерна без потерь и повышения его качества.

Таким образом, исследования количественно-качественных характеристик поступающего зерна и работы технологических линий (прием, очистка, сушка, активное вентилирование, внутренние перемещения и формирование партий) показывают, что тепловлажностный режим в хранилищах определяется ритмами и качественными характеристиками поступающего зерна.

Неблагоприятные факторы (повышенная относительная влажность воздуха более 80 %, туманы, дождь, мокрый снег, изморозь, град) оказывают влияние на продолжительность периода заготовок и качество поступающего зерна на хлебоприёмные элеваторы.

Эффективно управлять технологическими процессами послеуборочной обработки, операциями внутренних перемещений зерна можно исходя из уточненных количественно-качественных характеристик и ритма поступления зерна, от которых так же зависят параметры технологического проектирования зерновых элеваторов.

### **1.3 Технологические мероприятия, обеспечивающие повышение качества технологических свойств зерна и его стойкость при хранении**

Внутренние перемещения зерна, осуществляются с целью формирования партий, повышения качества технологических свойств зерна и его стойкости при хранении [43,44]. На хлебоприемных элеваторах внутренние перемещения зерна решают следующие задачи:

- очистка зерна на зерноочистительных машинах, сушка с целью доведения его до требуемых кондиций в зависимости от назначения (для отпуска на производство, закладки на длительное хранение, экспорт и т.п.);
- обеззараживание отдельных партий зерна;
- охлаждение зерна с целью понижения температуры перед закладкой на длительное хранение;
- формирование зерна в производственных элеваторах при подготовке помольных партий;
- определение массы хранящегося зерна при инвентаризации;
- освобождение части силосов для приёмки новых партий зерна;
- транспортирование зерна для его инвентаризации или отгрузки.

Объемы внутренних перемещений зерна, как технологическое мероприятие, обеспечивающее стойкость зерновой массы при хранении устанавливается на основе производственной необходимости. Транспортно-технологические операции, связанные с внутренними перемещениями зерна, должны работать в режиме, обеспечивающем щадящее воздействие на зерно.

В соответствии с «Нормами технологического проектирования хлебозаготовительных предприятий и элеваторов» к внутренним операциям относятся:

- а) подача зерна в емкости (надсепараторные, надсушильные, специализированные отпускные емкости, оборудованные для дезинсекции зерна и на производство);

б) транспортирование зерна из емкостей подсепараторных (очищенное зерно), подсушильных (просушенное зерно), зерна, подвергнувшегося дезинсекции;

в) проветривание зерна, подсортировка;

г) внутреннее перемещение из силоса в силос;

Анализ «Правил организации и ведения технологического процесса на элеваторах и хлебоприемных предприятиях» [45] и в частности раздела № 4. «Обработка зерна на хлебоприемных элеваторах» показал следующее:

Организация работы технологических линий (п. 4.7.) через накопительные емкости с целью формирования партий по типам, сортам и др., вследствие неравномерности поступления зерна приводит к вынужденному увеличению сроков оперативного хранения послойно размещаемых партий необработанного зерна. Количество влажного и сырого зерна, размещаемой в накопительных емкостях ограничивается массой не более трех - пятисуточной производительности зерносушилок (п. 4.7.3.), что составляет 6000 - 10000 тонн. В тоже время, при плановых остановках сушилок, связанных с переходам на сушку других культур, на ежедекадный текущий ремонт, профилактику или устранение технологических отказов оборудования, на любом этапе внутреннего перемещения может возникнуть необходимость приостановки процессов, которые связаны с догрузкой силоса новой партией зерна, частичным опорожнением силосов или его эксплуатации в проточном режиме. Данный пункт не раскрывает влияния выгрузки, догрузки, а также эксплуатации его в проточном режиме на изменения термодинамических процессов, связанных с послойным размещением, разрыхлением структуры движущегося потока.

Соблюдение положений п.п. 4.9., 4.11.3., 4.15., 4.18., 4.24., 4.28., 4.51., 4.60. по обработке зерна на предприятиях сопряжено значительным объемом внутренних перемещений с участием оперативных емкостей и силосных хранилищ, в результате которых формируемые послойные структуры зерновой насыпи в них претерпевают изменения, приводящие к влажностным и температурным градиентам между ними.

В тоже время следует отметить, что:

- при любом перемещении зерна возрастает содержание травмированных и битых зерен (от долей до целых процентов) в зависимости от состава технологического оборудования маршрута, исходного качества зерна;

- хлебоприемные элеваторы в районах возделывания зерна в период заготовок могут просушить в потоке не более 70 % от принимаемого урожая, а остальные 30% зерна повышенной влажности ежегодно требует дополнительных затрат времени и средств на внутренние перемещения с целью обеспечения его сохранности;

- на каждой технологической линии установленная мощность электродвигателей колеблется в пределах от 200 до 350 кВт.

Таким образом, закономерность формирования структуры насыпи и термодинамические процессы в хранилищах при внутренних перемещениях зерна позволяет не только прогнозировать направленность физико-химических и физиолого-биохимических процессов, но и оптимизировать объемы этих операций с одновременным обеспечением сохранности зерновых масс, при одновременном снижении издержек предприятия.

#### **1.4 Развитие технического и технологического уровня зернохранилищ**

В Казахстане была создана достаточно мощная техническая база для приёмки, послеуборочной обработки и хранения зерна. Помимо зерносушилок были построены мощные элеваторы, механизированные склады, на базе которых смонтированы линии, оснащённые соответствующим оборудованием. Бывшая система заготовок имеет современное зерносушильное и очистительное хозяйство, не плохие элеваторы, удельный вес которых составляет более 40 %. Хлебоприёмные предприятия и элеваторы располагают технической базой для быстрой разгрузки, послеуборочной обработки и длительного хранения зерна. Однако в настоящее время наблюдается снижение действующих элеваторных емкостей, а также ухудшение технической оснащённости, технологической дисциплины по известным причинам [46-48].

Этот перекося в развитии технической базы первого уровня сейчас остро ощущается непосредственно производителями зерна. Проблема обеспечения сохранности зерна в бывших совхозах, колхозах и крестьянских хозяйствах настолько сложна, что решить её в сложившихся условиях без значительных потерь выращенного зерна во многих случаях практически невозможно.

Анализ показывает, что в ближайшие годы необходимо будет укреплять техническую базу для послеуборочной обработки, хранения и переработки зерна на первом уровне. Это позволит производителям зерна подработать его до нужных кондиций и реализовать в удобное

время и по приемлемой цене. Создание технической базы первого уровня, является важной государственной задачей, так как это избавит хозяйства от потерь большого количества зерна, поэтому решение этой проблемы должно находиться под пристальным вниманием Правительства республики. В стратегии Президента страны очень чётко определяется, что «государство само должно стать гарантом свободной экономики. Его задача - установить рыночные правила, а затем обеспечить их соблюдение, действуя справедливо и беспристрастно». Поэтому в законе «Об основах государственного регулирования в АПК Республики Казахстан» можно было бы рассмотреть вопрос об огосударствлении некоторой части элеваторной сети, в которой можно было бы разместить государственные резервы, страховые фонды, большие и мобильные партии зерна для межгосударственной торговли, а также создать льготные условия для послеуборочной обработки и хранения зерна для фермерских, крестьянских хозяйств, пока будет решаться проблема технической базы первого уровня [46].

Элеваторы, как известно, лучшие сооружения для хранения зерна. Примерно до 60-х г. элеваторы в нашей стране сооружали из монолитного железобетона. Они прочны и долговечны, не допускают проникновения влаги к хранящемуся зерну [49].

Однако, начиная с 1958 г. по требованию строителей такие элеваторы начали повсеместно заменять сборными конструкциями. Первый в стране сборный силосный корпус элеватора был построен в городе Купино Новосибирской области в 1958 г. В дальнейшем конструкции сборных силосов совершенствовались, однако это касалось главным образом защиты стыков сборных элементов от проникновения через них влаги внутрь силоса. Значительных изменений в конструкции силосов не внесли.

Современные элеваторы – сложные инженерные сооружения большого объема и массы, высотой 50-60 м и более. При загрузке и выгрузке зерна в силосах возникают большие горизонтальные и вертикальные напряжения, которых нет в других сооружениях. Естественно, что пульсирующие динамические нагрузки на стенки силосов элеваторов возникают как в сборных, так и в монолитных силосах. Но если в элеваторах из монолитного они не вызывают нарушений целостности стен, то в сборных силосах швы между отдельными блоками расходятся, в результате чего образуются щели, нарушающие герметичность силосов и создающие условия для проникновения в них атмосферной влаги.

Динамические нагрузки от зерновой массы вызывают не только горизонтальные и вертикальные напряжения, вполне вероятно они не проходят бесследно для структуры зерновой насыпи, ведущие к слеживанию и возникновению застойных зон внутри хранилища. С позиции технолога по хранению зерна важно знать участки и частоту возникновения выше названных изменений. Знание названных особенностей формирования структуры в трёхмерном пространстве хранилища позволяет заблаговременно проводить с большим эффектом внутренние перемещения зерна с целью устранения неблагоприятных процессов, происходящих в хранящемся зерне.

В процессе работы элеватора, даже в течение одного периода заготовок, силосы, как правило, многократно загружают, разгружают и нередко эксплуатация хранилища идёт в проточном режиме. С позиции эффективного хранения зерна эксплуатация хранилищ в проточном режиме нежелательна, т.к. приводит к образованию застойных зон зерновой насыпи в периферийных слоях силоса.

Основные задачи хлебоприемных предприятий республики – бесперебойно принимать зерно, семена масличных культур, сортовые семена; улучшить качество продуктов сушкой и очисткой, вентилированием, охлаждением, промораживанием, обеззараживанием зараженного амбарными вредителями зерна и маслосемян; полностью обеспечить их количественную и качественную сохранность; непрерывно снабжать промышленность сырьем, население мукой и крупой, а фермерские хозяйства – семенами, комбикормами и фуражом, также отгружать на экспорт и обеспечить длительное хранение хлебных ресурсов государственного резерва.

Технический уровень заготовок, хранения и переработки зерна включает формирование схем технологического процесса, расчета и выбора основного оборудования, расстановки его с учетом требований технологии, конструирования, трассировки и выбора магистрального хода инженерных сетей, определения сметной стоимости, описания геометрии объекта, графического вывода технической документации [50].

Становление и развитие элеваторной промышленности Казахстана осуществлялось от первых емкостей амбарного типа при мельницах в городах Кустанае, Кокчетаве, Петропавловске и Семипалатинске до новых объемно-планировочных и проектных решений элеваторов периода освоения целинных и залежных земель. В это время в республике спроектированы и построены элеватор Л-2х100 на десяти хлебоприемных пунктах. Причем, они

проектировались трехрядными по двукрылой схеме и пятирядными по одной стороне от рабочей башни. При эксплуатации таких элеваторов были выявлены узкие технологические места. Поэтому нории производительностью 100 тонн/час были заменены на 175 тонн/час, ковшовые весы – на автоматические ДН-1000, зерносушилки 8 тонн/час на Целинную 50 (Ц-50 тонн/час).

Наибольшее распространение в Казахстане получили заготовительные элеваторы Л-3х100, 1-3х175, Л-4х175, построенные на девяти хлебоприемных пунктах. Их отличительная особенность – это оперативные силосы для кратковременного хранения небольших партий зерна и увеличение основных ёмкостей до 50-100 тысяч тонн. В последующие года особое внимание было уделено созданию при хлебоприемных пунктах поточных технологических линий, составляющих основной процесс подготовки зерна. Так появился ЛВ-3х175, имеющий характерное для себя сочетание элеваторной емкости с зерноскладами, применение активного вентилирования в пяти оперативных бункерах рабочей башни и в силосном корпусе, высокую автоматизацию технологического процесса, прием, очистку и сушку в потоке.

Всемерный рост заготовок зерна и необходимость длительного хранения зерновых запасов обусловили применение элеватора ЛВ - 4х175. Последний в технологическом процессе предусматривает разделение поступающего на элеватор потока зерна на несколько параллельных линий, для каждой из которых предназначены свои транспортерные конвейеры и технологическое оборудование, позволяющие перемещать, взвешивать, очищать от примесей и просушивать зерна по ходу, без задержки. Емкость элеватора зависит от сочетания рабочей башни с определенным количеством силосных корпусов. Элеваторы такого типа были построены на одиннадцати хлебоприемных пунктах.

Для середины семидесятых годов характерно проектирование и строительство элеваторов емкостью 100-150 тысяч тонн и более. Это стало возможным из-за объемно-планировочных и конструктивных решений элеваторных сооружений. Так появились элеваторы ЛС-4х175-62 и ЛСВ-4х175-71.

Для расширения Атбасарского хлебоприемного пункта Целиноградской области был разработан индивидуальный силосный корпус СКС-3х144 емкостью 27 тысяч тонн. Такой корпус нашел широкое применение, как при реконструкции действующих предприятий, так и вновь строящихся. На базе СКС-3х144 был разработан индивидуальный проект элеватора со встроенной в силосы

рабочей башней для Актюбинска и Шемонаихи Восточно-Казахстанской области. Такое же решение применено при реконструкции элеваторов на станции Кара-Тугай Актюбинской области и Азат Кокчетавской области. Эти проектные новшества нашли широкое применение в стране. Технологические схемы упомянутых элеваторов разработаны с применением высокопроизводительного технологического, транспортного и зерносушильного оборудования.

Впервые был разработан ГосНИИсредазпромзернопроект проект специализированного элеватора для риса-зерна, строительство которого осуществлено на станции Джалагаш Кзыл-ординской области [51]. Известно, что рис-зерно при транспортировке и технологической сушке очень подвержен растрескиванию, приводящему к увеличению выхода дробленой крупы и снижению ее цены. Поэтому при технологической обработке риса-зерна применяется минимальное количество перебросов, скорости транспортировки снижены до 1,8 - 2,2 м/с, углы наклонов бункеров и самотеков равны  $45^\circ$ , самотечные трубопроводы лужги запроектированы из стальных цельнотянутых труб со стенками толщиной 4,5-6,0 мм. На прямых участках у самотеков длиной более 5 м предусматривается установка гасителей скорости зерна, производительность технологического оборудования несколько занижена и приведена в соответствие с характеристиками риса-зерна, применено активное вентилирование всех силосов, надсепараторных емкостей рабочего здания, и накопительных емкостей, сушка риса-зерна на зерносушилках осуществляется в три этапа с промежуточной отлежкой в течение 11-12 часов.

Практика эксплуатации сборных силосов показала, что на этих элеваторах практически исключается возможность применять требуемую технологию обработки зерна: обеззараживание, активное вентилирование и охлаждение. Значительно усложняется механическая зачистка и обеззараживание силосов, не загруженных зерном. Кроме того, сборные силосы в связи с их объединением с помощью перепускных окон в группы (по 4-6) создают повышенную взрывоопасность элеваторов.

В нашей стране среди предприятий отрасли хлебопродуктов на первом месте по пожаровзрывоопасности находится комбикормовая промышленность, за ней следуют элеваторная и мукомольная промышленность.

Главными причинами взрывов на предприятиях по хранению и переработке зерна являются:

- несовершенство и неисправности оборудования, нарушение правил его эксплуатации (33 %);
- самовозгорание сырья и готовой продукции в силосах и бункерах в результате нарушения действующих норм хранения продуктов (более 20 %);
- проведение огневых работ с нарушением правил пожарной безопасности (21 %).

Многолетний опыт эксплуатации сборных силосных корпусов типа СКС-3х144 показывает значительную сложность хранения зерна в них. Практически невозможно обеспечить герметичность хранилища, т.к. для сборки силосного корпуса даже сравнительно небольшой (до 11 тыс. т) емкости потребуется более 2000 сборных элементов, около 20 км швов, около 10 тыс. шпилек, 20 тыс. гаек, 20 тыс. шайб, свыше 10 тыс. различных отверстий в железобетонных изделиях.

Сложность усугубляется еще и тем, что в заводских условиях некоторые, а иногда значительные количества железобетонных элементов изготавливают, не соблюдая габаритные размеры, с низким качеством поверхности, неправильным армированием. Нарушение хотя бы одного из многочисленных требований, которые необходимо выполнять при строительстве сборных силосов, приводит к нарушению их герметичности и, следовательно, нормальных условий хранения зерна.

## **1.5 Методы и перспективы развития технологического проектирования элеваторов**

### **1.5.1 Анализ и выявление недостатков традиционных методов проектирования и методов, ориентированных на использование ЕС ЭВМ**

Развитие методов проектирования элеваторов с начала строительства первых зернохранилищ торгово-промышленного назначения (конец XIX века) и по настоящее время происходит эволюционным путем: от обоснования установки отдельной машины, пары машин, затем перешли к расчётам оборудования поточных линий, и наконец, транспортно-технологических комплексов и систем [32]. Следует отметить, что в начале пути российские инженеры широко применяли опыт проектирования и строительства элеваторов, накопленный в европейских странах (преимущественно Германии), США и Канаде [52-55]. Однако, в дальнейшем, отчасти с ростом квалификации своих кадров, а еще в большей степени из-за того, что направление, по которому развивалась система производства и

послеуборочной обработки зерна в СССР, стало резко отличаться от других стран, наука проектирования элеваторов в стране все в большей степени развивалась обособленно.

При этом, на пути восстановления и развития хозяйства решались сложные теоретические и производственные проблемы по преодолению объективно возникающих трудностей, которые, чаще всего, являются следствием того положения, что коренные проблемы экономики, сельского хозяйства не решались многие годы, а если и решались, то административными методами и не комплексно. Так, зерновое производство без достаточно развитой базы семеноводства порождает неоправданное разнообразие и низкое качество зерна. Необеспеченность хозяйств комбайнами приводит к необходимости вести уборку зерна в любую погоду круглосуточно и получать сырое и засоренное зерно. Зерно, не прошедшее должной предварительной подработки в хозяйствах, создает значительные трудности с обеспечением его сохранности на элеваторах [56]. Реализация низкого по качеству, а порой и испорченного зерна – тоже проблема, требующая достаточно глубоких научных знаний. Директивные указания – обеспечить заготовку зерна в сжатые сроки, приводили к образованию перед элеваторами огромных очередей автомобилей, значительно усложняли процесс формирования партий зерна с учетом его технологических достоинств [45,57-67].

Вместо того, чтобы, кардинально решать задачи по обеспечению и оптимальному распределению материальных ресурсов между производителями зерна и элеваторами, государство затрачивало значительные средства на исследования в области хранения и послеуборочной обработки зерна.

За эти годы страной накоплен большой научный потенциал сравнительно высокого уровня, который необходимо переосмыслить и, воспользовавшись опытом зарубежных стран, использовать для осуществления коренной перестройки структуры и функционирования зернового хозяйства в стране, на основе взаимовыгодных экономических отношений.

Успешное реформирование системы послеуборочной обработки зерна в стране возможно только на основе научно-обоснованных методик и нормативов, обеспечивающих оптимальные решения при проектировании, техническом оснащении и эксплуатации элеваторов.

Научные и практические основы современного технологического проектирования элеваторов базируются на фундаментальных положениях науки о хранении зерна и технологиях его послеуборочной обработки, определяющий вклад в которую

внесли казахстанские и зарубежные ученые: Атаназевич В.И., Бекбаев А.Б., Вобликов Е.М., Воронцов О.С., Геддес В.Ф., Гинзбург А.С., Голенков В.Ф., Голик М.Г., Гордиенко М.В., Гудилин А.В., Егоров Г.А., Елизаров В.П., Жидко В.И., Зелинский Г.С., Казаков Е.Д., Карпов Б.А., Карпов В.И., Клеев И.А., Комышник Л.Д., Краусп В.Р., Креймерман Г.И., Кретович В.Л., Кулаковский А.Б., Курбатов Д.И., Лебединский В.Г., Малин Н.И., Мельник Б.Е., Налеев О.Н., Новицкий О.А., Оксли Т.А., Остапчук Н.В., Платонов П.Н., Птицын С.Д., Пунков С.П., Резчиков В.А., Румянцев Г.М., Скориков Б.А., Сорочинский В.Ф., Трисвятский Л.А., Фасман В.Б., Фейденгольд В.Б., Цециновский В.М., Шумский Д.В., Шумский О.Д., Юкиш А.Е. и многие другие.

В 1970 годах внедрялись в НИИ и в проектных институтах министерства заготовок СССР программы межотраслевого назначения для решения некоторых задач строительной, сантехнической, электротехнической и сметной частей проекта предприятий по хранению и переработке зерна. Поэтому первоочередной задачей создаваемой САПР в 1977-1990 гг. была автоматизация проектирования технологической части проекта элеваторов. Работы велись с 1977-1990 гг. лабораторией оптимального проектирования ГосНИИсредазпромзернопроект. В связи с разработками и промышленной эксплуатацией САПР - ГПЗП в проектных институтах Министерства заготовок СССР МТИПП, как головной институт среди технологических вузов пищевого направления, в 1985 году разработал типовую программу дисциплины «Проектирование предприятий с основами САПР» (авторы Мельников Е.М., Карпов В.И.) специальности 1001 – «Хранение и технология переработки зерна». В изданном в 1996 году учебнике «Проектирование элеваторов и хлебоприемных предприятий с основами САПР» (авторы Пунков С.П., Ким Л.В., Фейденгольд В.Б.) поверхностно рассмотрены элементы САПР-ПХОЗ.

Впервые в СНГ более полно было освещено применение компонентов САПР в проектировании зерновых элеваторов в учебнике Арынгазина К.Ш., Изтаева А.И. «Проектирование зерновых элеваторов с элементами САПР», Павлодар, 2006.

Через проект материализуются передовые научно-технические идеи, от качества и сроков проектных работ зависит ускорение научно-технического прогресса.

Повышение качества проектирования и технико-экономического обоснования принимаемых решений достигается за счет тех преимуществ, которые дает применение системного подхода

и вычислительной техники, а именно, учет большого числа факторов в процессе принятия решений, получение множества возможных вариантов, объективные методы их оценки.

### **1.5.2 Структурная модель технологии автоматизированного проектирования предприятий по хранению и переработке зерна, ориентированная на комплекс ТС на базе ЕС ЭВМ**

Приведенная на рисунке 36 [68, с.112] структура формирования проекта предприятий по хранению и переработке зерна характеризует связи между проектными подразделениями, возникающие в режиме неавтоматизированного проектирования.

Данные связи сохраняются, в основном, и при проектировании с использованием средств САПР, так как процесс принятия и согласования проектных решений остается в значительной степени тем же. Однако возникновение в составе института ряда принципиально новых подразделений, выделяемых в службу САПР, требует пересмотра традиционной технологии проектирования и создания новых технологических связей. Таким образом, два способа выполнения проектных работ увязываются в единую технологию автоматизированного проектирования [68-70].

Структурная модель технологии автоматизированного проектирования, характеризующая основные связи, возникающие между подразделениями и службами института в режиме создания и эксплуатации средств САПР, ориентированная на комплекс ТС на базе ЕС ЭВМ, предполагает такой набор подразделений, который полностью обеспечивало создание, использование и развитие САПР в проектной организации.

Подразделения службы САПР выполняли следующие функции.

Подразделение технологов информационно- вычислительных процессов:

- получает документы установленной формы от подразделений технологов проектных процессов и осуществляет контроль их соответствия установленным требованиям;
- регулирует соответствующие задания и передаёт их на выполнение в подразделения подготовки данных на машинных носителях и операторов технических средств;
- получает результаты обработки заданий на технических устройствах и проводит контроль их подготовки;
- передаёт готовые результаты в подразделение технологов проектных процессов.

Подразделение технологов проектных процессов (должно быть укомплектовано специалистами - проектировщиками по соответствующим проектным дисциплинам):

- просматривает бланки заданий, подготовленных специалистами соответствующих проектных отделов, и ещё проверяет соблюдение установленных правил их заполнения;
- подготавливает задания по особо сложным работам;
- передаёт задания в подразделение технологов информационно-вычислительного процесса;
- получает результаты выполнения заданий, контролирует их, и передаёт в проектные отделы;
- выполняет проектные работы в режиме теледоступа к данным;
- участвуют совместно с подразделением сопровождения баз данных и подразделениями соответствующих проектных отделов в создании и сопровождении баз данных к программным компонентам;
- участвуют совместно с подразделениями проектных отделов в выборе, апробации, освоении, внедрении и использовании новых компонентов САПР.

Подразделение по подготовке данных на машинных носителях обеспечивает перенос данных с бланков на бумажные (перфоленты или перфокарты) или магнитные (магнитные ленты) носители и сверку распечаток данных, полученных на ЭВМ, с оригиналом.

Подразделение диспетчеризации информационно-вычислительного процесса выполняло работы по формированию заданий для ЭВМ на текущую смену в пакетном или многопрограммном режиме, распределяя необходимые для этого ресурсы ЭВМ. Выполняемое формирование статистических данных за отчетный период (неделю, месяц, квартал, и т.д.) позволяет оценить правильность использования ресурсов ЭВМ на ключевых направлениях и откорректировать управляющие воздействия на вычислительный процесс и технологию автоматизированного проектирования.

Подразделение системного обеспечения выполняло работы, связанные с генерацией и эксплуатацией операционных систем, системной поддержкой эксплуатирующихся программных компонентов САПР, разработкой и поддержкой системного обеспечения вычислительного процесса (средства пакетной обработки, мультидоступа, теледоступа к данным и т.п.). Данное подразделение выполняло также работы по освоению и обеспечению работоспособности общесистемного и общематематического обеспечения ЭВМ (системы управления базами данных, пакетов

прикладных программ общего назначения и т.д.). Участие системных программистов в работах по разработке архитектуры и технологии эксплуатации разрабатываемых программных компонентов САПР обеспечивает высокий уровень этих работ. Специалисты данного подразделения выполняли также функции дежурного системного программиста по смене.

Подразделение сопровождения баз данных выполняли работу по ведению баз данных на магнитных носителях, осуществляя их первичное накопление, либо корректировку по заданиям проектных отделов. Информация поступает в подразделение на соответствующих бланках и после её переноса на перфоносители заносится в базу данных с использованием соответствующей СУБД и других средств организации и доступа к данным.

Подразделения по разработке программных компонентов САПР решали вопросы, связанные с созданием и развитием ранее разработанных программных компонентов САПР, в соответствии с планами бюджетных работ, НИР и т.п.

Подразделение операторов ЭВМ обеспечивали прохождение заданий в пакетном или многопрограммном режиме.

Подразделение технического обслуживания ЭВМ обеспечивали профилактические и текущие ремонты ЭВМ, а также дежурства специалистов-электроников по сменам. Работа данного подразделения осуществлялась при взаимодействии со специализированной региональной организацией по техническому обслуживанию ЭВМ.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что на современном этапе развития САПР подразделения подготовки данных на машинных носителях, операторов технических средств, диспетчеров вычислительного процесса, технологов информационно-вычислительного процесса не нужны в структуре проектной организации.

### **1.5.3 Научно-технические роли проектирования с элементами САПР в совершенствовании технологии хранения зерна**

Применение ЭВМ в проектировании началось при выполнении трудоемких расчетов. Это позволило решать качественно новые расчетные задачи и сократить время их решения в десятки и сотни раз. Наиболее характерны в этом отношении прочностные расчеты строительных конструкций. В межотраслевом фонде алгоритмов и программ при ЦНИИПРОЕКТ Госстроя СССР имелись сотни программ для ЭВМ, позволяющих выполнять расчеты по

конструкциям зданий и сооружений, отоплению, вентиляции, водоснабжению и канализации, инженерным изысканиям и др. Повторяемость использования этих программ колеблется от нескольких сотен до тысяч раз.

Значительное число программ по специальным разделам, таким, как жилищное и гражданское строительство, транспортное строительство и др., имеется также в фондах программ головных институтов и ведомств.

Благодаря использованию накопленных программ трудоемкость расчетов стала относительно малой и во многих случаях не превышает нескольких процентов от общих затрат труда на проектировании.

Возникла необходимость использовать ЭВМ на других видах проектных работ, в частности для конструирования элементов зданий и сооружений, инженерного оборудования и т.п., размещений и компоновки зданий и сооружений, для подсчета объемов потребных материалов, составления спецификаций, моделирования производственных процессов, вычисления объемов работ, составления смет, выполнения чертежных работ.

Программы для ЭВМ стали средством труда, инструментом, содержащим машинный интеллект, отражающий коллективный интеллект разрабатывающих их специалистов.

С развитием программ оказалось целесообразным создавать общий для отдельных программ информационные поля на машинных носителях, так называемые базы данных. Появились специальные программы для трансляции заданий на проектирование с языков, удобных для проектировщика, а также программы, управляющие работой программ, реализующих собственно проектные операции.

В совокупности это привело к возникновению качественно новой формы программного обеспечения в виде пакетов прикладных программ (ППП).

Расширение области применения и совершенствования программного обеспечения привело к необходимости создавать новый режим проектирования с помощью ЭВМ на основе технологических карт, определяющих последовательность участия проектантов, специалистов по подготовке данных, операторов ЭВМ. Этот режим реализуется на т.н. технологической линии проектирования (ТЛП).

Технологические линии охватывают более комплексные части проектных процессов, чем отдельные программы для ЭВМ. В ТЛП используются, как правило, несколько десятков программ, взаимосвязанных друг с другом.

Технологическая линия проектирования по существу есть совокупность подразделений проектной организации, выполняющих определенные виды работ с передачей значительной доли их на ЭВМ [71].

Были созданы около двух десятков ТЛП для объектов промышленного, гражданского, транспортного, водохозяйственного, сельскохозяйственного и других видов строительства.

В свою очередь, использование технологических линий проектирования в различных формах позволяет перейти к комплексной автоматизации проектирования в масштабах проектного института (САПР проектного института), включая автоматизацию процессов управления проектными работами.

Таким образом, сформировались основные компоненты систем автоматизированного проектирования [72-74].

Совершенствование проектно-сметного дела в системе заготовок в начале 70-х годов связано с использованием программных средств вычислительной техники того времени для решения отдельных задач строительной, сантехнической, электротехнической, сметной частей, разработанных проектными и научно-исследовательскими организациями Госстроя СССР и других ведомств и министерств.

В мае 1973 г. Госстроем СССР совместно с НТО стройиндустрии была проведена Всесоюзная научная конференция «Автоматизация проектирования как комплексная проблема совершенствования проектного дела». Основным организатором был ЦНИПИАСС (позднее - ЦНИИПРОЕКТ) Госстроя СССР - головной научно-исследовательский центр, осуществляющий межведомственную координацию и методологическое руководство по автоматизации проектирования в области строительства [75-79].

Результаты работы и решения конференции оказали плодотворное влияние по совершенствованию проектирования в последующие годы [80-84].

В марте 1977 года в ГосНИИСредазпромзернопроекте в научной части создается лаборатория оптимального проектирования, заведующим которой назначается Арынгазин К.Ш.

Основной задачей лаборатории являлась реализация Программы ГКНТ СССР по проблеме 0.80.15, которая предусматривала создание и внедрение в 1977-1981 годы системы автоматизированного проектирования объектов строительства отрасли на уровне проектных институтов (САПР-ГПЗП) [3], в первую очередь, разработку подсистемы «Технологическая часть».

Выполнение этой Программы представляет собой новый этап автоматизации проектирования, развивающей накопленный опыт в этой области. Опыт показал, что использование компонентов САПР существенно повышает качество проектов, сокращает сроки проектирования и трудозатраты.

В результате создания и эксплуатации компонентов САПР-ГПЗП (ПХОЗ) появились отраслевые программные средства [4,85-87]:

- формирование технологических схем элеватора, мельницы, комбикормового завода;
- пространственная компоновка оборудования на предприятиях по хранению и переработке зерна;
- расчет и анализ баланса продуктов зерна на мельнице;
- конструирование и вычерчивание пневмоустановок мельниц;
- расчет сырья и готовой продукции на комбизаводах;
- расчет емкостей для хранения сырья и готовой продукции и др., ориентированные на ЕС-ЭВМ.

Таким образом, у всех построенных типовых элеваторов основное технологическое и транспортное оборудование остается почти неизменным. Количество и производительность оборудования у каждого элеватора рассчитаны на определенный суточный объем работы.

Уменьшение зерноочистительной мощности в последних типовых проектах объясняется улучшением качественного состояния зерна (по засоренности), поступающего на хлебоприемные предприятия. Во всех элеваторах предусмотрены контрольные сепараторы и триеры.

Зерносушильная мощность в типовых проектах элеваторов развивалась по линии наращивания, так как большинство проектируемых элеваторов не учитывало особенностей условий восточных районов, куда относилась Казахская ССР.

Ряд положений норм технологического проектирования не имеет достаточных обоснований, отсутствует единая методика определения ряда показателей, которые поэтому не могут быть точно определены. Это относится к приемной, зерноочистительной, зерносушильной и другой мощности в зависимости от состояния и качества зерна, структуры поточных линий, которые являются основой расчета объема операций при приеме и обработке, и выбора необходимого технологического и транспортного оборудования.

Исследования, связанные с совершенствованием методов технологического проектирования зерновых элеваторов велись в 70-90 годы с использованием вычислительных средств того времени и за

последние два десятилетия, если не считать работ авторов новыми результатами не пополнялись.

Необходимость разрешения многочисленных вопросов, связанных с проектированием, строительством и эксплуатацией элеваторов, осуществляющих прием, обработку и сохранность продовольственного зерна, позволяет считать актуальной задачу разработки и внедрения научно-практических основ технологического проектирования зерновых элеваторов с использованием современных информационных систем в практику проектирования и в учебный процесс.

## **2 КОЛИЧЕСТВЕННО-КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОСТУПАЮЩЕГО ЗЕРНА КАК НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ ЭЛЕВАТОРОВ**

### **2.1 Факторы, влияющие на структуру производственного процесса элеватора и технологический маршрут**

Объектами системы заготовок являются предприятия по хранению и переработке зерна и других сельскохозяйственных культур. Основной и наиболее перспективной формой подобных предприятий является элеватор [88].

Элеватор предназначен для приема зерна с автомобильного, железнодорожного и водного транспорта, взвешивания, очистки и сушки зерна, хранения его в силосах, а также отгрузки на тот или иной вид транспорта, либо сразу на перерабатывающие предприятия.

Структура производственного процесса элеватора представлена на рисунке 1 [88, с.8].

Проведенные исследования позволили выявить следующие факторы, влияющие на структуру элеватора:

- 1) функциональное назначение элеватора;
- 2) специализация по видам культур;
- 3) количество обрабатываемого продукта;
- 4) временные характеристики технологического процесса;
- 5) организация технологического процесса;
- 6) область допустимых инженерных решений элеватора;
- 7) экономические показатели.

Систематизация факторов, влияющих на структуру элеватора дана на рисунке 2 [88, с. 9].

Основной формой производственного процесса на элеваторе является технологический маршрут. Факторы, влияющие на структуру технологического маршрута:

- 1) временные параметры производственного процесса;
- 2) условия производства продукции;
- 3) параметры, характеризующие организацию производственного процесса;
- 4) организационно-технологические параметры производственных подразделений;
- 5) технологические параметры обрабатываемого продукта;
- 6) область допустимых технологических решений по маршруту.

Систематизация факторов, влияющих на структуру технологического маршрута, дана на рисунке 3 [88, с. 10].

Технологический маршрут является одной из форм поточного производства.

Для повышения эффективности послеуборочной обработки и хранения зерна необходимо повысить качество товарных партий, более рационально использовать оборудование, зернохранилища. Достижение этой цели связано с совершенствованием технологии поточной обработки зерна, методов технологического проектирования, технического оснащения хранилищами и оборудованием.

## **2.2 Исследования технологических параметров проектирования процесса приемки, обработки, хранения и отпуска зерна**

Работа элеватора по приему или отпуску зерна на автомобильный или железнодорожный транспорт зависит от работы транспорта. Поэтому приемно-отпускные устройства элеватора рассчитывают на наибольший объем работы в сутки.

Автомобильный транспорт отличается высокой маневренностью, способностью работать в течение всего года почти в любых климатических условиях. Автомобильные перевозки особенно экономичны внутри районов на расстоянии до 100...150 км. Автомобили доставляют на элеваторы практически все заготавливаемое зерно и вывозят для местного потребления готовую продукцию, а также семена, фураж и отходы [89].

Приемка зерна с автомобильного транспорта является основной технологической операцией, определяющей весь производственный процесс. За короткий промежуток (период заготовок) поступает разное по качеству зерно, из которого формируют объемы и качество тех партий, с которыми элеватор работает последующий год. Формирование партий зерна на элеваторе наиболее ответственная технологическая операция.

Трудность процесса приемки зерна, поступающего автомобильным транспортом, связана с неопределенностью агроклиматических условий формирования и уборки урожая в хозяйствах.

Сложно прогнозировать общий объем закупок зерна, его поступление по суткам и часам. Еще сложнее прогнозировать качество и состояние поступающей зерновой массы.

Подвоз зерна осуществляется различным автотранспортом по грузоподъемности, габаритам, возможности разгрузки зерна через задний или боковой борт. Поэтому предприятия вынуждены для отбора проб зерна, разгрузки и взвешивания автомобилей оснащаться универсальными средствами.

Необходимость отдельной приемки разнокачественных партий зерна в соответствии с товарной классификацией, с учётом их состояния по влажности, засоренности, другим признакам в значительной степени затрудняет вопросы проектирования, технического оснащения и эксплуатации технологических линий приёмки зерна с автомобильного транспорта на элеваторах.

Для решения этих вопросов необходимо совершенствовать схему проектирования элеваторов, управления технологическими процессами формирования партий зерна для их дальнейшей обработки, хранения и отпуска по целевому назначению.

Приемку, формирование однородных партий и размещение зерна осуществляют по типам, подтипам, сортам, состояниям влажности и засоренности и другим показателям качества в соответствии с требованиями стандартов на эти культуры. Зерно, принимаемое по особо учитываемым признакам в пределах ограничительных кондиций (морозобойное, головневое, поврежденное клопом-черепашкой, зараженное вредителями, с наличием проросших зерен более 3%, с несвойственным нормальное зерно запахом и т. п.), а также засоренное вредными (головня, спорынья, горчак-софора, вязель разноцветный и др.) и трудноотделимыми (овсюг, галька, костер, татарская гречиха и др.) примесями, размещают и обрабатывают отдельно.

Зерно сильных сортов пшеницы, отвечающее по качеству требованиям действующего стандарта, с содержанием клейковины 28...31% размещают отдельно от зерна с содержанием клейковины 32% и выше. Допускается совместное размещение пшеницы наиболее ценных сортов с содержанием клейковины 25% и выше и качеством не ниже II группы с пшеницей сильных сортов, не отвечающей требованиям стандарта на сильную пшеницу, но с содержанием клейковины не менее 25% и качеством не ниже II группы, без разделения по сортам в пределах типа и подтипа. Зерно твердой пшеницы размещают отдельно по классам в соответствии с действующим стандартом на заготавливаемое зерно этой пшеницы. При формировании однородных партий до обработки допускается размещать зерно: сухое и средней сухости вместе; влажное отдельно; сырое до 22% и сырое свыше 22% отдельно; по сорной примеси:

чистое отдельно; средней чистоты и сорное до ограничительных кондиций вместе; сорное свыше ограничительных кондиций отдельно.

Зерно, поступающее в зернохранилище, до выгрузки из автомобиля в приемные бункера должно быть подвергнуто тщательному качественному контролю. Для этого перед въездными воротами устанавливают визировочную площадку с приемной лабораторией, которую располагают параллельно потоку въезжающих автомобилей.

Количество визировочных площадок определяют в зависимости от количества автомобилей, прибывающих в часы максимального подвоза зерна. На обработку одного автомобиля у визировочной платформы необходимо затрачивать не более 3 мин. Следовательно, у одной платформы, рассчитанной на два автомобиля, можно обработать  $60:3 \times 2 = 40$  автомобилей в час. Исходя из этого, при проектировании определяют количество визировочных платформ.

Из автомобиля вручную или с помощью механизмов отбирают точечные пробы, которые вместе с накладной передаются лаборанту. Затем эти пробы тщательно перемешивают до получения однородной смеси, из которой выделяют среднюю пробу. По ней экспрессными методами определяют влажность, засоренность и зараженность, а с помощью эталонов определяют принадлежность зерна к той или иной категории качества (тип, подтип, сорт), а также органолептические показатели (цвет, запах, вкус).

По совокупности этих признаков лаборантом проводится идентификация автомобильной партии – партиям, планируемыми к размещению на элеваторе.

В накладной водителя делается запись о точке разгрузки автомобиля и месте складирования зерна. Накладную регистрируют и передают водителю.

Из автомобиля вручную или с помощью механизмов отбирают точечные пробы, которые вместе с накладной передаются лаборанту. Затем эти пробы тщательно перемешивают до получения однородной смеси, из которой выделяют среднюю пробу. По ней экспрессными методами определяют влажность, засоренность и зараженность, а с помощью эталонов определяют принадлежность зерна к той или иной категории качества (тип, подтип, сорт), а также органолептические показатели (цвет, запах, вкус).

По совокупности этих признаков лаборантом проводится идентификация автомобильной партии – партиям, планируемыми к размещению на элеваторе. В накладной водителя делается запись о

точке разгрузки автомобиля и месте складирования зерна. Накладную регистрируют и передают водителю.

Каждый автомобиль, доставляющий зерно на элеватор, подвергается двойному взвешиванию – перед разгрузкой и после.

Время обслуживания автомобилей на весах в значительной степени зависит от организации работ. Специализация весов на взвешивание груженых автомобилей или порожних резко сокращает общее время обслуживания за счет ликвидации противотока автомобилей на территории предприятия и однотипности выполняемых операций.

На оформление документов затрачивается 35...40 с. Причем, оформление документов груженых автомобилей производится в 1,3-1,5 раза быстрее, чем порожних, когда дополнительно затрачивается время на вычисление массы зерна «нетто». Повсеместное применение на перевозке зерна высоко-тоннажных автомобилей ставит перед предприятиями задачу оснащаться 60-тонными весами с более длинной платформой. Особое значение в работе элеваторов имеет количественный учет зерна и метрологическое обеспечение взвешивания поступающих и отправляемых грузов.

Обоснование необходимого количества автомобильных весов, с учетом интенсивности подвоза зерна, следует вести из условия, что время на взвешивание одиночного автомобиля или автопоезда будет равняться 5,3 мин; при взвешивании автопоезда за два приема – 10,6 мин, за три приема – 15,8 мин.

Разгрузка зерна из автомобилей осуществляется на автомобилеразгрузчиках, установленных в приемных устройствах элеваторов. Хронометраж времени, затраченного автомобилеразгрузчиком на обслуживание одной машины показан в таблице 4.

Из таблицы 4 следует, что грузоподъемность автомобилей сказывается на операциях: въезда и съезда автомобиля, при подъеме платформы и задержки ее с целью полного высыпания зерна из машины. Продолжительность остальных операций от грузоподъемности автомобилей практически не зависит.

Таблица 4 – Затраты времени в секундах (усредненное значение) на разгрузку автомобилей при использовании автомобилеразгрузчика марки УАГ-32

Наименование операции	Грузоподъемность автотранспорта, т	
	от 5 до 10	от 10 до 15
1	2	3
Въезд на платформу	50	70

Продолжение таблицы 4

1	2	3
Выход водителя из кабины	40	50
Открывание бортов	30	42
Подъем платформы	90	120
Опускание платформы	40	50
Зачистка кузова	60	120
Закрытие бортов	50	55
Снятие страховки и съезд с	70	80
Общее время цикла	460	587
Количество циклов в час	7,8	6,1

В настоящее время на элеваторах эксплуатируются разгрузчики, отличающиеся по способу разгрузки автомобиля:

- продольные - для разгрузки автомобилей через задний борт;
- поперечные - для разгрузки автомобилей и автопоездов через боковой борт;
- комбинированные - для разгрузки автомобилей или седельных тягачей с полуприцепом через задний борт и прицепов - через боковой борт.

Проектирование необходимого количества разгрузчиков и оценка эксплуатационных возможностей существующих линий приемки зерна проводятся с учётом их производительности.

Автомобилеразгрузчик относится к машинам «первого рода», и производительность, которую он задает технологическому потоку, определяется двумя параметрами: временем полного цикла обслуживания автомобиля – от подъезда его к устройству до съезда с платформы, и количеством продукции (зерна), которое будет выгружено из кузова.

Данных о производительности разгрузчиков, которые приводят заводы-изготовители, явно не достаточно. Достичь паспортной производительности возможно только в том случае, если на разгрузку подавать автомобили, грузоподъемность которых более 20 т, и не учитывать время на подготовительно-заключительные операции с автомобилем до установки его на платформе. Анализ данных, полученных на Жолкудукском элеваторе за последние три года, показал следующее: для перевозки зерна на элеваторы используются марки машин выпускаемые за последние 20 лет: бортовые автомобили, самосвалы, автопоезда с одним или несколькими

прицепами. Их грузоподъемность колеблется от 2 до 20 и более тонн зерна.

Почти все автомобили и прицепы наращивают борта, уплотняют кузов, усиливают сцепки и др. Увеличение высоты борта на 200-500 мм позволяет повесить грузоподъемность автомобиля и прицепа на 1,0-3,0 тонн, а полуприцепа до 4,5 т.

В общее время работы автомобилеразгрузчика не включается время на оформление документов, оно совмещено со временем выгрузки зерна из автомобиля и время на закрытие борта, так как оно осуществляется после съезда автомобиля с приемного устройства.

Прием зерна с автомобильного транспорта на элеваторной линии осуществляется с помощью универсальных автомобилеразгрузчиков. В каждом приемном устройстве имеются два приемных транспортера, которые обеспечивают прием (2-4) разнородных партий зерна.

Наличие приемного конвейера позволяет иметь любое количество приемных бункеров.

Автомобилеразгрузчик располагают над приемным бункером так, чтобы при разгрузке автомобиля, стоящего на платформе, не нужно было расцеплять автопоезд.

Приемные устройства с автотранспорта надо проектировать с небольшими заглублениями. Зерно отправлять сразу на норию в приемном отделении, затем на распределительный круг, в оперативные бункера для накопления зерна, затем на воздушные транспортеры, дающие возможность регулировать поток зерна и в отдельные силоса, согласно качественным характеристикам.

В зависимости от времени обмолота основных колосовых культур, соответственно изменяется и период поступления зерна на хлебоприемные предприятия. В то же время следует отметить, что на продолжительность этого периода влияют климатические условия, биологическое состояние урожая, срок созревания зерна, обеспеченность комбайнами и автомобильным транспортом, длина и состояние проездных путей, величина посевной площади и объем заготовок, уровень механизации зерновых токов и хлебоприемных предприятий, наличие рабочей силы в зерновых хозяйствах и на элеваторах [90-92].

Продолжительность основного периода заготовок по рекомендации ВНИИЗ для СССР должна была приниматься по колосовым культурам: для восточных районов – 30 суток, для центральных и южных – 20, по поздним культурам – 25 суток.

В результате анализа периода заготовок в период с 2000 по 2008 гг. было выявлено, что период заготовок по регионам Казахстана распределяется таким образом: юг, юго-восток, запад – с 10 июля по 20 августа, то есть 40 дней; север – с 10 августа по 30 октября – 80 дней.

В течение расчетного периода заготовок следует учитывать поступление 80% годового количества зерна. По фактическим данным о поступлении (по суткам) зерна колосовых культур можно определить продолжительность основного периода заготовок зерна. Однако такой практический метод определения основных параметров поступления зерна с автотранспорта не учитывает агроклиматические факторы, влияющие на процесс уборки, обмолота и заготовок.

Поэтому при обосновании продолжительности заготовок необходимо учитывать темпы уборки и неблагоприятные климатические условия в период уборки. На темпы уборки влияют выше отмеченные многочисленные факторы [93].

По совокупности многочисленных данных хлебоприемных элеваторов Акмолинской области (Щучинский, Атбасарский, Ерментауский), Павлодарской области (Щербактинский, Иртышский, Калкаманский, Жолкудукский), Кустанайской (Новоалексеевский, Коскульский), Северо-Казахстанской (Троцкий, Петропавловский) и другим областям были определены, с учетом темпов уборки, основные параметры поступления зерна с автотранспорта: общий расчетный период заготовок в днях и расчетный объем заготовок в %.

Основные параметры поступления зерна с автотранспорта без учета климатических факторов определены графическим методом на основе темпа уборки и ежесуточного накопления зерна во вместимостях хлебоприемных элеваторах. Результаты этих исследований на примере элеваторов Павлодарской области приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Параметры технологического потока зерна, поступающего от хлебосдатчиков на хлебоприемные элеваторы

Элеваторы	Годы	Вид зерна	Дата поступления		Общий период загот. (сутки)	Расч. период %
			Начало	Конец		
1	2	3	4	5	6	7
ТОО АТО Щербактинский элеватор	2006	Всего зерна	10.08	30.10	82	34
		Пшеница	10.08	30.10	82	44
		Ячмень	28.08	17.10	51	30
	2008	Пшеница	10.08	21.10	73	36
		Ячмень	28.08	10.10	44	30

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
ТОО Жолкудукский элеватор	2006	Всего зерна	15.08	24.10	71	30
		Пшеница	15.08	24.10	71	30
		Ячмень	28.08	11.10	45	30
	2007	Всего зерна	10.08	21.10	73	36
		Пшеница	10.08	21.10	73	36
		Ячмень	28.08	10.10	44	30
ТОО «Калкаманский элеватор и К»	2007	Всего зерна	15.08	24.10	71	30
		Пшеница	15.08	24.10	71	30
		Ячмень	28.08	11.10	45	30
	2008	Всего зерна	18.08	8.10	52	30
		Пшеница	18.08	8.10	52	30
		Ячмень	25.08	8.10	44	30
Зерно Прииртышья (Иртышский элеватор)	2007	Всего зерна	14.08	22.10	70	34
		Пшеница	14.08	22.10	70	34
		Просо	18.09	20.10	33	30
	2008	Всего зерна	20.08	18.10	60	30
		Пшеница	20.08	18.10	60	30
		Просо	15.09	18.10	34	30

Из данных таблицы 5 видно, что начало уборки приходится на 10 - 28 августа, а конец – на 8 - 30 октября месяца. Такие колебания связаны с вышеупомянутыми факторами. Начало и конец уборки отражаются на продолжительности поступления зерна от хлебосдатчиков. Общая расчетная продолжительность заготовок колеблется в зависимости от культуры, так как срок созревания у них разный.

При этом общий и расчетный периоды заготовок для пшеницы колеблются в пределах, соответственно, (52-82) дня и (30-44) дня, для ячменя (44-51) дня и 30 дней, для проса (33-34) дня и 30 дней.

Расчетные объемы заготовок для пшеницы колеблются в пределах от 43% до 59%, для ячменя от 60% до 69% и для проса от 90% до 93%.

Таким образом, при сопоставлении полученных параметров с нормами проектирования видно, что расчетные периоды заготовок (кроме проса) превышают от 1 до 14 дней, а расчетные объемы заготовок можно считать в пределах нормы.

Однако известно, что уборочный процесс при неблагоприятных погодных условиях приостанавливается, и тогда наблюдается снижение темпа уборки.

Поступление же зерна на хлебоприемные элеваторы не останавливается, и в такие погодные условия больше сдается сырого и засоренного зерна.

Характеристику климатических условий проведения уборочных работ целесообразно дать на 10 дней до созревания культуры и на 20-30 дней после ее созревания, т.к. в отдельные годы имеются значительные отклонения в сроках начала и окончания уборки урожая [94]. Указанный период может быть уточнен применительно к отдельным культурам. Сроки и условия уборки поздних культур в значительной степени зависят от времени наступления осенних заморозков, увлажнения и промерзания верхних слоев почвы. Осенние заморозки определенной интенсивности могут прекратить дальнейшее развитие растений или в той или иной мере повредить убранныю и находящуюся еще в поле часть урожая зерна.

Результаты исследований основных параметров поступления зерна, определение продолжительности расчетного периода заготовок и объема поступления зерна в этот заготовительный период связали с исследованиями распределения дней с неблагоприятными погодными условиями.

Было установлено, что с мокрым снегом общее и расчетное количество дней периода заготовок без неблагоприятных условий по метеостанциям колеблются, соответственно, в пределах (61 - 63) и (34 - 35) дня, а процентное соотношение неблагоприятных дней в общий и расчетный период изменяется от 2% до 5,2%. Наиболее неблагоприятными факторами, влияющим на продолжительность заготовки, являются по приоритетности: относительная влажность воздуха более 80%, туманы, мокрый снег, изморось, град и осадки более 20 мм.

Таким образом, на основе изучения распределений неблагоприятных дней в уборочный период было установлено общее и расчетное количество благоприятных дней для северного района Казахстана.

Были собраны статистические данные по всем областям за 2003-2008 гг. Продолжительность заготовок в днях определена по методике А.В. Гудилина [90]. Возможное суточное число партий выявлено на основе анализа количественно-качественных характеристик [95].

Коэффициенты суточной и часовой неравномерности рассчитываются [94]:

$$K_c = 1 + 2,3 / X_{0,35} \quad (6)$$

где X – годовой объем заготовок, тыс.тонн

$$K_{ч} = 1,40 + 3,07 / X \quad (7)$$

Рекомендуемые нормативные параметры учитывают перспективные изменения в отраслях сельского хозяйства и хлебопродуктов Казахстана.

Зерно, поступающее на предприятие, подвергают необходимой обработке (очистке, сушке, охлаждению, обеззараживанию и др.) в сроки, обеспечивающие сохранность его качества.

Организация работы с поступающим зерном направлена на своевременное выполнение необходимых операций для доведения зерна до состояния стойкого в хранении и подготовки партий зерна целевого назначения.

Фактором, определяющим стойкость свежесобранного зерна при хранении, является его влажность, наличие сорной и зерновой примесей и температура. Стойкость зерновых масс определяется по неблагоприятным условиям, которые могут сложиться в связи с неравномерным распределением влажности и засоренности в зерновой насыпи.

В результате своевременной обработки зерна сокращаются перемещения отдельных партий внутри предприятия, повышается стойкость зерновых масс к хранению, лучше используется вместимость хранилища. Обработка зерна в процессе его поступления на предприятие резко сокращает потери зерна, возникающие в результате повышенной физиологической активности, свойственной зерновым массам в начальный период их хранения.

Для обработки зерна в потоке созданы технологические линии, состоящие из комплекса машин, связанных между собой в заданной последовательности оперативными и накопительными бункерами и подъемно-транспортными механизмами. Схема приемки и обработки зерна обычно включает: отбор проб и определение по ним качества поступающего зерна; взвешивание на автомобильных весах; разгрузку зерна; формирование партий зерна по технологическим достоинствам и состоянию качества; первичную очистку от грубых примесей и аспирационных отсосов (негодных отходов); сушку; вторичную очистку с отделением ценных зерновых отходов в сухом виде; взвешивание; закладку зерновых масс в хранилище.

Основным мероприятием, обеспечивающим сохранность свежесобранного влажного и сырого зерна, является снижение его влажности, уровень которой при хранении не должен превышать: пшеницы, ржи, ячменя, гречихи – 15%, а при хранении в металлических емкостях влажность не должна превышать 14%; овса, кукурузы в зерне, риса-зерна, проса, сорго – 14%; подсолнечника – 7%; клещевины – 6%; гороха, чечевицы, фасоли, кормовых бобов – 16%.

Зерно, предназначенное для хранения свыше одного года, сушат до влажности: пшеница, рожь, ячмень, овес, гречиха, рис-зерно – 13 - 14%; кукуруза в зерне и просо – 12-13%; чечевица, фасоль, кормовые бобы, горох – 15%. Зерно, поступающее на предприятия, подвергают очистке от сорной и зерновой примесей до требований, отвечающих целевому назначению, что обеспечивает рациональное использование зерновых ресурсов, оборудования и затрат.

В таблице 6 приведено соотношение зерна основных культур, размещаемых на хранение. Наибольший объем хранящегося зерна приходится на пшеницу (78,5...81,8 %) и ячмень (11,1...14,6 %). Количество зерна других культур не превышает 5...8 %.

Таблица 6 – Соотношение основных культур за период 2000-2008 гг

Культуры	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Зерновые и зернобобовые	100	100	100	100	100	100	100	100	100
пшеница удельный вес, в %	78,5	79,9	79,6	78,1	80,3	81,3	81,5	81,8	81,9
рожь удельный вес, в %	0,4	0,3	0,7	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4
Ячмень удельный вес, в %	14,4	14,1	13,8	14,6	11,2	11,1	11,8	12,1	12,7
овес удельный вес, в %	1,6	1,4	1,4	1,2	1,1	1,2	1,1	1,1	1,0
кукуруза удельный вес, в %	2,2	2,0	2,7	3,0	3,7	3,1	2,5	2,1	2,0
рис удельный вес, в %	1,9	1,3	1,2	1,8	2,2	2,1	1,7	1,5	1,3
просо удельный вес, в %	0,5	0,4	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2
гречиха удельный вес, в %	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3
бобовые удельный вес, в %	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2

Основными причинами неравномерного распределения параметров в формируемых на элеваторах партиях зерна являются случайность объединения масс зерна, поступающих с разных полей и от хозяйств, а также самосортирование, происходящее на всех этапах работы с зерном.

Количество признаков, характеризующих зерновую массу, поступающую на элеватор, невелико, однако их различные сочетания приводят к необходимости формировать и отдельно обрабатывать большее число партий.

Наибольшее количество партий формируется на предприятиях зон, ведущих заготовку нескольких культур.

В настоящее время научно обоснованы сроки длительного хранения зерна в сухом и охлажденном состоянии и засоренностью в пределах требований к зерну на переработку. Для зерна различных культур сохранение качества на исходном уровне в зависимости от зоны и условий хранения обеспечивается в течение 4...8 лет. [96-101].

В работах, выполненных Фейденгольдом В.Б. совместно с Додиним А.В., Темирбековой С.А., Тухватулиным М.М. [102-108], приведены результаты исследований, проведенных в этом направлении, позволившие расширить знание о зерне, как объекте хранения.

Отдельные партии зерна объединяют в крупные массой несколько сот или даже тысячи тонн для хранения в силосах элеваторов или в складах. При этом в основу укрупнений партий пшеницы в пределах отдельных сортов положены показатели технологических достоинств и состояния по влажности, сорной и зерновой примесям. Укрупнение партий пшеницы осуществляется с учетом послеуборочной обработки зерна. Партии зерна сухого и средней сухости с различной степенью сорной и зерновой примесей могут быть объединены после интенсивной очистки и доведения содержания примесей до одинаковой степени чистоты.

Партии влажного зерна с различным содержанием сорной и зерновой примесей могут быть объединены после проведения технологических операций послеуборочной обработки по очистке и активному вентилированию.

Партии сырого зерна пшеницы (до и свыше ограничительных кондиций) могут быть объединены после проведения сушки и очистки и доведения их до сухого и чистого состояния.

Партии зерна пшеницы также можно укрупнять в пределах отдельных сортов, имеющих одинаковое содержание и различное качество клейковины и приобретающих разные мукомольные и

хлебопекарные свойства после эффективной сушки. В этом случае укрупненная партия приобретает одинаковые количественно-качественные характеристики клейковины при постоянной натуре с незначительными отклонениями по стекловидности.

Укрупнение выполняется вначале по отдельным сортам, а затем продолжается в зависимости от принадлежности их к сильным, ценным, твердым и слабым пшеницам. Полученные результаты по укрупнению формируемых партий пшеницы на хлебоприемных предприятиях в различные годы заготовок показывают, что количество партий по технологическим достоинствам до укрупнения составило от 2 до 7, а после укрупнения – до 1 или 2 партий в зависимости от технологических показателей качества заготавливаемой пшеницы [109].

Используя этот принципиальный подход, все количество партий пшеницы по состоянию влажности, сорной и зерновой примесей сводят к 2-3 основным партиям, а для каждой из которых требуются индивидуальные схемы, сочетающие технологические операции послеуборочной обработки [109].

Очистка является одной из важных операций обработки зерна в потоке. На основе данных о характеристиках поступающего зерна по сорной и зерновой примеси обязательно проведение операций очистки. Поэтому принимаемое зерно полностью направляется на очистку. Характеристики входных данных поступающего на прием зерна можно распространить и на зерноочистительные машины.

В соответствии с инструкциями на элеваторах предусмотрена следующая последовательность очистки:

- после разгрузки автомобилей – предварительная очистка зерна в потоке от инородных предметов, металломагнитной примеси, а также от крупных и легких случайных примесей с использованием скальператора, ворохоочистителя, пневмосепараторов;

- после сушки – очистка в потоке на сепарирующих машинах (извлечение технологически менее ценного зерна – мелкой фракции, при необходимости);

- повторная (при необходимости) очистка промежуточных фракций зерна на сепарирующих машинах, настроенных на режимы эффективного выделения примесей, в том числе с применением триеров, камнеотборников, падди-машин, пневматических и других машин.

С точки зрения обеспечения сохранности зерна, операции по предварительной очистке приобретают особую значимость.

Согласно статистическим данным, такие качественные

показатели заготавливаемого зерна, как наличие сорной и зерновой примеси, а также зараженность выше нормативных ограничительных кондиций. За последние годы результаты изучения изменения засоренности поступающего зерна показывают, что наблюдается тенденция в сторону увеличения [50,104,109,110]. При этом наибольшее количество сорного зерна приходится на северные и центральные регионы (от 34 до 43%), наименьшие – западные и восточные регионы (от 22,8 до 23,6%) [26,109].

Для изучения закономерности распределения зерна пшеницы по влажности и засоренности были собраны количественно-качественные характеристики поступающего зерна от хлебосдатчиков за 2000-2008 годы.

В таблице 7 приведены объемы заготовок и качественные показатели зерна в % за 2005 - 2008 годы [50].

Таблица 7 – Объемы заготовок и качественные показатели зерна, (%)

Годы	В том числе			
	влажного	сырого	по сорной примеси	по зерновой примеси
2005	64,7	4,9	5,6	7,8
2006	46,5	18,5	4,6	5,8
2007	40,1	3,6	5,6	5,2
2008	45	5,7	4,8	4,1

В 2005 г. принято сорного зерна сверх ограничительных кондиций 5,6 % от общего количества, в 2006 г. – 4,6%, в 2007 г. – 5,6%, в 2008 – 4,8%. Сократились объемы заготовок зерна с зерновой примесью с 7,8% от общего объема 2005 г. до 4,1% в 2008 г. Большое количество пшеницы поступило, не отвечающей базисным и ограничительным кондициям по зараженности.

Неблагоприятное влияние примесей на сохранность зерна в отдельных участках насыпи усугубляется неравномерным распределением влаги и температуры. Анализ показателей зерна показывает, что объемы заготовок зерна колеблются в значительных пределах. Вместе с тем, в 2005 г. влажного зерна принято хлебоприемными предприятиями 64,7% от общего объема заготовок, а в 2006 и 2007 гг. соответственно: 46,5% и 40,1%, в 2008г. – 45%. За рассматриваемый период количественно снизилось наличие сырого зерна с 18,5% до 5,7%.

Из данных таблицы 8 видно, что больше всего сорной примеси в зерне в Южном Казахстане, а зерновой – в Центральном и Северном Казахстане.

По сравнению с 90-ми годами зерна с сорной примесью стало на 5,6 %, а с зерновой примесью на 2,78% меньше.

Таблица 8 – Характеристика зерна по засоренности за 2000-2008 гг

Экономический регион	По сорной примеси				По зерновой примеси			
	Чистого и средней чистоты	Сорного		Всего сорного %	Чистого и средней чистоты	Сорного		Всего сорного, %
		До огран. кондиц. %	свыше огран. кондиц.			доогран. кондиц. %	свыше огран. кондиц.	
Северный Казахстан	75	18,4	6,6	25	67,3	29,6	3,1	32,7
Центральный Казахстан	82,3	15,2	2,5	17,7	54,9	38,7	6,4	45,1
Восточный Казахстан	79,5	12,8	7,7	20,5	71,3	27,2	1,5	28,7
Западный Казахстан	76,3	20,8	2,9	23,7	75,8	23,3	0,9	24,2
Южный Казахстан	65,4	26,4	8,2	34,6	69,3	25,3	5,4	30,7
Итого по Казахстану	75,7	18,72	5,58	24,3	67,82	28,72	3,46	32,18

Для установления зерноочистительных машин необходимой мощности, необходимо также определить кратность очистки зерна. При однократном пропуске зерна через сепаратор, удаляется всего 43% сорной примеси и 25% зерновой от первоначального содержания примеси при влажности зерна до 17%.

Ограничительные кондиции для зерна по содержанию сорной примеси – 2%, зерновой – 5%, а базисные кондиции, соответственно, – 1% и 2%.

Кратность очистки определяется по формуле (8):

$$C_2 = C_1 - (C_1 \cdot \alpha) / 100 \quad (8)$$

где  $C_1$  – первоначальное содержание примеси;

$\alpha$  – коэффициент, учитывающий удаление примесей.

Результаты определения кратности очистки зерна на зерноочистительных машинах по регионам Казахстана приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Кратность очистки зерна на сепараторах до ограничительных и базисных кондиций

№	Экономический район	Средневзвешенная засоренность	Расчет кратности очистки при остаточной примеси	
			До ограничительной кондиции	До базисных кондиций
1	Северный Казахстан	3,12	2	2
		5,31	1	4
2	Центральный Казахстан	3,06	1	2
		5,95	1	4
3	Восточный Казахстан	3,0	1	2
		4,1	-	3
4	Южный Казахстан	3,6	1	2
		4,22	-	3
5	Западный Казахстан	2,4	1	2
		4,6	-	3
	Всего по Казахстану	3,04	1	2
		4,84	-	3

На основе изучения суточного накопления зерна по технологическим операциям поточных линий хлебоприемного элеватора нам удалось выявить объем операций послеуборочной обработки зерна.

Послеуборочная обработка зерна в потоке представляет собой систему операций, проводимых в определенной последовательности и выполняемых одна за другой без длительных промежуточных перемещений зерна.

Поточные линии должны быть гибкими, что позволит при необходимости расчленять и разветвлять поток. Так, если производительность зерносушильного агрегата не обеспечивает просушку в потоке всего поступающего зерна, процесс обработки может быть организован по стадиям: сначала выполняется выгрузка, очистка и складирование с последующим активным вентилированием, затем очистка и сушка зерна.

Из анализа по выявлению объемов операций послеуборочной обработки зерна за период заготовок 2004-2008 гг. по результатам таблицы 10 можно проследить процентное отношение объемов операций.

Из таблицы 10 видно, что максимальное количество зерна – 64,56% от общего объема зерна подвергалось сушке, это означает, что в 2005 году зерно поступало с повышенной влажностью, и сушильное

оборудование было загружено максимально. А в 2006 году – 70,97% зерна подвергалось очистке.

Таблица 10 – Распределение объемов технологических операций зерна, поступившего с автотранспорта

Год	Распределение объемов поступившего зерна по операциям, %	
	Очистка	Сушка
2004	65,66	63,04
2005	68,57	64,56
2006	70,97	63,36
2007	64,85	36,26
2008	55,16	37,81

Сушка относится к лимитирующим операциям поточных линий хлебоприемных элеваторов северных областей Казахстана. В зависимости от климатических условий года заготовок зерно по влажности может быть с преобладающим количеством зерна сухого и средней сухости или сырого и влажного. Поэтому поступающий поток зерна по влажности бывает однородным и смешанным. Однородный поток по влажности делится на зерно чистое, сухое и средней сухости, а также влажное и сырое. Смешанный поток представляет собой чередующийся ряд зерна сухого и влажно-сырого состояния.

В системе мероприятий, обеспечивающих приведение зерна в стойкое состояние для хранения, решающая роль принадлежит его своевременной и качественной просушке, имеющей особенно важное значение в увлажненных зонах страны, где, как правило, период уборки зерновых совпадает с выпадением большого количества осадков.

В исследуемые годы заготовок зерно, требующее сушку, поступало неравномерно.

В северных районах Казахстана нередко свежесобранное зерно имеет влажность, превышающую 20%, (например, в 2006 году в Северо-Казахстанской области более 35% зерна поступило с влажностью свыше 20%) в то время как хранение с точки зрения сохранности его качества возможно при влажности 13 - 14%, а для масличных культур – 10 - 11%. Все это предопределяет необходимость своевременной и качественной просушки зерна, поступающего на хлебоприемные предприятия.

Практика показывает, что в насыпях зерна, поступающих автомобильным транспортом, влага распределена по слоям неравномерно, в результате чего создаются разные условия для

развития в ней физиологических, а также тепло-массообменных процессов.

Основной задачей сушки является понижение влажности зерна до такого состояния, при котором достигается увеличение стойкости зерна в процессе его хранения, уменьшаются расходы по перевозке и улучшается его качество.

При сушке свежееубранного зерна, наряду с понижением влажности, ставится задача выравнивания зерновой массы по влажности и степени зрелости, а также ускорения процессов, сопутствующих послеуборочному дозреванию.

Зерно перед сушкой в прямоточных и рециркуляционных шахтных сушилках (без дополнительных устройств для нагрева зерна) очищают от грубых и легких примесей, а перед сушкой в рециркуляционных сушилках с нагревом зерна в камерах с падающим слоем – только от грубых примесей.

В первую очередь сушат: партии зерна, имеющие наибольшую влажность, температуру и зараженность, размещенные на открытых площадках и в складах, не оборудованных установками для активного вентилирования; зерно пшеницы сильных, твердых и ценных сортов и культуры, менее стойкие при хранении (рис-зерно, подсолнечник, просо).

Формирование партий зерна для сушки на шахтных сушилках по влажности осуществляют: для зерновых и бобовых культур – до 17%, от 17 до 22% и свыше 22% с интервалом в 6%; для подсолнечника – до 9%, свыше 9% с интервалом в 3-4%; для риса-зерна и сои независимо от влажности с интервалом в 3%.

Зерно после сушки охлаждают до температуры не превышающей температуру наружного воздуха более чем на 10°C. При превышении этой температуры зерно дополнительно охлаждают путем вентилирования атмосферным или искусственно охлажденным воздухом и в исключительных случаях – на зерноочистительных машинах и конвейерах, когда нельзя применить указанные выше способы и средства.

На примере Жолкудукского элеватора Павлодарской области за период с 2004 по 2007 год было просушено от 6,8 тыс. тонн до 22,4 тыс. тонн зерна, что составляет 54,3% - 78% от всего поступающего зерна. Все поступающее на элеватор зерно проходит первичную обработку на СОБ. Сушильно-очистительная башня выполняет следующие основные задачи: приемку зерна с автомобильного транспорта; очистку его в потоке; сушку всего сырого и влажного зерна, принятого в склады, обслуживаемые башней, за один месяц.

Активное вентилирование зерна применяют для сохранения качества сырого и влажного зерна, ожидающего сушки, путем снижения температуры, а также охлаждения хранящегося зерна с целью повышения его стойкости, предупреждения развития плесеней и вредителей хлебных запасов.

Активное вентилирование атмосферным воздухом проводят при условии, если фактическая влажность зерна больше его равновесной влажности. Когда нет возможности определить равновесную влажность зерна, вентилирование проводят при условии, если температура наружного воздуха ниже температуры зерна на 4—5 °С и более.; в дождливую и туманную погоду этот перепад температуры должен составлять не менее 8 °С. Греющееся зерно вентилируют непрерывно, в любое время суток, независимо от погодных условий, до тех пор, пока оно не будет охлаждено до температуры наружного воздуха в ночное время или близкой к ней.

Сорное зерно перед вентилированием подвергают предварительной очистке на зерноочистительных машинах.

Проведенный анализ литературы показал важную роль активного вентилирования в обеспечении сохранности качества влажного и сырого зерна. Процессы охлаждения и сушки зерна в толстом, плотном слое (в насыпи) при активном вентилировании атмосферным подогретым или искусственно охлажденным воздухом исследованы достаточно глубоко [5,26,52,94,107,111,112].

Активное вентилирование проводится с целью снижения влажности зерна. Эта технологическая операция проводится непосредственно в силосах и складах при помощи установок для активного вентилирования. Накопление зерна на эту технологическую операцию происходит крайне неравномерно. Можно лишь отметить некоторое увеличение поступления зерна с влажностью 15-17% во второй половине периода заготовок, что связано с климатическими условиями этого времени года. В целом за весь исследуемый период (2000-2008гг.) наблюдается значительное поступление зерна, требующего активного вентилирования (таблица 11).

Максимум сырого и влажного зерна приходится на северные области (Северо-Казахстанскую, Акмолинскую, Костанайскую и Павлодарскую) – от 82,9 до 86,4 %.

Изучение распределения зерна по влажности позволило определить для каждой зоны значение коэффициентов перевода физических тонн в плановые при снижении влажности до 14%. На основе анализа количественно-качественных характеристик зерна в период 2000-2008 гг. определены основные параметры технологического проектирования зерновых элеваторов для регионов Казахстана (таблица 12).

Таблица 11 – Максимальное соотношение объемов влажного и сырого зерна по областям Казахстана, %

Области	Сухое и средней сухости	Влажное	Сырое		Влажное и сырое
			До огранич. кондиций	Свыше огранич. кондиций	
Акмолинская	14,8	8,4	20,8	56,0	85,2
Павлодарская	16,7	10,3	34,8	38,2	83,3
Северо-Казахстанская	13,6	7,2	7,8	71,4	86,4
Костанайская	17,1	44,6	25,3	13,0	82,9
Карагандинская	30,5	15,4	14,9	39,2	69,5
Восточно-Казахстанская	35,9	20,2	21,9	22,0	64,1
Алматинская	67,3	8,5	7,3	16,9	32,7
Жамбылская	88,6	5,0	4,9	1,5	11,4
Кзыл-Ординская	58,7	18,0	23,1	0,2	41,3
Южно-Казахстанская	91,0	7,1	1,0	0,9	9,0
Актюбинская	83,4	10,2	4,2	2,2	16,6
Западно-Казахстанская	81,9	10,6	3,5	3,0	17,1

Таблица 12 – Основные параметры технологического проектирования зерновых элеваторов для регионов Казахстана

Нормативные Параметры	Регионы Казахстана	По нормам	Результаты исследования			Рекомендуемые нормы
			пределы колебания	ожидаемое среднее	Коэфф-нт вариации	
1	2	3	4	5	6	7
Продолжительность заготовок (в днях)	Северный	30	30-42	36±3,71	10,3	35
	Центральный	30	32-46	37±4,96	13,40	36
	Восточный	30	31-47	38±5,34	14,05	37
	Западный	30	30-57	43± 7,63	17,74	40
	Южный	15	15-28	19±4,08	21,47	20
Возможное число партий в течение суток (шт.)	Северный	7	2-10	9,06±4,12	45,47	9
	Центральный	7	2-13	5,28 ±2,70	51,14	7
	Восточный	7	2-15	5,96 ±3,92	65,77	8
	Западный	7	2-11	4,35 ± 2,37	54,48	6
	Южный	7	2-17	4,88 ± 1,45	29,7	5
Коэффициент часовой неравномерности	С автотранспорта по Казахстану	1,6	1,31-1,58	1,34 ±0,25	18,6	1,3
		1,6	1,20-2,15	1,54 ±0,33	21,43	1,5
Коэффициент суточной неравномерности	На ж. д. транспорте по Казахстану	2,5	1,80-2,75	2,27 ±0,29	12,78	2,0
Коэффициент суточной неравномерности		2,0	1,22-2,13	1,75 ±0,25	14,29	1,5
Коэффициент месячной неравномерности						

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7
Состояние зерна по засоренности, %	Северный	100	67,3-87,0	81,86 ± 5,05		85
	Центральный Восточный	90	54,9-82,3	75,29 ± 4,35		80
		100	71,3-89,5	83,55 ± 3,27		85
	Западный	80	58,8-78,3	65,2 ± 9,25		75
	Южный	50	50,4-79,3	63,15 ± 7,54		70
Состояние зерна по влажности (влажное и сырое), %	Северный	90	50,3-84,4	62,54 ± 16,45		80
	Центральный Восточный	90	45,8-79,5	53,10 ± 8,05		60
		90	30,8-70,1	40,65 ± 9,23		50
	Западный	60	16,6-44,5	26,83 ± 5,20		30
	Южный	40	9,0-55,3	27,35 ± 5,46		30

Полученные нами уточненные параметры норм проектирования могут быть использованы в дальнейшем проектной организацией при проектировании новых и реконструкций существующих хлебоприемных предприятий.

### 2.3 Имитационная модель участка по приему зерна с автомобильного транспорта

Функциональные блоки, отображающие основные операции некой моделируемой системы, являются необходимым этапом при разработке имитационной модели [113,114]. Данный этап разработки называется функциональным моделированием. Функциональные блоки можно разделить на три основные подгруппы:

- 1) блоки, отображающие воздействие внешней среды (генераторы транзактов);
- 2) блоки для хранения транзактов;
- 3) блоки, непосредственно совершающие какие-либо операции над транзактами.

Блоки под номером 1 генерируют транзакты по некоторому распределению во времени (нормальное, экспоненциальное распределения и т.д.). Эти генераторы случайных величин генерируют также данные, необходимые при моделировании, которые хранятся в кортежах транзактов. При необходимости данные обрабатываются в третьих блоках функциональной модели и измененные сохраняются опять-таки в кортежах транзакта.

Рассмотрим пример таких кортежей. Прибывающие на предприятие автомобили, груженные зерном можно представить в виде множества  $\mathbf{z}=\{z(i)\}$ , где  $z(i)$  – кортеж,  $i =1,N$ ,  $N$  – число прибывших автомобилей;

$$\mathbf{z}=\langle z(i,1), z(i,2), z(i,3), z(i,4) \dots \rangle,$$

где  $z(i,1)$  – календарное время поступления автомобиля;

$z(i,2)$  – масса доставленного зерна;

$z(i,3)$  – влажность доставленного зерна

$z(i,4)$  – засоренность зерна и т.д.

При построении функциональной модели учитываются исходные данные и определяются средняя масса автомобилей, среднесуточные объемы поступления зерна по партиям. Начальные значения параметров, характеризующих процесс приема зерна за весь период заготовок, генерируется как случайная величина, и определяется временем прибытия первого автомобиля.

За расчетный период принимаются очередные сутки, за которые определяются объемы поступления зерна по партиям и проверяется условие: есть ли поступление зерна за очередные сутки?

Теперь построим функциональную модель рассмотренной выше задачи. Пусть на предприятие по хранению и переработке зерна прибывают автомобили и проходят следующие операции по разгрузке зерна: визировка, взвешивание на весах и разгрузка зерна. Каждый пункт обслуживания автомобиля условно назовем **обслуживающим агрегатом** (ОА). Если у обслуживающего агрегата обслуживается автомобиль, то есть обслуживающий агрегат занят, вновь прибывший автомобиль становится в очередь ожидания окончания обслуживания, в противном случае (если обслуживающий агрегат свободен) – занимает агрегат.

Функциональная модель такой системы представлена на рисунке 1.

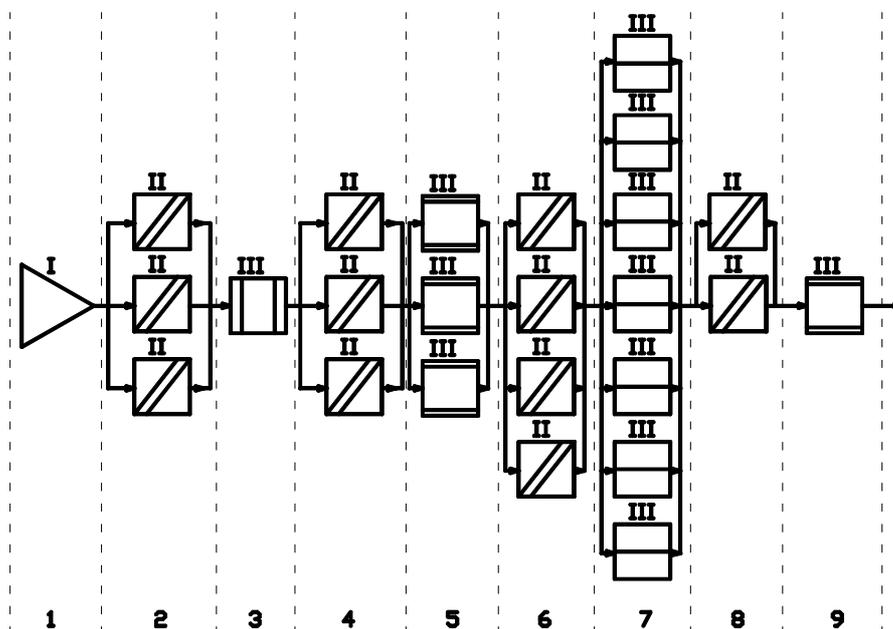
В функциональной модели первый и третий блоки активны, второй блок пассивен. Это означает, что в первом и третьем блоках имеются функции создания, обработки и/или уничтожения данных, а во втором блоке созданные и обработанные данные только хранятся, ожидая перехода транзакта в активный блок. Обратите внимание, сколько будет элементов во множестве, столько и случайных величин необходимо сгенерировать генератором при появлении второго транзакта.

Затем результаты работы выдаются на экран.

Далее определяется ближайшее событие и время его свершения, т.е.:

1. Прибыл очередной автомобиль.
2. Закончилась визировка одного из автомобилей.
3. Закончилось взвешивание на входных весах, одного из автомобилей.
4. Закончилась разгрузка одного из автомобилей.
5. Закончилось взвешивание на выходных весах одного из автомобилей.

Если прибыл очередной автомобиль, то определяется в нем вероятная партия и масса зерна и проверяется условие, есть ли свободная визировка?



1 – генератор транзактов; 2, 4, 6, 8 – очередь автомобилей; 3 – визировка; 5, 9 – весы; 7 – автомобилеразгрузчики; I блок – блок, отображающий воздействие внешней среды; II блок – блок для хранения транзактов; III блок – блок, непосредственно совершающий какие-либо операции над транзактами.

Рисунок 1 – Функциональная модель участка приема зерна из автомобилей

При наличии свободной визировки автомобиль устанавливается на обслуживание, определяется время освобождения визировки, суммирование времени работы и определение времени прибытия следующего автомобиля.

В случае занятости визировки проверяется принятое условие: очередь на одну визировку превышает принятое количество автомо-

билей? Если очередь не превышает принятое условие, то автомобиль устанавливается в очередь и определяется время прибытия следующего автомобиля. В противном случае прекращается счет, и определяются текущие затраты.

После завершения обслуживания автомобиля на визировке производится суммирование поступившего зерна и проверяется наличие свободных весов. При наличии таких производится установка автомобиля на обслуживание, определяется время освобождения весов и суммируется время их работы.

При отсутствии свободных весов поступают аналогично условиям занятости визировки.

При наличии очереди на визировку производится перемещение автомобилей, суммирование времени работы и определение времени освобождения визировки.

Для регулирования передвижения транзактов по блокам, в имитационном моделировании используется понятие состояние системы, которое определяется вектором  $s$ :

$$s = \langle s(1), s(2) \rangle,$$

где  $s(1)$  – количество транзактов в очереди;

$s(2)$  – состояние третьего блока;

$$s(2) = \begin{cases} 1, & \text{если блок 3 занят обслуживанием транзакта;} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Проанализируем продвижение транзакта по блокам (рисунок б).

Блок 1 формирует транзакт  $z$ . Далее модель проверяет состояние системы. Если  $s(1)=0$  и  $s(2)=0$ , то есть  $s = \langle 0, 0 \rangle$ , то сгенерированный транзакт передается блоку 3 (автомобиль подъезжает к обслуживающему агрегату), состояние блока 3 при этом становится равным 1 ( $s(2)=1$ ), если же на момент прибытия автомобиля обслуживающий агрегат занят ( $s(2)=1$ ), то транзакт передается блоку 2 (автомобиль становится в очередь) и количество транзактов в очереди увеличивается на 1 ( $s(1) = s(1)+1$ ).

Блок 2 сохраняет последовательность транзактов (первый поступивший во второй блок, первым же переместится в блок 3). Однако данная стратегия перемещения транзактов является уникальной для каждой задачи или даже для каждого блока по

отдельности в некоторых задачах. Можно задать более сложную стратегию, которая учитывала бы приоритет транзакта по определенным его свойствам над другими транзактами. К примеру, если мы учитываем, что при сборе урожая влажное зерно должно быстрее всех попасть в элеватор и пройти процесс сушки, то партии зерна с влажным зерном будут иметь больший приоритет над другими партиями, соответственно этому при появлении такой партии в очереди обслуживающий агрегат при завершении обслуживания очередного транзакта первым обслужит партию влажного зерна.

Блок 3 функционирует по следующему алгоритму. Освободившись от транзакта, попавшего к нему на обслуживание, мгновенно берет из блока 2 первый по очереди транзакт (или же по иной стратегии, первого выбывающего из блока 2). В данном случае проверяется условие: есть ли свободные автомобилеразгрузчики с учетом их допустимости по партиям. При наличии свободных автомобилеразгрузчиков производится постановка автомобиля на разгрузку, определение времени освобождения автомобилеразгрузчика, суммирование времени работы, количество включений и переключений поточных линий.

Далее проверяется условие: есть ли в очереди автомобили с партией зерна, которая принимается данным автомобилеразгрузчиком.

При наличии таковой производится постановка автомобиля из очереди на разгрузку на этом автомобилеразгрузчике, определяется время освобождения его, суммируется время работы и определяется количество включений и переключений поточной линии.

При этом количество транзактов в очереди уменьшается на 1, то есть  $s(1) = s(1) - 1$ . Если же  $s(1) = 0$ , то переходит в состояние ожидания ( $s(2) = 0$ ).

В заключении, функциональная модель дает нам общее представление о системе в целом и при разработке имитационной модели является неотъемлемым атрибутом, блоки которого в дальнейшем организуют классы, а кортежи в транзактах – атрибуты классов, поведением же класса являются функции обработки данных транзакта активных блоков. Сами же транзакты – это создаваемые в процессе моделирования объекты классов.

Сложность функции, выполняемой предприятиями по приему, обработке и хранению зерна, обусловлена не только характером обрабатываемого продукта - зерна, но и влиянием случайных воздействий на поступление потоков зерна, его качество, количество,

исправность и неисправность технологического транспортного оборудования и др.

Интерпретируя поточные линии хлебоприемных предприятий как технологические системы, целесообразно в качестве элемента принять технологическую операцию, поддающуюся четкому однозначному определению (прием, очистка, сушка, активное вентилирование и размещение (отгрузка) зерна).

В свою очередь, данные элементы расчленяются на технологические фазы.

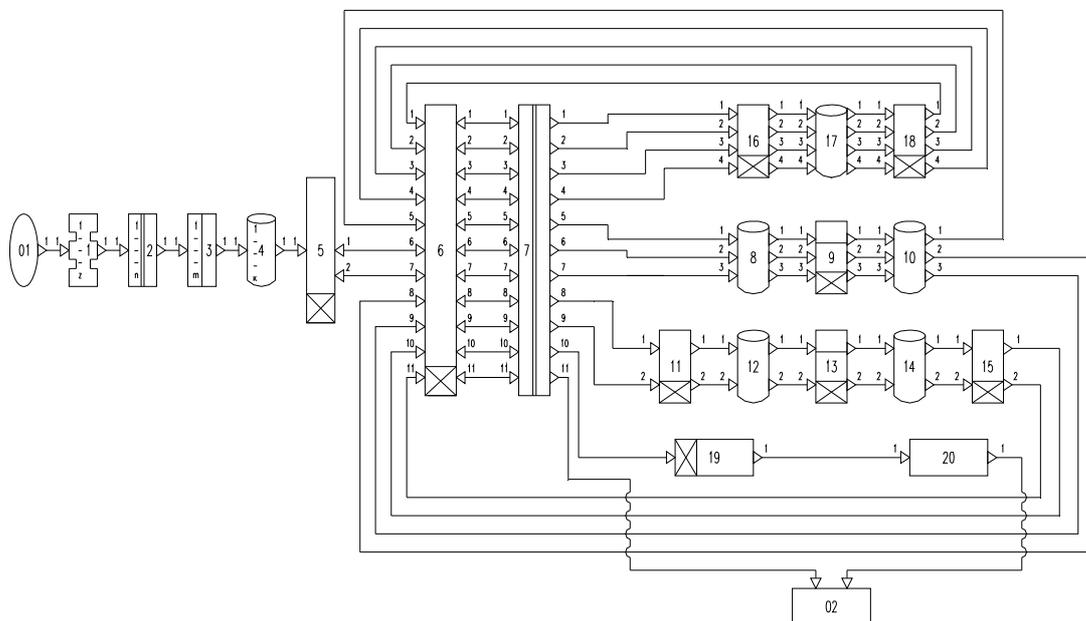
Например, технологическая операция "Прием зерна" расчленяется на технологические фазы, осуществляющие определение качества зерна, взвешивание, разгрузку и перемещение зерна на дальнейшую обработку. Каждая технологическая операция состоит из определенного числа технологических элементов. Так, разгрузка автомобилей осуществляется на нескольких автомобилеразгрузчиках, количество которых в каждом конкретном случае определяется объемом работ по приему зерна, очистка производится на 2-4 и более сепараторах и т.д.

Функционирование отдельных элементов (технологических операций) и их сопряжения с учетом структурной схемы технологического процесса ПОЗ в общем виде может быть представлено следующим образом (рис. 2).

Прием зерна с автомобильного транспорта на первом участке включает визировочную лабораторию, весы, автомобилеразгрузчики, накопительные силосы.

Автомобиль определенной грузоподъемности с зерном соответствующей партии в некоторый момент времени поступает на хлебоприемное предприятие. Поступившая партия характеризуется вектором партии, который включает в себя: момент поступления заявки на операцию (случайная величина), порцию зерна в единице автотранспорта (масса зерна в автомобиле является также случайной величиной); качественные показатели заявки - культура, влажность, засоренность с учетом приоритета. Автомобиль с зерном направляется к элементу 1.

Здесь определяется качество зерна в автомобиле. Затем автомобиль направляется к весам 2 (количество весов  $1...n$ ) для определения массы зерна, поступающего на предприятие. От элемента 2 автомобиль с зерном поступает на элемент 3 - автомобилеразгрузчики -(количество разгрузчиков  $1...m$ ), с элемента 3 зерно подается на элемент 4 - накопительные силосы. Таким



01 – поступление зерна с автомобильного транспорта; 1 – визировочная лаборатория; 2 – весы для взвешивания автомобилей; 3 – автомобилепогрузчики; 4 – накопительные вместимости; 5,11,15,16,18,19 — транспортеры; 6 – норрии; 7 – весы; 8 – надсепараторные вместимости; 9 – сепараторы; 10 – подсепараторные вместимости; 12 – надсушильные вместимости; 13 – зерносушилки; 14 – подсушильные вместимости; 17 – вместимости; 20 – отгрузочные вместимости; 02 - отгрузка

Рисунок 2 - Имитационная модель поточной технологической линии ПОЗ

образом, заявка на технологической операции "Прием зерна" обслуживается в 4 фазы: контрольно-визировочная лаборатория, взвешивание груженых автомобилей, разгрузка, взвешивание порожних автомобилей.

## 2.4 Разработка интерфейсов программных модулей

После разработки классов имитационной модели приступим к разработке интерфейсов программных модулей в программе Borland C++ Builder 6, базированного на языке программирования высокого уровня C++.

Помимо эстетических параметров основным критерием разработки интерфейсов являются легкость и простота в работе с моделью.

При запуске программы первым запускается интерфейс главного меню. В главном меню содержатся такие пункты, как «Описание задачи», «Имитационная модель» и «Выход».

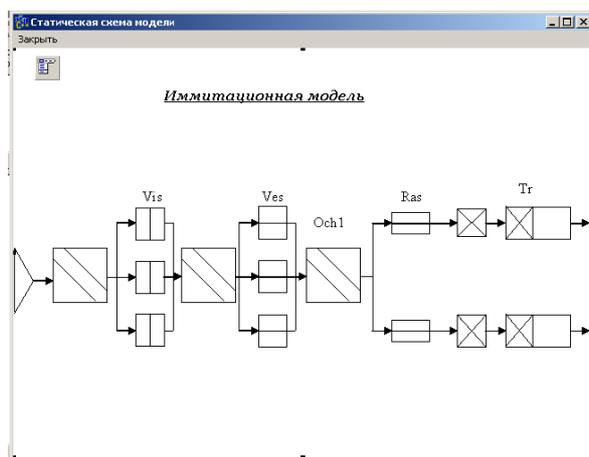


Рисунок 3– Интерфейс статической имитационной модели

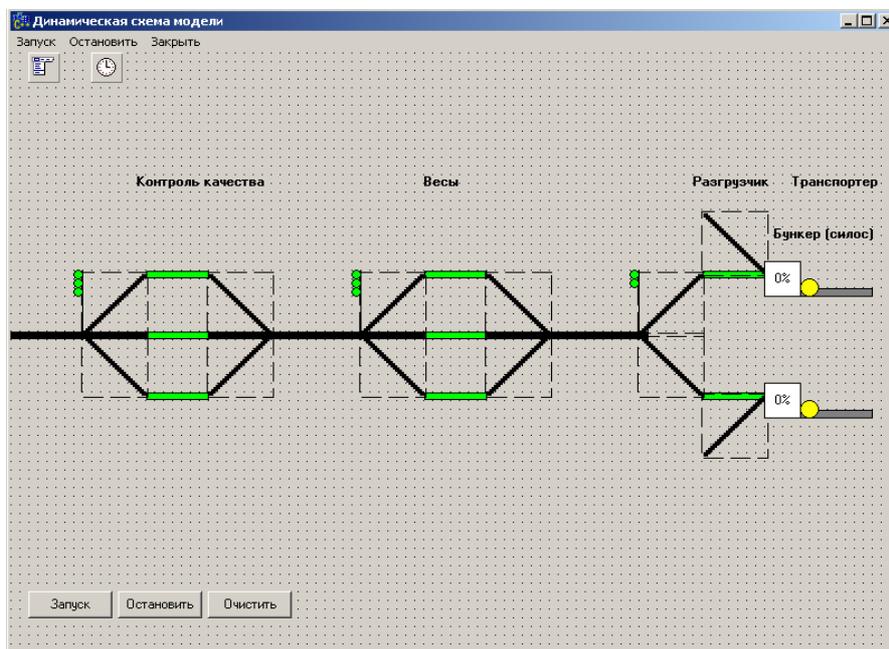


Рисунок 4 – Интерфейс динамической имитационной модели

В пункте описания задачи имеется ссылки на содержательное описание задачи, статистическую и динамическую модели. В пункте имитационной модели содержится ссылки к интерфейсам настройки

параметров моделирования и интерфейса головного программного модуля модели.

Интерфейсы статистической и динамической моделей показаны на рисунках 3, 4. Интерфейс настройки модели показан на рисунке 5. Кнопкой «Запуск», содержащей головной программный модуль. Здесь также как и в главном меню можно вызвать интерфейс настройки модели, нажав по кнопке «изменить настройки». По завершению моделирования кнопка «Посмотреть график» станет активна.

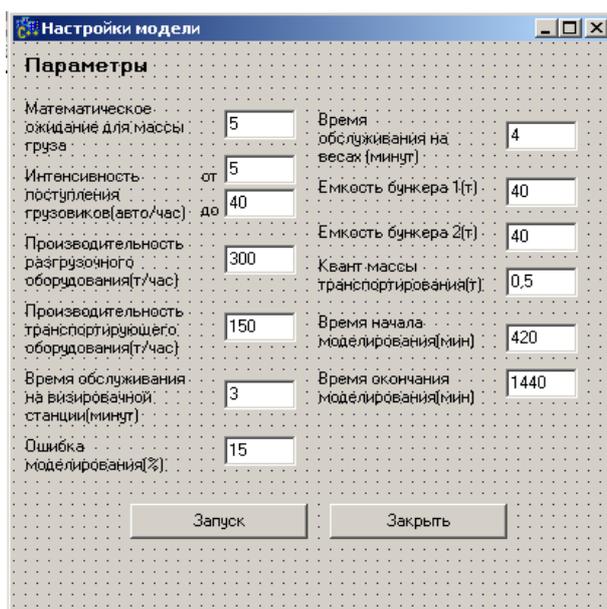


Рисунок 5 – Интерфейс настройки модели

На интерфейсе имитационной модели остановимся по подробнее, так как он является основным. В форме имеются мэмобоксы, которые по завершению моделирования содержат данные о каждом транзакте. Запуск имитационной модели осуществляется кнопкой «Запуск», содержащей головной программный модуль. Здесь также как и в главном меню можно вызвать интерфейс настройки модели, нажав по кнопке «изменить настройки». По завершению моделирования кнопка «Посмотреть график» станет активна.

Щелкнув по ней, вызовем интерфейс с графиком зависимости среднего времени пребывания автомобиля от интенсивности поступления автотранспорта (транзакта). Интерфейсы имитационной модели и графика показаны на рисунках 6 и 7.

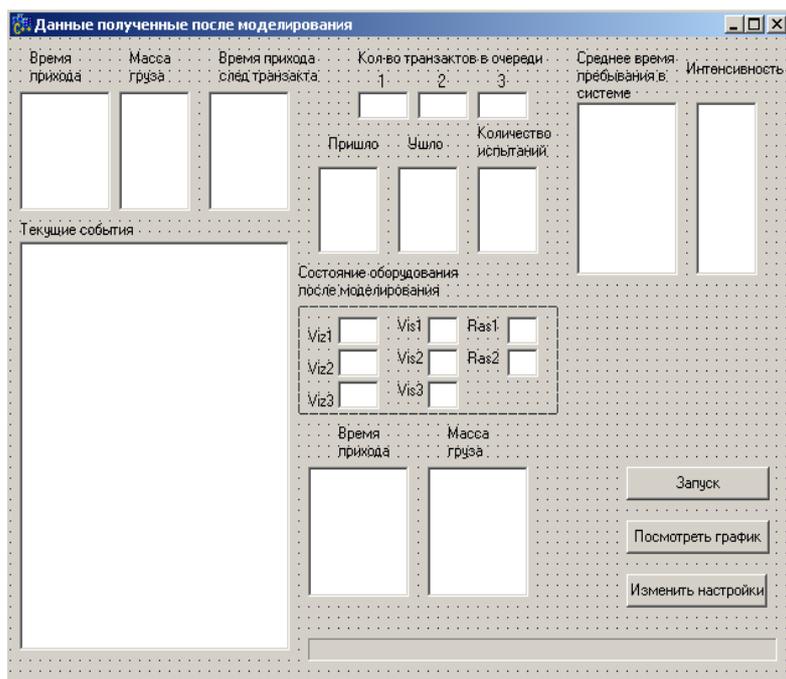


Рисунок 6 – Интерфейс имитационной модели



Рисунок 7 – Интерфейс «График»

## 2.5 Обоснование объёмов внутреннего перемещения зерновых масс на хлебоприёмных элеваторах

В производственном процессе хлебоприёмного элеватора различают два этапа работы - внешний и внутренний. В соответствии с инструкцией [115] предусматривается статья 5.6 в силосах

элеваторов, необорудованных дистанционным контролем, температуру измерять термощтангами на глубине 0,5, 1,5, 3,0 метра. Для контроля за качеством и состоянием зерна в необходимых случаях его перемещают в свободные силоса, а в случае отсутствия свободной ёмкости допускается выпуск его из силоса не более 10 % зерна, которое перемещается в тот же силос. Во время перемещения проверяют температуру, влажность, запах, цвет, заражённость вредителями, показатель свежести. В партиях семенного зерна дополнительно проверяют его всхожесть и энергию прорастания. В соответствии с позицией 5.7 инструкции [115] в таблице 13 приведены периодичность наблюдений за температурой зерна при хранении. Учитывая, что в одном предприятии одновременно могут находиться на различных стадиях заполнения несколько силосов, а иногда и несколько десятков, нетрудно подсчитать, что только для надлежащего отбора проб зерна и контроля его состояния требуется значительные затраты по его перемещению. Поэтому график суточной работы хлебоприемного элеватора предусматривает в среднем перемещение до 500 тонн зерна.

Таблица 13 - Периодические наблюдения температуры при хранении

Состояние зерна по влажности	Свежеубранное зерно (в течение трёх месяцев с момента приёма)	Прочее зерно с температурой		
		выше 10°С	от 10 до 0°С	0 °С и ниже
Сухое и средней сухости	1 раз в 5 дней	1 раз в 15 дней	1 раз в 15 дней	1 раз в 15 дней
Влажное	ежедневно	1 раз в 2	1 раз в 5	1 раз в 15
Сырое	ежедневно	дня	дней	дней

Проверку зерна на заражённость хлебными вредителями при температуре зерна +5°С и ниже осуществляют один раз в месяц, выше +5 С - два раза в месяц.

Результаты исследований, проведенных профессором Джанкуразовым Б.О., показывают возможность без снижения достоверности контролируемых показателей качества и состояния зерна, вполне достаточно выпустить из силоса 1,5-2,0 % от массы хранящегося зерна (вместо 10 % предусмотренных инструкцией) [114]. Разработанная им программа для расчета объемов и необходимого времени для внутреннего перемещения зерна на хлебоприемных элеваторах выдает данные о числе обменов воздуха межзерновых пространств и текущем уровне насыпи в силосе. При этом достигается 5-кратное снижение перемещаемого зерна.

Периодичность проверки показаний зерновой массы по ряду показателей зависит от ряда условий. Важнейшим из них является: состояние зерновой массы, т.е. её исходные качества по влажности, температуре, содержанию примесей, условий хранения зерновой массы (время года, климатические особенности местности, тип хранилища, высота насыпи и т.п.). Чем физиологически активнее зерновая масса, тем чаще проверяют её температуру. Поэтому частота наблюдений находится в прямой зависимости от влажности и температуры зерновой массы.

Объёмы внутренних перемещений предопределяются не только необходимостью формирования партий зерна и его размещения по типам, подтипам, показателям качества, характеризующим его технологические свойства в соответствии с целевым назначением, но и особенностью технологической схемы предприятий и производительности транспортного, технологического оборудования.

Предложенные Изтаевым А.И., Арынгазиным К.Ш. и Сарлыбаевой Л.М. уточненные параметры норм технологического проектирования зерновых элеваторов и методика расчета потребного количества основного технологического, транспортного оборудования и емкостей позволяют снизить объемы внутреннего перемещения зерна в 2-раза за счет повышения качества товарных партий, более рационального использования оборудования и зернохранилищ.

## **3 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕВАТОРОВ**

### **3.1 Информационные системы и их классификация**

Информационная система – это совокупность взаимосвязанных элементов, представляющих собой информационные, кадровые и материальные ресурсы, процессы, которые обеспечивают сбор, обработку, преобразование, хранение и передачу информации в организации [116,117].

Информационные технологии – это совокупность методов, процедур и средств, реализующих процессы сбора, обработки, преобразования, хранения и передачи информации.

Информация в современном мире превратилась в один из наиболее важных ресурсов, а информационные системы (ИС) стали необходимым инструментом практически во всех сферах деятельности.

Разнообразие задач, решаемых с помощью ИС, привело к появлению множества разнотипных систем, отличающихся принципами построения и заложенными в них правилами обработки информации.

Информационные системы можно классифицировать по целому ряду различных признаков. В основу рассматриваемой классификации положены наиболее существенные признаки, определяющие функциональные возможности и особенности построения современных систем. В зависимости от объема решаемых задач, используемых технических средств, организации функционирования, информационные системы делятся на ряд групп (классов) (рисунок 8).

По типу хранимых данных ИС делятся на фактографические и документальные. Фактографические системы предназначены для хранения и обработки структурированных данных в виде чисел и текстов. Над такими данными можно выполнять различные операции. В документальных системах информация представлена в виде документов, состоящих из наименований, описаний, рефератов и текстов. Поиск по неструктурированным данным осуществляется с использованием семантических признаков. Отобранные документы предоставляются пользователю, а обработка данных в таких системах практически не производится.

Основываясь на степени автоматизации информационных процессов в системе управления фирмой, информационные системы делятся на ручные, автоматические и автоматизированные.

Ручные ИС характеризуются отсутствием современных технических средств переработки информации и выполнением всех операций человеком.

В автоматических ИС все операции по переработке информации выполняются без участия человека.

Автоматизированные ИС предполагают участие в процессе обработки информации и человека, и технических средств, причем главная роль в выполнении рутинных операций обработки данных отводится компьютеру. Именно этот класс систем соответствует современному представлению понятия "информационная система".



Рисунок 8 – Классификация информационных систем

В зависимости от характера обработки данных ИС делятся на информационно-поисковые и информационно-решающие.

Информационно-поисковые системы производят ввод, систематизацию, хранение, выдачу информации по запросу пользователя без сложных преобразований данных. (Например, ИС

библиотечного обслуживания, резервирования и продажи билетов на транспорте, бронирования мест в гостиницах и пр.)

Информационно-решающие системы осуществляют, кроме того, операции переработки информации по определенному алгоритму. По характеру использования выходной информации такие системы принято делить на управляющие и советуемые.

Результатирующая информация управляющих ИС непосредственно трансформируется в принимаемые человеком решения. Для этих систем характерны задачи расчетного характера и обработка больших объемов данных. (Например, ИС планирования производства или заказов, бухгалтерского учета.)

Советуемые ИС вырабатывают информацию, которая принимается человеком к сведению и учитывается при формировании управленческих решений, а не инициирует конкретные действия. Эти системы имитируют интеллектуальные процессы обработки знаний, а не данных. (Например, экспертные системы.)

В зависимости от сферы применения различают следующие классы ИС.

Информационные системы организационного управления – предназначены для автоматизации функций управленческого персонала как промышленных предприятий, так и непромышленных объектов (гостиниц, банков, магазинов и пр.).

Основными функциями подобных систем являются: оперативный контроль и регулирование, оперативный учет и анализ, перспективное и оперативное планирование, бухгалтерский учет, управление сбытом, снабжением и другие экономические и организационные задачи.

ИС управления технологическими процессами (ТП) – служат для автоматизации функций производственного персонала по контролю и управлению производственными операциями. В таких системах обычно предусматривается наличие развитых средств измерения параметров технологических процессов (температуры, давления, химического состава и т.п.), процедур контроля допустимости значений параметров и регулирования технологических процессов.

ИС автоматизированного проектирования (САПР) - предназначены для автоматизации функций инженеров-проектировщиков, конструкторов, архитекторов, дизайнеров при создании новой техники или технологии. Основными функциями подобных систем являются: инженерные расчеты, создание

графической документации (чертежей, схем, планов), создание проектной документации, моделирование проектируемых объектов.

Интегрированные (корпоративные) ИС – используются для автоматизации всех функций фирмы и охватывают весь цикл работ от планирования деятельности до сбыта продукции. Они включают в себя ряд модулей (подсистем), работающих в едином информационном пространстве и выполняющих функции поддержки соответствующих направлений деятельности.

Анализ современного состояния рынка ИС показывает устойчивую тенденцию роста спроса на информационные системы организационного управления. Причем спрос продолжает расти именно на интегрированные системы управления. Автоматизация отдельной функции, например, бухгалтерского учета или сбыта готовой продукции, считается уже пройденным этапом для многих предприятий.

Заказчики ИС стали выдвигать все больше требований, направленных на обеспечение возможности комплексного использования корпоративных данных в управлении и планировании своей деятельности.

Таким образом, возникла насущная необходимость формирования новой методологии построения информационных систем.

Цель такой методологии заключается в регламентации процесса проектирования ИС и обеспечении управления этим процессом с тем, чтобы гарантировать выполнение требований как к самой ИС, так и к характеристикам процесса разработки. Основными задачами, решению которых должна способствовать методология проектирования корпоративных ИС, являются следующие:

- обеспечивать создание корпоративных ИС, отвечающих целям и задачам организации, а также предъявляемым требованиям по автоматизации деловых процессов заказчика;
- гарантировать создание системы с заданным качеством в заданные сроки и в рамках установленного бюджета проекта;
- поддерживать удобную дисциплину сопровождения, модификации и наращивания системы;
- обеспечивать преемственность разработки, т.е. использование в разрабатываемой ИС существующей информационной инфраструктуры организации (задела в области информационных технологий).

Внедрение методологии должно приводить к снижению сложности процесса создания ИС за счет полного и точного описания

этого процесса, а также применения современных методов и технологий создания ИС на всем жизненном цикле ИС - от замысла до реализации.

Проектирование ИС охватывает три основные области:

- проектирование объектов данных, которые будут реализованы в базе данных;
- проектирование программ, экранных форм, отчетов, которые будут обеспечивать выполнение запросов к данным;
- учет конкретной среды или технологии, а именно: топологии сети, конфигурации аппаратных средств, используемой архитектуры (файл-сервер или клиент-сервер), параллельной обработки, распределенной обработки данных и т.п.

Проектирование информационных систем всегда начинается с определения цели проекта. В общем виде цель проекта можно определить как решение ряда взаимосвязанных задач, включающих в себя обеспечение на момент запуска системы и в течение всего времени ее эксплуатации:

- требуемой функциональности системы и уровня ее адаптивности к изменяющимся условиям функционирования;
- требуемой пропускной способности системы;
- требуемого времени реакции системы на запрос;
- безотказной работы системы;
- необходимого уровня безопасности;
- простоты эксплуатации и поддержки системы.

Согласно современной методологии, процесс создания ИС представляет собой процесс построения и последовательного преобразования ряда согласованных моделей на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ) ИС. На каждом этапе ЖЦ создаются специфичные для него модели - организации, требований к ИС, проекта ИС, требований к приложениям и т.д. Модели формируются рабочими группами команды проекта, сохраняются и накапливаются в репозитории проекта. Создание моделей, их контроль, преобразование и предоставление в коллективное пользование осуществляется с использованием специальных программных инструментов - CASE-средств.

Процесс создания ИС делится на ряд этапов (стадий), ограниченных некоторыми временными рамками и заканчивающихся выпуском конкретного продукта (моделей, программных продуктов, документации и пр.).

Обычно выделяют следующие этапы создания ИС: формирование требований к системе, проектирование, реализация,

тестирование, ввод в действие, эксплуатация и сопровождение. Начальным этапом процесса создания ИС является моделирование бизнес-процессов, протекающих в организации и реализующих ее цели и задачи. Модель организации, описанная в терминах бизнес-процессов и бизнес-функций, позволяет сформулировать основные требования к ИС. Это фундаментальное положение методологии обеспечивает объективность в выработке требований к проектированию системы. Множество моделей описания требований к ИС затем преобразуется в систему моделей, описывающих концептуальный проект ИС. Формируются модели архитектуры ИС, требований к программному обеспечению (ПО) и информационному обеспечению (ИО). Затем формируется архитектура ПО и ИО, выделяются корпоративные БД и отдельные приложения, формируются модели требований к приложениям и проводится их разработка, тестирование и интеграция.

Целью начальных этапов создания ИС, выполняемых на стадии анализа деятельности организации, является формирование требований к ИС, корректно и точно отражающих цели и задачи организации-заказчика. Чтобы специфицировать процесс создания ИС, отвечающей потребностям организации, нужно выяснить и четко сформулировать, в чем заключаются эти потребности. Для этого необходимо определить требования заказчиков к ИС и отобразить их на языке моделей в требования к разработке проекта ИС так, чтобы обеспечить соответствие целям и задачам организации.

Задача формирования требований к ИС является одной из наиболее ответственных, трудно формализуемых и наиболее дорогих и тяжелых для исправления в случае ошибки. Современные инструментальные средства и программные продукты позволяют достаточно быстро создавать ИС по готовым требованиям. Но зачастую эти системы не удовлетворяют заказчиков, требуют многочисленных доработок, что приводит к резкому удорожанию фактической стоимости ИС. Основной причиной такого положения является неправильное, неточное или неполное определение требований к ИС на этапе анализа.

На этапе проектирования прежде всего формируются модели данных. Проектировщики в качестве исходной информации получают результаты анализа. Построение логической и физической моделей данных является основной частью проектирования базы данных. Полученная в процессе анализа информационная модель сначала преобразуется в логическую, а затем в физическую модель данных.

Параллельно с проектированием схемы базы данных выполняется проектирование процессов, чтобы получить спецификации (описания) всех модулей ИС. Оба эти процесса проектирования тесно связаны, поскольку часть бизнес-логики обычно реализуется в базе данных (ограничения, триггеры, хранимые процедуры). Главная цель проектирования процессов заключается в отображении функций, полученных на этапе анализа, в модули информационной системы. При проектировании модулей определяют интерфейсы программ: разметку меню, вид окон, горячие клавиши и связанные с ними вызовы.

Конечными продуктами этапа проектирования являются:

- схема базы данных (на основании ER-модели, разработанной на этапе анализа);
- набор спецификаций модулей системы (они строятся на базе моделей функций).

Кроме того, на этапе проектирования осуществляется также разработка архитектуры ИС, включающая в себя выбор платформы (платформ) и операционной системы (операционных систем). В неоднородной ИС могут работать несколько компьютеров на разных аппаратных платформах и под управлением различных операционных систем. Кроме выбора платформы, на этапе проектирования определяются следующие характеристики архитектуры:

- будет ли это архитектура "файл-сервер" или "клиент-сервер";
- будет ли это 3-уровневая архитектура со следующими слоями: сервер, ПО промежуточного слоя (сервер приложений), клиентское ПО;
- будет ли база данных централизованной или распределенной. Если база данных будет распределенной, то какие механизмы поддержки согласованности и актуальности данных будут использоваться;
- будет ли база данных однородной, то есть, будут ли все серверы баз данных продуктами одного и того же производителя (например, все серверы только Oracle или все серверы только DB2 UDB). Если база данных не будет однородной, то какое ПО будет использовано для обмена данными между СУБД разных производителей (уже существующее или разработанное специально как часть проекта);
- будут ли для достижения должной производительности использоваться параллельные серверы баз данных (например, Oracle Parallel Server, DB2 UDB и т.п.).

Этап проектирования завершается разработкой технического проекта ИС.

На этапе реализации осуществляется создание программного обеспечения системы, установка технических средств, разработка эксплуатационной документации.

Этап тестирования обычно оказывается распределенным во времени.

После завершения разработки отдельного модуля системы выполняют автономный тест, который преследует две основные цели:

- обнаружение отказов модуля (жестких сбоев);
- соответствие модуля спецификации (наличие всех необходимых функций, отсутствие лишних функций).

После того как автономный тест успешно пройдет, модуль включается в состав разработанной части системы и группа сгенерированных модулей проходит тесты связей, которые должны отследить их взаимное влияние.

Далее группа модулей тестируется на надежность работы, то есть проходят, во-первых, тесты имитации отказов системы, а во-вторых, тесты наработки на отказ. Первая группа тестов показывает, насколько хорошо система восстанавливается после сбоев программного обеспечения, отказов аппаратного обеспечения. Вторая группа тестов определяет степень устойчивости системы при штатной работе и позволяет оценить время безотказной работы системы. В комплект тестов устойчивости должны входить тесты, имитирующие пиковую нагрузку на систему.

Затем весь комплект модулей проходит системный тест – тест внутренней приемки продукта, показывающий уровень его качества. Сюда входят тесты функциональности и тесты надежности системы.

Последний тест информационной системы - прямо-сдаточные испытания. Такой тест предусматривает показ информационной системы заказчику и должен содержать группу тестов, моделирующих реальные бизнес-процессы, чтобы показать соответствие реализации требованиям заказчика.

Необходимость контролировать процесс создания ИС, гарантировать достижение целей разработки и соблюдение различных ограничений (бюджетных, временных и пр.) привело к широкому использованию в этой сфере методов и средств программной инженерии: структурного анализа, объектно-ориентированного моделирования, CASE-систем.

## 3.2 Основы построения систем автоматизированного проектирования (САПР)

### 3.2.1 Системный подход. Основные понятия и определения

Методология автоматизированного проектирования во многом определяется характеристиками решаемых задач. Задачи технологического проектирования обладают всеми признаками сложных систем [68]:

- многообразие структуры (сети, деревья, иерархические структуры и т.д.);
- многосвязность элементов (взаимосвязь подсистем в одном уровне и между различными уровнями иерархии);
- многообразие природы элементов (машины, автоматы, люди-операторы);
- многократность изменения состава и состояния системы (переменность структуры, связей и состава системы);
- многокритериальность (наличие локальных критериев для подсистем и глобального критерия для системы в целом, их противоречивость) (рисунок 9).

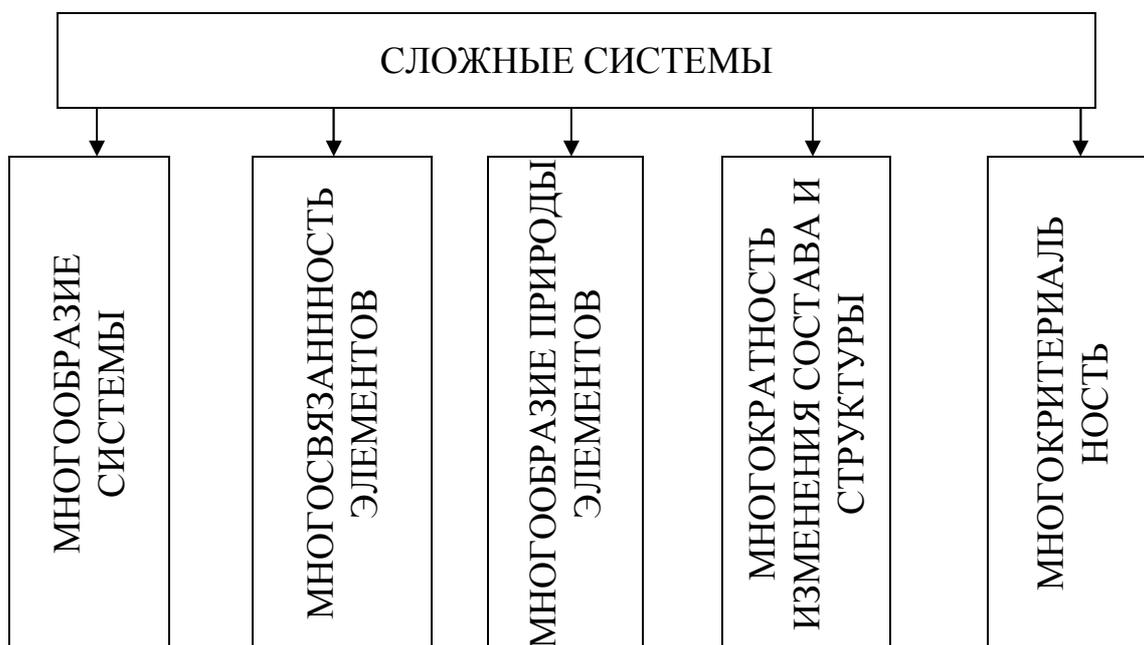


Рисунок 9– Признаки сложных систем

Для исследования и разработки сложных задач в современной науке используется системный подход. Основные элементы системного подхода:

- формулирование целей системы и установление их иерархии до начала деятельности, связанной с принятием решений;
- разработка математических или логических моделей, отражающих содержание целей;
- определение ограничений и требований, накладываемых на систему средой;
- разработка различных (альтернативных) способов достижения целей;
- оценка вариантов решений, основанная на всем принятом комплексе критериев, всесторонне характеризующих варианты;
- правило выбора предпочтительного варианта (рисунок 10).

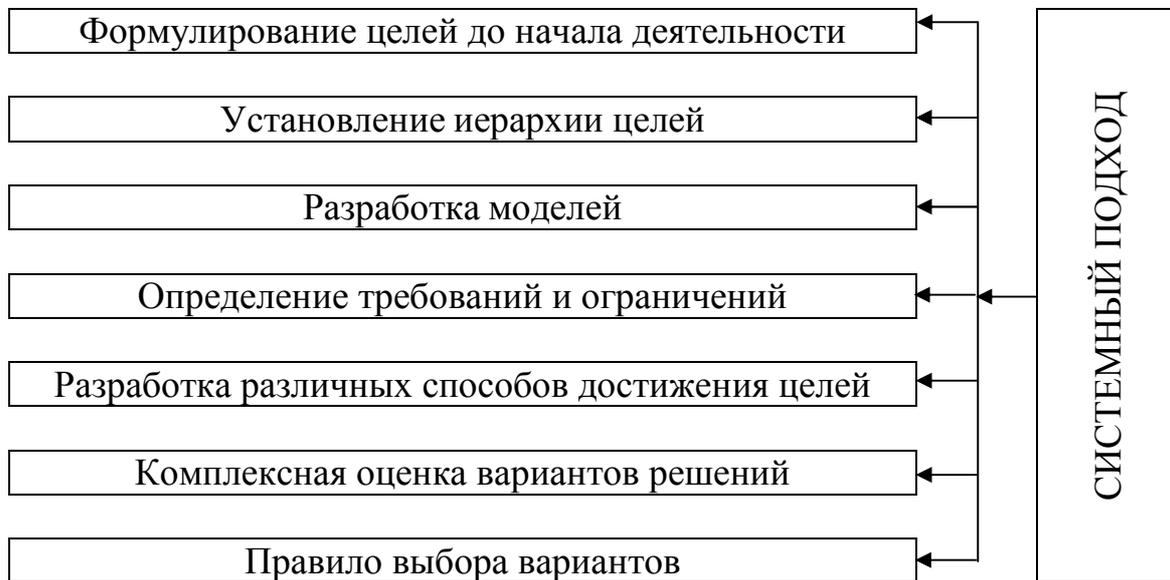


Рисунок 10 – Основные элементы системного подхода

В рамках системного подхода выделяют самостоятельные научные дисциплины: исследование операций, системотехника, системный анализ, принятие решений. Областью исследования операций служит в основном выработка оптимальных стратегий поведения существующих систем; системотехники – проектирование новых, главным образом технических систем. Применение методов системотехники в строительстве исследуется в научно-технической дисциплине системотехника строительства, объекты изучения которой – технические, организационные, управленческие системы и межсистемные связи, содействующие достижению конечного результата. Как и в исследовании операций, так и в системотехнике сравнение вариантов производится аналитическими методами.

К особенностям системного анализа относится его направленность на проблемы, где наряду с количественными присутствуют и качественные факторы. Основное средство сравнения вариантов в системном анализе – метод «стоимость – эффективность», а основная сфера использования – большие организационные системы.

Методы теории принятия решений базируются на признании центральной роли человека и направлены в основном на проблемы, где качественные факторы оказывают существенное влияние на решение задачи.

Под принятием решений как научным направлением чаще всего принимают разработку методов позволяющих человеку сравнивать или оценивать варианты принимаемых решений. Современная теория принятия решений располагает развитым математическим аппаратом, позволяющим формализовать отдельные предпочтения лиц, принимаемых решений. Современная теория принятия решений располагает развитым математическим аппаратом, позволяющим формализовать отдельные предпочтения лиц, принимающих решения (ЛПР), представив их в конечном виде в форме алгоритмов. Необходимость в разработке специальных методов сравнения вариантов при решении сложных задач объясняется тем, что аналитические методы, используемые в исследовании операций, системотехнике, системном анализе, могут быть использованы только для решения некоторых частей сложных задач, для решения задачи в целом они непригодны.

Существует множество определений понятия система. Наиболее распространены из них:

- система – целостное взаимосвязанное множество объектов, предметов;
- система – организованное множество структурных элементов, выполняющих определенную функцию;
- система – порядок (план, классификация), по которому располагается группа понятий для образования единого стройного целого;
- система – целостное множество объектов (элементов), связанных между собой взаимными отношениями.

Анализируя существующие определения, можно отметить, что понятие «система» основывается на таких факторах, как наличие множества составляющих элементов, их взаимосвязей, некоторой цели функционирования, среды системы. Кроме того, в ряде определений отражено, что система представляет собой элемент

системы более высокого порядка, а элементы системы, в свою очередь, существуют как системы более низкого порядка. Названные факторы являются системообразующими, т.е. необходимыми для образования систем и, в частности, систем автоматизированного проектирования.

Системный подход предполагает обязательный анализ структуры системы. Под структурой понимается совокупность элементов системы и устойчивых связей между ними, обеспечивающих её целостность и тождественность самой себе, т. е. сохранение основных свойств при различных внешних и внутренних изменениях.

В целях упрощения исследования, разработки, организации и управления системой она обычно подразделяется на более мелкие структурные части – элементы системы.

Таким образом, структура системы может быть определена через понятия «система», «элемент», «связь».

Под элементом системы понимается, как правило, часть системы, неделимая с точки зрения принятого аспекта исследования системы.

Анализ взаимосвязи понятий «система» и «элемент» показывает, что система обладает такой целостностью, при которой каждый её элемент есть причина и одновременно следствие состояния другого элемента системы. Вместе с тем, несмотря на относительную самостоятельность её элементов, абсолютная их самостоятельность невозможна. Целостность системы обеспечивается посредством связи между её элементами. Характеристика связи влияет на тип структуры системы.

Связи системы могут квалифицироваться, по крайней мере, на два типа: между однородными элементами и между элементами, находящимися в определённой зависимости. Первый тип связи определяет «горизонтальную», а второй – «вертикальную» иерархическую структуру. Последовательное вертикальное расположение подсистем, составляющих системы, даёт только из трёх существующих характеристик иерархии. К двум другим относятся: приоритет действий и целей нижнего уровня по отношению к верхним, с одной стороны, и зависимость действий нижнего уровня от исполнения верхними уровнями своих функций, с другой.

Иерархия – специфический признак сложных систем. Действительно сложную систему невозможно описать полно и детально, не установив отношений иерархии, когда каждый элемент

системы выполняет свою функцию, которая служит составной частью функции всей системы.

Таким образом, иерархические структуры позволяют совершить логический переход от целого к части, что повышает вероятность упорядочения всех свойств в соответствии с общими требованиями: чем выше уровень иерархии, тем детальнее и конкретнее становится содержание системы, чем ниже – тем яснее общие цели системы.

Следует различать иерархию элементов и иерархию целей. Представление системы в виде иерархии целей означает декомпозицию сложной системы принятия решений на более простые таким образом, что их решение позволяет решить исходную задачу.

Широкое применение в разработке систем автоматизированного проектирования объектов строительства нашли принципы кибернетики. Предмет изучения кибернетики – сложные системы, способные хранить, передавать и преобразовывать информацию.

Один из самых важнейших принципов кибернетики заключается в том, что все системы рассматриваются с точки зрения возможности формализации, т. е. строгого математического описания процессов, которые связаны с управлением и переработкой информации. Такой подход предполагает широкое использование математического моделирования.

Метод математического моделирования стал основным и в системах автоматизированного проектирования. Однако не все понятия и процессы в проектировании могут быть описаны математически.

Моделирование понятий и процессов, которые не поддаются математическому описанию, производится в кибернетике с помощью специфического функционального подхода, получившего название «чёрный ящик».

«Чёрный ящик» – это система, в которой внешнему наблюдению доступны лишь входные и выходные величины, а внутреннее устройство и характер процессов, протекающих в системе, неизвестны.

Пусть на входе системы будут иметь место воздействия  $x_1, x_2, \dots, x_m$ , а на выходе сигналы  $y_1, y_2, \dots, y_m$  (рисунок 11). Если с такой системой провести эксперимент, изменяя входные данные, то, не зная устройства самой системы, можно сделать вывод о том, какие выходные данные могут быть получены при изменении входных. Таким образом, с помощью метода «чёрного ящика» сложные системы, полностью не поддающиеся обзору и описанию, можно

преобразовывать в системы, которые математически описываются и могут быть представлены в виде программ для ПК.



Рисунок 11 – Схема функционирования системы по принципу «черного ящика»

В системах автоматизированного проектирования получили применение и такие понятия, как «прямая» и «обратная» связь.

Прямой связью называется связь, посредством которой происходит передача от управляющего объекта управляемому объекту. Обратной связью называется связь, посредством которой происходит передача от управляющего объекта управляющему органу информации о состоянии управляемого объекта и о результатах воздействия на него со стороны управляющего органа. Схема функционирования систем с прямыми и обратными связями в самом общем виде изображена на рисунке 12.

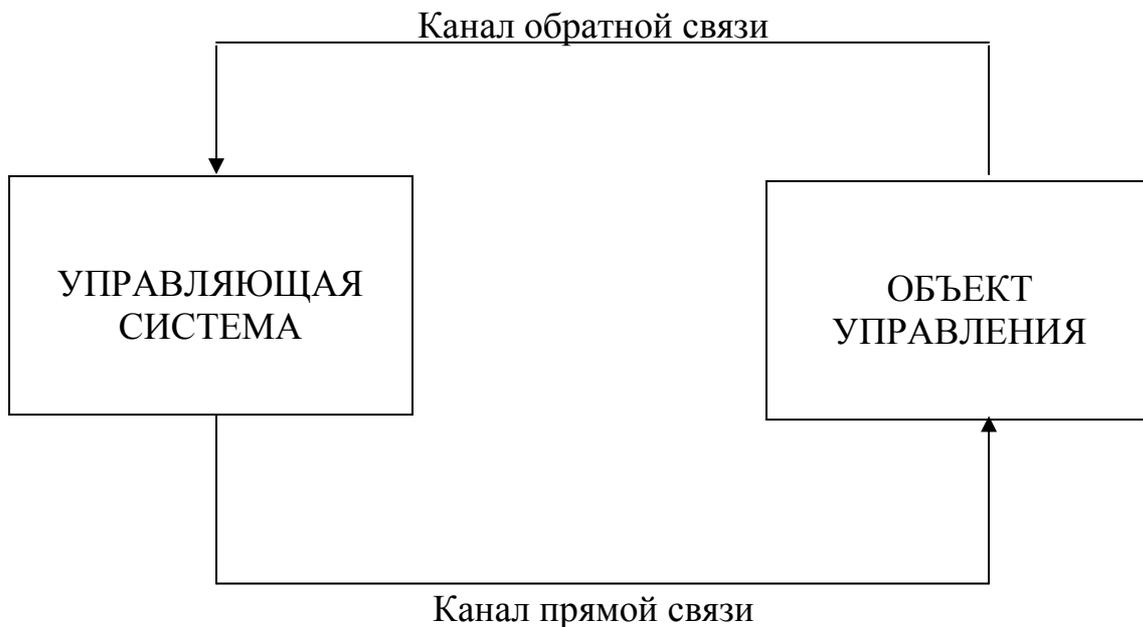


Рисунок 12 – Схема функционирования произвольной системы управления

В такой системе управляющая система воздействует на объект управления по каналу прямой связи и получает по каналу обратной связи информацию о результатах этого воздействия. Таким образом, управляющая система не только «знает», как себя ведёт управляемая система, но и может в зависимости от её поведения изменять свои команды для достижения заданной цели.

Одна из главных проблем, которая разрабатывается в кибернетике – проблема взаимодействия человека и ПК. Смысл постановки этой проблемы в границах систем автоматизированного проектирования объектов заключается в том, чтобы, с одной стороны, с помощью машины расширить творческие возможности человека-проектировщика, предоставив ему новую информацию при решении задач проектирования, а с другой стороны, освободить проектировщика от самых трудоёмких операций, которые могут выполняться ПК.

Кроме общих теоретических положений для разработки систем автоматизированного проектирования конкретных объектов требуется знание специальной теоретической базы, на которой основывается данная область знаний.

Для автоматизации архитектурно – строительного и технологического проектирования такой специальной теоретической базой служат строительные и технологические научные дисциплины. К ним относятся основы проектирования: виды объектов строительства, их классификация, требования к объектам; единая модульная система, унификация, типизация, нормализация в строительстве; технология предприятий по хранению и переработке зерна; физико-технические основы проектирования (теплофизика, светотехника, инсоляция, акустика) и т. д.

### **3.2.2 САПР: принципы разработки, структура**

Система автоматизированного проектирования (САПР) представляет собой организационно-техническую систему, состоящую из комплексов средств автоматизации проектирования, взаимосвязанного с подразделениями проектной организации, и выполняющую автоматизированное проектирование [118, 119].

В определении САПР нашло отражение то обстоятельство, что система основана на применении технических и математических средств и построена в соответствии с едиными методологическими и организационными принципами. Важным моментом, характеризующим **автоматизированные** системы, является и то, что проектирование в них ведётся с участием человека, в отличие от

систем **автоматических**, где человек в процессе проектирования не участвует.

Разработка систем автоматизированного проектирования должна производиться в соответствии со следующими принципами: системное единство, в развитии, совместимость, стандартизация.

**Системное единство** означает обеспечение целостность в процессе ее создания, функционирования и развития. Одно из условия этого обеспечения-подчинения частных целей общей цели системы, т. е. направленность работы отдельных частей систем на достижение результата, который служит целью работы системы в целом. Иначе говоря, критерии оптимальности системы в целом и отдельных ее частей должны быть согласованы между собой таким образом, чтобы общий результат был максимально эффективен. В такой ситуации улучшения работы отдельных частей системы, не согласована с работой всей системы, может снизить эффективность общего результата.

**Принцип развития** заключается в возможности пополнения, совершенствования и обновления структуры и функционального назначения системы в процессе ее создания и эксплуатации. Необходимость соблюдения этого принципа объясняется тем, что система не стабильна, а находится в постоянном динамическом развитии. Отдельные элементы системы устаревают, др. Обновляются и пополняются, появляются новые элементы – отдельные фрагменты в составе имеющихся подсистем или целые подсистемы.

**Принцип совместимости** означает использование системе таких кодов, языков, символов, технических характеристик и т.п., которые обеспечивают совместное функционирование всех ее подсистем.

При этом должно быть предусмотрено и сохранение открытой структуры системы, т.е. такой структуры, которая дает возможность включать новые элементы без изменения всей организации системы.

**Принцип стандартизации** заключается в проведении унификации, типизации и стандартизации подсистем и компонентов, инвариантных к проектируемым объектам и отраслевой специфике.

В частности, это означает унификацию и централизацию информации, которая обрабатывается в системе. Вся информация, которая собирается, хранится и обрабатывается в системе, должна быть скомплектована на основе единого банка данных единых массивов. Это приводит не только к унификации форм и вставления информации, но и появлению новых возможностей системы, связанных с получением данных о поведении системы в целом.

Структурно САПР подразделяется на отдельные составные части, которые обладают всеми признаками систем (подсистемы). **Подсистема САПР**, выделенная по некоторым признакам часть САПР, обеспечивает получение законченных проектных решений и соответствующих проектных документов.

### **3.2.3 Стадии и этапы создания САПР**

Создание и развитие САПР ведется очередями. Последующая очередь САПР является расширением предыдущей и создается путем ввода в эксплуатацию новых подсистем и компонентов САПР.

Дальнейшее развитие САПР осуществляется путем совершенствования имеющихся подсистем и компонентов САПР, их связей между собой и с подразделениями проектной организации.

Устанавливаются следующие стадии создания САПР, подсистем и компонентов САПР [120-124]:

- предпроектные исследования;
- техническое задание;
- техническое предложение;
- технический проект;
- рабочий проект;
- ввод в действие.

На стадиях разработки САПР решаются следующие задачи:

- планирование потока заказов на проектные работы, выполняемые в САПР;
- разработка конфигурации комплекса средств автоматизации проектирования (совокупность средств методического, программного, технического, информационного и организационного обеспечения) в проектной организации;
- проектирование перестройки технологии и управления внутри САПР и в остальной части проектной организации;
- разработка организационной структуры подразделений той части проектной организации, которая преобразуется в САПР, и остальной части проектной организации, сопряженной с САПР;
- проектирование подсистем САПР, т.е. взаимосвязей компонентов и специалистов в САПР;
- оценка и выбор объема затрат на создание САПР (включая сроки ее создания и кадровые ресурсы - необходимый состав разработчиков САПР).

Все указанные задачи должны быть направлены на достижение основной цели создания САПР проектной организации:

- повышения качества и технико-экономического уровня

предприятий по хранению и переработке зерна;

- повышения эффективности объектов проектирования, уменьшения затрат на их создание и эксплуатацию;

- сокращение сроков, трудоемкости проектирования и повышения качества проектной документации.

На стадиях технического и рабочего проекта могут выполняться работы по изготовлению (монтажу) и наладке компонентов САПР, входящих в создаваемые подсистемы или очередь САПР.

Испытания подсистем и компонентов САПР проводятся на стадии рабочего проекта.

При создании САПР стадия технического предложения не является обязательной, а входящие в нее работы выполняются на стадии технического проекта.

При создании подсистем САПР стадии предпроектных исследований и технического предложения не являются обязательными.

При создании компонентов САПР стадии предпроектных исследований, технического предложения и технического проекта не являются обязательными.

Целью работ на стадии предпроектных исследований - изучение существующих в проектной организации процессов проектирования, закономерностей совершенствования объектов проектирования, оценка технико-экономической целесообразности создания САПР и формирование совокупности исходных требований к функциям и структуре САПР.

Разработка технического задания проводится на основании результатов предпроектных исследований, а также обобщения опыта работ в области САПР.

Техническое задание после согласования и утверждения является основным документом, регламентирующим проведение работ на последующих стадиях создания САПР, подсистемы или компонента САПР.

Целью работ на стадии технического предложения является детальное технико-экономическое обоснование целесообразности создания САПР с функциями и характеристиками, обусловленными в техническом задании.

При разработке технического предложения проводится сравнительный анализ различных вариантов системы, выбор рационального варианта САПР и уточняются требования к содержанию работ на последующих стадиях создания САПР.

Целью работ на стадии технического проекта является

разработка окончательных технических решений, дающих полное представление о создаваемой САПР или подсистеме САПР с заданными функциями и техническими характеристиками.

В техническом проекте устанавливается структура системы, состав подсистем и компонентов САПР и связей между ними; составляются технические задания на создание или адаптацию компонентов' технического, программного и информационного обеспечения.

Целью работ на стадии рабочего проекта является разработка рабочей документации, достаточной для изготовления (монтажа) наладки и испытаний компонентов САПР и ввода в действие подсистем САПР и соответствующей очереди САПР в целом.

На стадии рабочего проекта должны быть изготовлены (смонтированы), отлажены и испытаны компоненты программного, технического и информационного обеспечения, необходимые для ввода подсистемы или очереди САПР в опытную эксплуатацию.

Как на стадии технического проекта, так и на стадии рабочего проекта выполняются работы по реализации проектных решений, в том числе изготовление, монтаж, наладка и отладка компонентов САПР: формирование коллективов специалистов САПР и обслуживающего персонала, а также обучение этих специалистов.

Допускается доработка документации рабочего проекта по результатам испытаний и опытной эксплуатации.

Доработка рабочего проекта по результатам опытной эксплуатации может планироваться как отдельный этап работ по созданию САПР.

Стадия ввода в действие включает опытную эксплуатацию и приемочные испытания подсистем и компонентов САПР.

Ввод в действие последующей очереди САПР осуществляется путем ввода в действие новых или модернизированных подсистем САПР.

Более подробно рассмотрим содержание ТЗ.

Техническое задание является исходным документом, устанавливающим основное назначение, технические характеристики и технико-экономические требования, предъявляемые к создаваемой САПР, подсистеме или компоненту САПР.

Техническое задание разрабатывается проектной организацией-разработчиком САПР, подсистемы или компонента САПР.

Техническое задание на САПР проектной организации или типовую подсистему САПР утверждается министерством или ведомством в установленном порядке.

Технические задания на подсистемы и компоненты САПР утверждаются руководителем проектной организации, в которой создается САПР.

Техническое задание должно быть согласовано:

- с основным потребителем (пользователем) САПР или подсистемы САПР;

- головной организацией по САПР (при создании САПР проектной организации или типовой подсистемы САПР).

Разработка, согласование и утверждение дополнений к техническому заданию проводится в порядке, установленном для технического задания.

Техническое задание должно состоять из следующих разделов:

- наименование и область применения;
- основание для создания САПР;
- цель и назначение разработки;
- характеристика объектов проектирования;
- характеристика структуры проектной организации;
- характеристика процессов проектирования;
- требования к САПР-ПХОЗ,
- технико-экономические показатели;
- стадии и этапы;
- порядок испытаний и ввода в действие;
- приложения.

Допускается уточнять названия разделов и вводить новые разделы.

В разделе «Наименование и область применения» указывается наименование и условное обозначение САПР (например, САПР-ПХОЗ), краткая характеристика области применения, название организации подразделений-пользователей, наименование головной организации разработки САПР, перечень организаций-исполнителей и соисполнителей и класс объектов проектирования, для которых создается САПР.

В разделе «Основание для создания САПР» приводятся наименования документов (утвержденных планов, постановлений, приказов), на основании которых проводится создание САПР.

В разделе «Цель и назначение разработки» определяются цели создания САПР, даются оценки улучшения технико-экономических характеристик проектируемых объектов и процесса проектирования при использовании САПР по сравнению с традиционными методами и средствами проектирования, функциональное значение создаваемой САПР и ее роль в системе более высокого уровня.

В разделе «Характеристика объектов проектирования» приводятся сведения о назначениях, структуре, условиях применения и прогноза развития предприятий по хранению и переработке зерна, технологических процессов для проектирования которых создается САПР.

Объектами проектирования могут быть элеваторы, мельзаводы и комбизаводы. В [125] приведены факторы, влияющие на структуру элеватора, а также факторы, влияющие на структуру технологического маршрута и дана систематизация этих факторов. Они могут рассматриваться в разделе «Характеристика объектов проектирования».

В разделе «Характеристика процессов проектирования» анализируются существующие процессы проектирования и их недостатки, а также приводятся сведения о перспективных методах проектирования, которые предполагается применить в создаваемой САПР.

В разделе «Требования к САПР-ПХПЗ» указываются требования к структуре, подсистемам и средствам обеспечений (методическое, информационное, программное, техническое и организационное).

В разделе «Технико-экономические показатели затрат на разработку» оцениваются затраты на создание САПР, источники получения экономии и ожидаемая экономическая эффективность от применения САПР.

В разделе «Стадии и этапы» устанавливаются стадии, этапы и сроки выполнения работ по созданию САПР, а также указываются основные исполнители работ.

В разделе «Порядок испытаний и ввода в действие» приводятся требования к проведению испытаний и вводу в действие САПР.

В «Приложениях» приводятся перечни, таблицы, библиография, схемы, расчеты и другие материалы.

Приложения оформляют как продолжение технического задания или выпускают в виде отдельного документа.

### **3.3 Разработка компонентов обеспечения системы автоматизированного проектирования предприятий по хранению и обработке зерна (САПР-ПХОЗ)**

#### **3.3.1 Методическое обеспечение**

По назначению подсистемы САПР разделяется на два вида: проектирующие и обслуживающие. К проектирующим относятся

такие системы, которые предназначены для выполнения проектных процедур и операций, то есть непосредственной разработке проекта или его частей. Обслуживающие подсистемы предназначены для организации технологической подготовки процессов автоматизированного проектирования, проведение проектно-вычислительных работ, обеспечение графического отображения объектов проектирования, документирования и т. д.

Подсистема состоит из компонентов САПР, которые обеспечивают выполнение определенных функций в общем функционировании подсистемы. Различают следующие компоненты обеспечения САПР: методическое обеспечение, лингвистическое обеспечение, математическое обеспечение, программное обеспечение, техническое обеспечение, информационное обеспечение, организационное обеспечение.

**Методическое обеспечение САПР-ПХОЗ** (рисунок 13) представляет собой совокупность документов, в которых изложены теоретические принципы и практические методы построения систем автоматизированного проектирования, моделирования объекта и процесса проектирования; технология автоматизированного проектирования; нормативные материалы построения САПР [2, 74,75,85-87,88,125-127].

САПР-ПХОЗ состоит из следующих проектирующих подсистем, в рамках которых решаются следующие задачи:

**1. Технологическая часть элеватора:**

- прием зерна с автомобильного транспорта;
- прием зерна с железнодорожного транспорта;
- прием зерна с водного транспорта;
- отгрузка зерна на автомобильный транспорт;
- отгрузка зерна на железнодорожный транспорт;
- отгрузка зерна на водный транспорт;
- расчет объемов зерна при предварительной очистке;
- расчет оборудования для очистки зерна;
- расчет оборудования для сушки зерна;
- расчет вместимости зернохранилищ;
- расчет численности обслуживающего персонала;
- определение энергоемкости элеватора;
- компоновка оборудования;
- проектирование аспирационных сетей;
- проектирование самотечных сетей;
- проектирование механического транспорта;

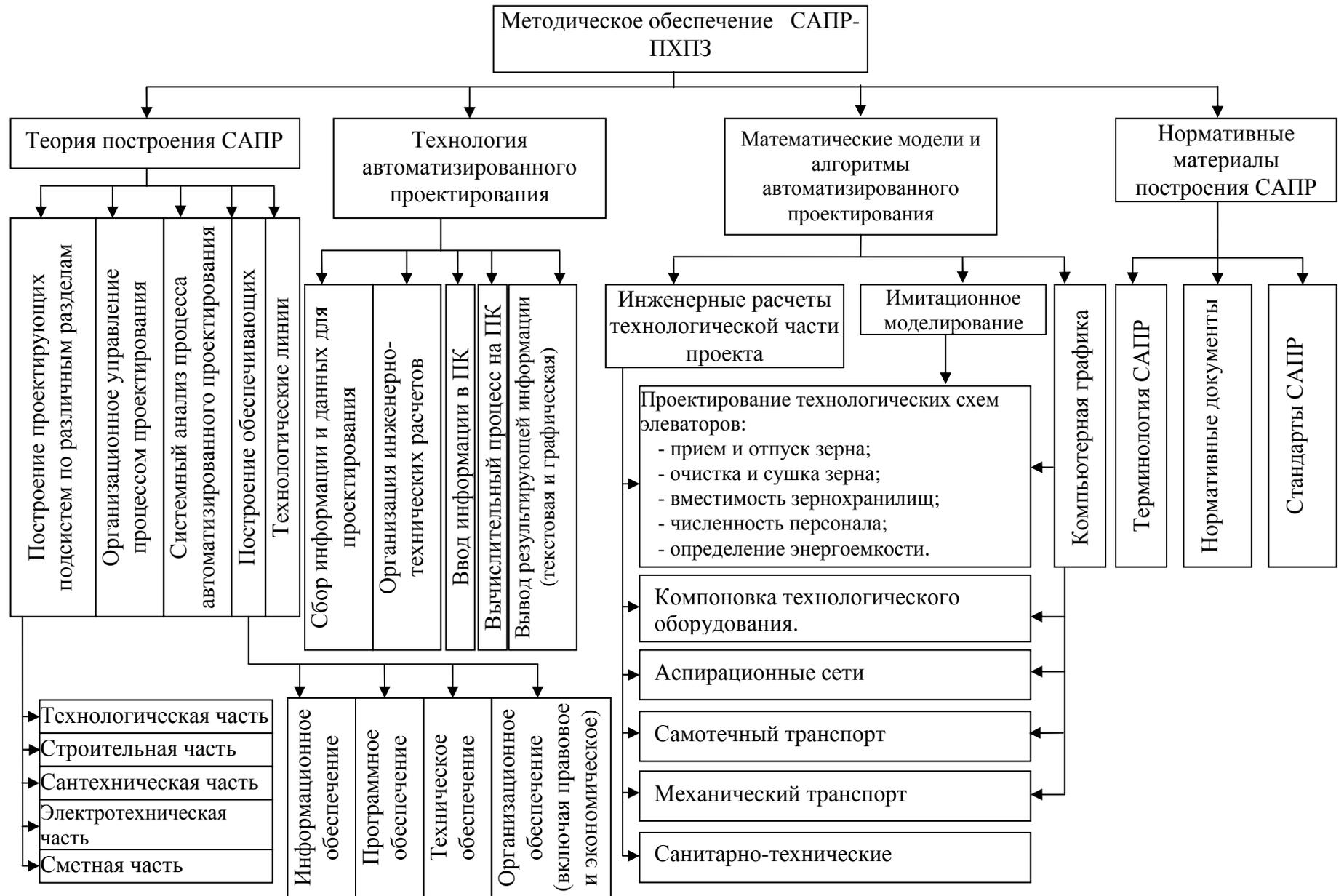


Рисунок 13– Методическое обеспечение САПР-ПХПЗ

- расчет загрязнения атмосферы вредными выбросами промышленных предприятий с целью установления ПДВ;
- расчет мероприятий по шумоглушению.

## **2. Строительная часть:**

- статистический и динамический расчет плоских и пространственных шарнирно-стержневых систем (ферм), элементы которых работают в условиях напряженного состояния;
- статистический расчет плоских континуальных систем (балок-стенок, плит и т.п.) в том числе и на упругом основании, работающих в условиях плосконапряженного состояния;
- статистический и динамический расчет плоских рамных систем;
- статистический и динамический расчет комбинированных конструкций, включающих в себя в качестве элементов, как стержни, так и континуальные системы (в том числе и на упругом основании);
- подбор сечений арматур железобетонных конструкций по условиям прочности;
- подбор сечений арматур железобетонных стержневых конструкций из условий ограничения ширины раскрытия трещин;
- расчет произвольных пространственных систем с учетом геометрической нелинейности;
- расчет столбчатых фундаментов на естественном основании.

Для строительной части существуют программные комплексы (ПК-Лири, ArCon, ProCad, Строй Консультант, АРКО, АРФАКАД, МАЭСТРО-А, ALLPLAN, SKAD Office).

## **3. Сантехническая часть:**

- расчет теплопотерь помещения промышленных, жилых и общественных зданий;
- гидравлический расчет систем вентиляции;
- проектирование систем отопления, теплоснабжения и колориферов;
- расчет водоподготовительной установки котельной.

Для сантехнической части существуют программные комплексы (ПК ТЕРЛОВ, ПК МАЭСТРО, СтройКонсультант, МАЭСТРО-С, ПК АРС-ПС, ALLPLAN Инженерные сети, AllKlima 2000).

## **4. Электротехническая часть:**

- выбор из общей схемы управления подсхемы для проектируемого устройства;
- распределение выводов на релейно-контактной и некоммутиционной аппаратуре;

- определение внешних связей поворотной панели с другими панелями устройства и распределение их на дополнительных блоках зажимов;
- построение цепей с оптимизацией монтажных соединений по длине и выбором непрерывного маршрута раскладки проводных соединений при изготовлении жгутов на шаблоне;
- получение промежуточных результатов для использования проектировщиком;
- формирование таблиц элементов принципиальной схем;
- формирование списка внешних связей между каждой парой устройств системы автоматизации;
- формирование общего списка внешних связей для каждого устройства;
- формирование таблицы распределения присоединительных контактов;
- формирование таблиц дополнительных клемм для поворотной панели;
- получение технической документации на монтаж электрических и трубных проводок устройства (таблицы соединений и подключения проводок);

Для электротехнической части существуют программные комплексы (ПРИМА, КОМПАС – Электрик Express, КОМПАС – Электрик STD)

#### **5. Сметная часть:**

- составление локальных смет на общестроительные работы;
- составление локальных смет на приобретение и монтаж оборудования;
- составление объемов на строительные и монтажные работы;
- выпуск ведомостей материалов;
- выработка нормативной условно-чистой продукции.

Для сметной части существуют программные комплексы (Puk-Net, Багира, Барс+, СТСУС-Проект, WinABePC, СМЕТА-RTS, ABC-4PC).

Программные комплексы для задач проектирующих подсистем: строительная часть, сантехническая часть, электротехническая часть, сметная часть разработаны проектными и научно-исследовательскими организациями стран СНГ.

### **3.3.2 Программное обеспечение**

Программное обеспечение представляет собой совокупность документов с текстами программ, обеспечивающих

функционирование систем; программ на электронных носителях и инструкции по их эксплуатации. Программное обеспечение подразделяется на общесистемное и специальное [128].

К **общесистемному обеспечению** относятся:

- комплекс средств по автоматизации программирования, который облегчает разработку программ. Он включает языки описания объектов проектирования, трансляторы, стандартные подпрограммы, тесты и т.п.;

- комплекс управляющих программ, который обеспечивает функционирование вычислительной системы с максимальной производительностью работы ПК. Он включает формирование очередности задач, координацию работ отдельных устройств, обеспечение обмена информацией, размещение ее во внешней памяти и т.п.

К **специальному обеспечению** относятся комплекс программ для решения конкретных проектных задач. Структура и содержание специального обеспечения зависит от уровня и назначения САПР. Специальное обеспечение может состоять из отдельных программ, которые реализуют определенные проектные задачи, процедуры, операции (рисунок 14).

В состав пакета проектирующих программ подсистемы «Технологическая часть» входят:

Программный комплекс «Формирование схемы технологического процесса», который позволяет вычислить:

- максимально-часовое поступление зерна при разработке типовых проектов, а также проектов для строительства комплекса сооружений предприятия на новых площадках;

- оптимальное количество приемных потоков;

- оптимальное количество автомобилеразгрузчиков;

- коэффициент, учитывающий снижение производительности автомобилеразгрузчика при приемке разнородных партий зерна;

- суточный объем разгрузки железнодорожных вагонов;

- эксплуатационную производительность и число вагоноразгрузчиков;

- число приемных и погрузочных потоков с железнодорожного транспорта;

- пропускную способность устройств для разгрузки речных судов;

- суточную пропускную способность морского причала;

- техническую и эксплуатационную производительность приемного устройства;



Рисунок 14 – Структура программного обеспечения САПР-ПХПЗ

- навигационную пропускную способность морского причала;
- объем предварительной очистки;
- характеристику зерна, поступающего на технологические линии в основной период заготовок по отдельным партиям;
- повторность очистки различных партий зерна с учетом их засоренности и целевого назначения;
- часовую производительность сепараторов или других зерноочистительных машин;
- тип и число зерноочистительных машин;
- эксплуатационную производительность зерноочистительных машин;

- необходимый суточный объем сушки для предприятия в целом;
- расчетную суточную производительность зерносушильного аппарата для сушки одной партии;
- необходимое количество зерносушильных аппаратов;
- число переключений;
- вместимость силоса-звездочки;
- вместимость бункера;
- вместимость силоса;
- расход энергии для сушки зерна;
- расход энергии для транспортировки нориями;
- расход энергии для очистки зерна;
- расход энергии для приемки зерна;
- расход энергии для отгрузки зерна;
- численность персонала.

Программа «Компоновка оборудования» позволяет выбрать строительную сетку, скомпоновать основное и вспомогательное технологическое оборудование, увязать основное оборудование с транспортным оборудованием.

Программа «Проектирование аспирационных сетей» позволяет рассчитать вентиляторы и пылеотделители, определить площадь под их размещение, рассчитать оптимальное расположение сети, сделать расчет потери давления в сети, рассчитать расход материала,

Программа «Проектирование самотечного транспорта» решает трассировку и конструирование самотечной коммуникации, которая позволяет обеспечить вертикальную связь между оборудованием по вертикали.

Программа «Проектирование механического транспорта» позволяет рассчитать количество и эксплуатационную производительность оборудования, которое обеспечивает горизонтальную и вертикальную связь между этажами.

В пакеты межотраслевых программ входят: «Расчет мероприятий по шумоглушению», «Расчет загрязненности атмосферы», программы проектирующих подсистем: строительная, сантехническая, электротехническая, сметная.

Программа «Расчет загрязненности атмосферы» необходима:

- для определения загрязненности атмосферы высотными выбросами промышленных предприятий и выбросами в зону аэродинамической тени;
- для проверки суммарного действия отдельных вредных веществ;

- для выбора оптимальных высот труб.

Программа «Расчет мероприятий по шумоглушению» позволяет выполнять:

- акустический расчет по определению требуемого заглушения шума, излучаемого в окружающую среду решетками и шахтами систем вентиляции и кондиционирования;

- акустический расчет по определению требуемого заглушения шума, излучаемого установками вентиляции и распространяющегося по воздуховодам и обслуживаемым помещениям;

- акустический расчет по определению уровней шума на рабочих местах от оборудования и величин снижения этих уровней в результате обработки помещений звукопоглощающими материалами.

Вывод графической информации осуществляется системой AutoCad, которая позволяет получать технологические и строительные чертежи на плоттере.

### **3.3.3 Информационное обеспечение**

Информационное обеспечение САПР представляет собой совокупность унифицированных систем документации и массивов информации, содержащих сведения об объекте и процессе проектирования и используемых в системе. Информационное обеспечение включает также файлы и блоки данных на электронных носителях с записью указанной документации [129,130].

Эффективность информационного обеспечения систем зависит от трёх основных факторов: ориентации на потребителя; формы представления; организация хранения и поиска.

В процессе автоматизированного проектирования можно выделить два потребителя информации – проектировщика и ПК или, точнее, программы для ПК. Указанные потребители для решения своих задач постоянно обращаются к соответствующей информации. Поэтому для эффективной работы проектирующей системы необходимо при организации информационного базиса учитывать специфику потребителя. Исходя из потребительских свойств информации, различают два вида информации - для проектировщиков и для машины.

Для эффективной эксплуатации САПР должна быть обеспечена простота обращения к источникам информации. Это означает, что проектировщик может делать запрос на своем профессиональном языке или языке, максимально к нему приближенном. Все необходимые данные должны храниться в естественной форме в соответствующих типах хранилищ.

Информационное обеспечение решает следующие задачи:

- определение и локализация нормативно-справочной информации;
- осуществление разработок на основе единой системы классификации и кодирования информации;
- определение информационных связей и увязка структур межпрограммных файлов;
- определение объемов информационных потоков, выбор носителей, способа организации и метода доступа к информации;
- поиск средств централизованного хранения набора данных.

Информационное обеспечение включает в себя следующие компоненты:

- систему классификации и кодирования информации;
- нормативно-справочную, учетно-статистическую и оперативно-контрольную информацию;
- средства ввода, первичного контроля, накопления и корректировки набора данных.

Структура информационного обеспечения САПР-ПХПЗ показана на рисунке 1 [130, с.8].

Основная задача при разработке информационного обеспечения - создание его рациональной структуры с определенным расположением всех справочных документов, которые используются при проектировании. При этом следует иметь в виду, что структура и даже номенклатура проектных документов меняется.

Следовательно, структуру информационного обеспечения нужно организовать таким образом, чтобы она была максимально приспособлена для эффективного поиска и обновления информации. Вся информация, входящая в базу данных (БД), может быть разделена на две большие группы - постоянную и переменную.

**Постоянная информация** характеризует класс проектируемых объектов в целом. К ней относится различного вида проектно-нормативная документация: каталоги промышленных изделий и конструкций, отдельные требования СНиП, ценники и т.п. Принципы записи и хранения информации могут быть различными: непосредственная информация в цифровом виде или алгоритм формирования информации. Например, элементы каталога промышленных изделий, конструкций могут быть записаны на электронных носителях в цифровом виде, в форме, соответствующей обычной библиотечной организации хранения. При этом возможны повторение данных и избыточность информации.

Построение того же каталога будет рациональнее, если для каждого типа элементов установить набор соответствующих свойств. Тогда описание каталога может включать не список всех отличительных элементов, а только набор правил, устанавливающих допустимые в пределах каталога комбинации свойств элемента.

**Переменная информация** отражает свойство конкретного объекта проектирования, его типологические, топологические, геометрические и др. характеристики. К переменной информации относится вся информация, а также информация о содержании исходных данных и задания на проектирование.

При выборе способов ведения информационного фонда САПР важно сформулировать принципы и определить средства ведения информационного фонда, структурирования данных, выбрать способы управления массивами данных.

Различают следующие способы ведения информационного фонда САПР: использование файловой системы; построение библиотек; использование банков данных; создание информационных программ адаптеров.

Использование файловой системы и построение библиотек широко распространено в организации ИО вычислительных систем, так как поддерживается средствами операционных систем (ОС). В приложениях к САПР эти способы применяют при хранении программных модулей в символических и объектных кодах, диалоговых сценариев поддержки процесса проектирования, начального ввода крупных массивов исходных данных, хранения текстовых документов. Однако они малопригодны при обеспечении быстрого доступа к справочным данным, хранении меняющихся данных, ведении текущей проектной документации, поиске необходимых текстовых документов, организации взаимодействия между разноязыковыми модулями.

Лингвистические средства систем управления базами данных (СУБД) служат для определения данных и доступа к ним на соответствующем уровне. В соответствии со специфическими особенностями СУБД языковые средства и свойства могут изменяться у различных СУБД в широком диапазоне — от языков программирования до языков, ориентированных на конкретного пользователя.

Основные функции СУБД: создание схемы БД; организация хранения данных; защита целостности БД; управление доступом к БД путем разграничения доступа; предоставление пользователям доступа

к БД; поддержание загрузки БД и технологических процессов их функционирования.

Разработка специализированных программных средств управления базами данных, отвечающих современным требованиям, является весьма трудоемкой и сложной задачей, поэтому необходимо взять курс на использование уже существующих универсальных СУБД.

В проектных организациях используются разнообразные базы данных, содержащие большие объемы важной информации, накопление и поддержание которой требует значительных затрат. Поэтому во всех случаях, когда это возможно, нужно получать необходимую информацию из организаций, где эта информация имеется. Однако существующее разнообразие моделей данных не позволяет непосредственно передавать накопленные данные из одной системы в другую. При обмене данными между различными системами необходимо выполнять процедуры конвертирования данных, заключающиеся в преобразовании моделей и (или) формы представления данных. Для уменьшения затрат на разработку программных средств конвертирования целесообразно принять единую форму представления данных для обмена.

### **3.3.4 Техническое обеспечение**

Техническое обеспечение (ТО) САПР представляет собой совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих технических средств, предназначенных для автоматизированного проектирования [131,132].

ТО САПР включает в себя следующие функциональные группы технических средств:

- программной обработки, подготовки и ввода данных;
- отображения, документирования и архива проектных решений;
- передачи данных.

На рисунке 15 приведена структурная схема технических средств (ТС) САПР-ПХПЗ.

ТС программной обработки, подготовки и ввода данных предназначены для получения результатов решения прикладных программ проектирующих подсистем САПР-ПХПЗ.

ТС отображения, документирования и архива проектных решений предназначены для получения и хранения проектно-сметной документации на электронных и бумажных носителях.

ТС передачи данных предназначены для создания системы передачи данных, которая обеспечивает взаимодействие независимых средств вычислительной техники.

Кратко охарактеризуем ТС.

Персональные компьютеры должны быть высокопроизводительными с большой емкостью жесткого диска, с небольшим временем доступа к нему, большим объемом оперативной памяти.



Рисунок 15 – Структурная схема ТС САПР-ПХПЗ

Сканер должен быть формата А3.

Принтеры должны быть лазерные черно-белые, струйные цветные формата А3.

Плоттеры должны быть цветные и черно-белые формата А0 и А1.

Локальная вычислительная сеть отличается от других сетей тем, что она обычно ограничена умеренной географической местностью (одна комната, одно здание, один район).

Как известно, существует два типа компьютерных сетей: одноранговые сети и сети с выделенным сервером.

Одноранговые сети, примером которых являются сети на основе Windows, не предусматривают выделение специальных компьютеров, организующих работу сети. Сети с выделенным сервером, несмотря на сложность настройки и относительную дороговизну, позволяют осуществлять централизованное управление.

Одноранговые сети могут быть использованы в проектных отделах (технологический, строительный, сантехнический, электротехнический и сметный), так как в этих отделах количество персональных компьютеров должно быть не более 10, с учетом, что на один компьютер полагается не менее 6 м<sup>2</sup>.

ТО САПР должно предусматривать локальную сеть с выделенным сервером, которая связывает компьютеры проектных отделов. На этот компьютер возлагают задачи управления сетью, поддержание ее работоспособности. Сервер хранит общую информацию и обновляет ее копии у пользователей, проводит резервное копирование данных и т.п. К современным серверам предъявляются требования безостановочной работы, что, в свою очередь, упирается в специальные технологии терморегуляции. Поэтому для сервера выделяется отдельное помещение.

При функционировании САПР необходимо создание подразделения технического обеспечения и эксплуатации САПР. В функции этого подразделения входят:

- изучение существующих технических средств, используемых в данной организации при проектировании, и других возможных технических средств, в том числе основанных на вычислительной технике;
- формирование требований к техническому обеспечению САПР;
- представление необходимых данных о работе своего подразделения в подразделение управления созданием САПР и разработки средств организационного обеспечения;
- определение состава технических средств (ПК, периферийные устройства и т.д.);
- разработка структуры комплекса технических средств САПР;
- расчет производительности и выбор режимов работы комплекса средств технического обеспечения САПР;
- проведение подготовительных работ для монтажа технических средств САПР;
- участие в отладке компонентов программного и информационного обеспечений на электронных носителях;
- работы по установке и монтажу компонентов технического обеспечения САПР;
- отладка компонентов технического обеспечения САПР в работе с компонентами других обеспечений;
- проведение технического обслуживания и качественного содержания имеющегося комплекса технических средств;

- участие в приемочных испытаниях и опытно-функциональном функционировании подсистем САПР и САПР в целом.

Необходимо предусмотреть подразделение технического обслуживания вычислительной техники. Работа данного подразделения осуществляется при взаимодействии со специализированной организацией по техническому обслуживанию ПК.

Численность подразделения технического обслуживания ПК, ТС и оргтехники при условии привлечения для профилактических ремонтов и обслуживания ПК специализированной организации определяется, исходя из потребности посменного дежурства и текущих ремонтов. Увеличение численности должно быть обосновано необходимостью обслуживания расширенного комплекта ТС при недостаточной мощности специализированной организации. В случае обслуживания ТС только собственными силами численность обслуживания персонала устанавливается в соответствии с данными эксплуатационной документации ТС.

### **3.3.5 Организационное обеспечение**

К организационному обеспечению относится совокупность действующих распорядительных, директивных и инструктивных документов, в которых устанавливаются [74,133]:

- порядок создания, внедрения и эксплуатации САПР в институте;
- структура и состав подразделений в проектных отделах и службе САПР;
- права, обязанности и ответственность всех должностных лиц – от руководителей до исполнителей;
- форма представления результатов автоматизированного проектирования;
- порядок рассмотрения проектных документов.

Материалы по организационному обеспечению САПР оформляются в виде стандартов предприятия, штатных расписаний, приказов, указаний, должностных инструкций и т.д.

Стандарт предприятия на технологию автоматизированного проектирования должен включать:

- описание функциональных связей между проектными отделами и службой САПР;
- описание порядка планирования проектных работ, подлежащих выполнению в автоматизированном режиме, контроля за их прохождением и анализа результатов работы за отчетный период (месяц,

квартал, полугодие, год) с распределением уровней ответственности между проектными отделами, планово-производственным отделом, техническим отделом и службой САПР;

- количественную оценку объемов проектных работ, подлежащих автоматизации, а также их трудоемкости;

- закрепление функций нормоконтроля деятельности подразделений службы САПР, обеспечивающего выполнение установленного объема проектных работ в автоматизированном режиме.

Штатное расписание службы САПР и подразделений в проектных отделах составляется с учетом изложенных выше положений.

Должностные инструкции специалистов подразделений службы САПР и проектных отделов составляются, исходя из функций соответствующих подразделений.

При разработке документов организационного обеспечения следует учитывать, что соотнесение специалистов к проектным отделам или службе САПР носит относительный характер и может принимать в конкретной проектной организации одну из форм, приведенных на рисунке.

Три варианта взаимосвязи проектных отделов и службы САПР, приведенные на рисунке 16, требуют различных форм хозрасчета службы САПР в проектной организации.

На рисунке 17 приведена укрупненная структура организационного обеспечения САПР - ПХПЗ.

### 1 вариант

Проектные отделы института	Служба САПР		
Проектирование Освоение программ Сопровождение программ Заполнение бланков ИД Анализ результатов	Ввод ИД в ПК и выпуск документации	Системная поддержка ПО	Эксплуатация ТС

### 2 вариант

Проектные отделы института	Служба САПР			
Проектирование	Освоение программ Сопровождение программ Анализ результатов	Ввод ИД в ПК и выпуск документации	Системная поддержка ПО	Эксплуатация ТС

3 вариант

Проектные отделы института	Служба САПР			
Проектирование Освоение программ Анализ результатов	Освоение программ Сопровождение программ	Ввод ИД в ПК и выпуск документации	Системная поддержка ПО	Эксплуатация ТС

Рисунок 16 – Варианты распределения функций в процессе автоматизированного проектирования между службой САПР и проектными отделами.

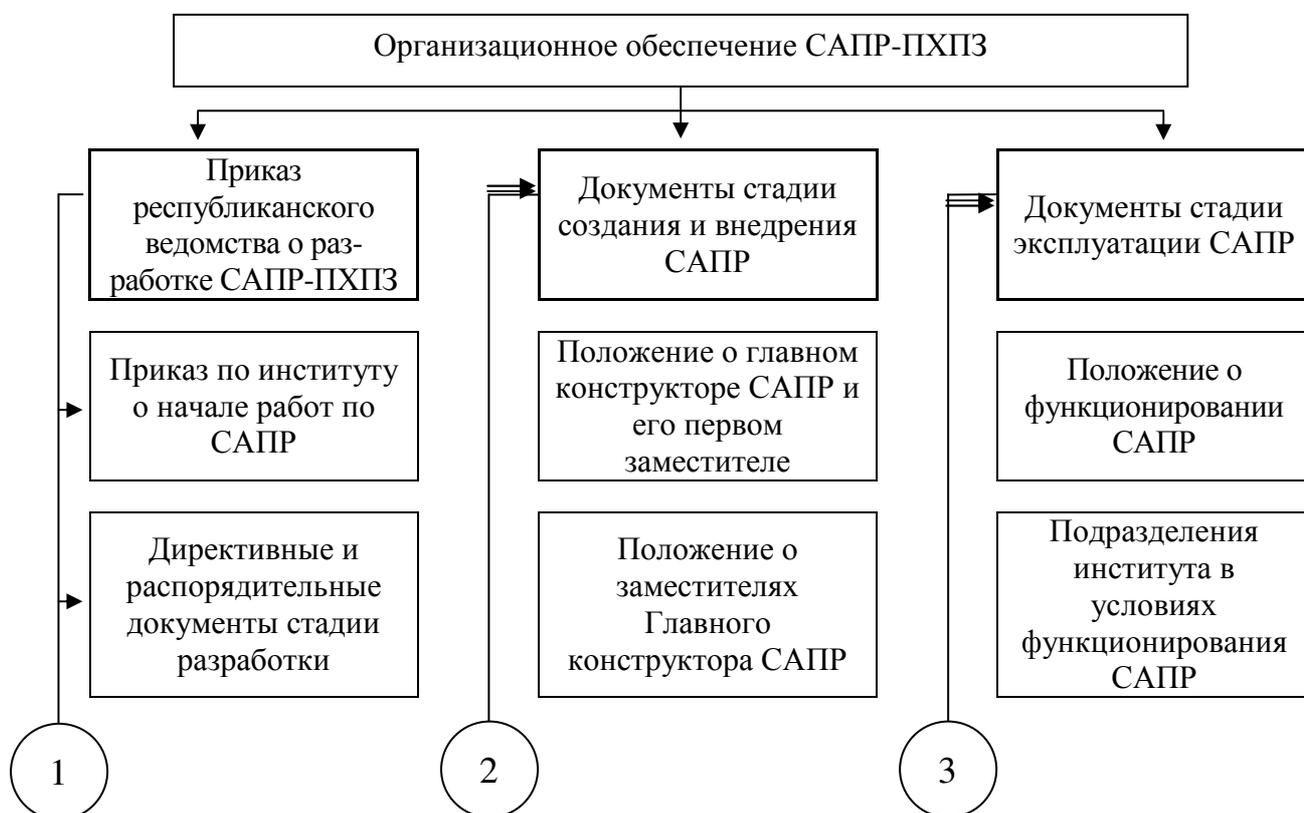


Рисунок 17, лист 1 – Укрупненная структура организационного обеспечения САПР-ПХПЗ



Рисунок 17, лист 2 – Укрупненная структура организационного обеспечения САПР-ПХПЗ

### 3.4 Задачи, функции и структура службы САПР проектного института системы хлебопродуктов

Служба САПР создается в проектной организации, осуществляющей работы по созданию и использованию комплекса средств автоматизации проектирования, состоящего из

методического, программного, информационного, технического и организационного обеспечений, в целях совершенствования технологии и организации проектного процесса [74,134].

Служба САПР относится к основным производственным подразделениям проектной организации.

Пользователями комплекса средств автоматизации проектирования являются производственные подразделения проектной организации.

Главной задачей службы САПР является создание, обеспечение функционирования и развития САПР в проектной организации.

В соответствии с главной задачей основными функциями службы САПР являются:

- эксплуатация и сопровождение всех средств автоматизации проектирования в организации, включая компоненты обеспечений САПР;

- управление работами по созданию и развитию САПР;

- создание и развитие подсистем и компонентов САПР (как правило, на основе типовых или повторно-применяемых компонентов), приемка работ, выполненных соисполнителями;

- адаптация подсистем и компонентов САПР, разработанных в других организациях;

- проведение всех видов испытаний подсистем и компонентов САПР;

- подготовка и представление отраслевой (республиканской) головной организации данных по автоматизации проектирования (по ее запросам);

- консультации по вопросам автоматизации;

- разработка прогнозов и проектов планов работ по созданию, обеспечению функционирования и развитию САПР в проектной организации;

- подготовка предложений по совершенствованию организации и технологии проектирования на основе средств автоматизации проектных работ.

Служба САПР принимает участие:

- в работе координационных органов по вопросам автоматизации проектирования в отрасли (республике);

- в анализе проектных работ с целью определения планируемого и фактического уровней их автоматизации;

- в определении показателей эффективности автоматизации проектных работ и накоплении данных по этому вопросу;

- в подготовке, переподготовке и повышении квалификации кадров.

Задачи и соответствующие функции службы САПР могут быть уточнены в Положении о службе САПР в данной организации, исходя из ее специфики.

Служба САПР состоит из одного или нескольких структурных подразделений, обеспечивающих создание, функционирование и развитие САПР в проектной организации.

В комплексных научно-исследовательских и проектных (проектно-экспериментальных) институтах подразделения Службы САПР могут быть научными, проектными или смешанными.

При наличии в проектной или комплексной научно-исследовательской и проектной (проектно-экспериментальной) организации других автоматизированных систем (автоматизированной системы управления проектными работами АСУ-проект, автоматизированной системы научных исследований АСНИ) может создаваться объединенная служба автоматизированных систем.

Служба САПР подчиняется главному конструктору САПР, назначаемому руководством министерства (ведомства) и проектной организации при утверждении плана подготовительных работ по созданию и развитию САПР.

Главный конструктор САПР назначается из числа руководителей организации, для которой создается САПР.

Работы по созданию (развитию) САПР возглавляет Главный конструктор САПР, который назначается приказом по проектной организации. В приказе определяются права и ответственность Главного конструктора САПР по организации.

Главный конструктор САПР имеет право:

- представлять проектную организацию по вопросам, входящим в его компетенцию;

- давать руководителям подразделений проектной организации обязательные для выполнения указания по автоматизации проектных работ;

- требовать от подразделений проектной организации своевременного представления данных и документов, необходимых для создания, эффективного функционирования и развития САПР;

- представлять руководству проектной организации предложения по совершенствованию организации и технологии проектирования на основе широкого применения средств автоматизации проектных работ;

- представлять руководителю проектной организации предложения о поощрении работников за высококачественное выполнение работ, а также о наложении в установленном порядке на работников взысканий за нарушение ими требований утвержденной проектной и технологической документации по САПР.

Главный конструктор САПР несет ответственность:

- за своевременное и качественное (развитие) САПР;
- за эффективное функционирование САПР;
- за достоверность отчетов по вопросам автоматизации проектирования, а также других документов, связанных с деятельностью САПР;
- за соблюдение требований нормативных и директивных актов, а также других руководящих документов, связанных с деятельностью САПР;
- за достижение проектной организацией запланированных показателей по автоматизации проектных работ (наряду с руководителем проектной организации).

Служба САПР на стадии ее создания должна включать следующие основные подразделения:

- управления созданием САПР и разработки средств организационного обеспечения;
- технического обеспечения и эксплуатации САПР;
- методического и программного обеспечения;
- информационного обеспечения;
- рабочий архив технической документации САПР и средств обеспечения на электронных и других носителях.

Кроме того, в подразделениях-пользователях проектной организации (производственных отделах) назначаются ответственные лица и организуются группы специалистов, участвующие в создании, функционировании и развитии тех подсистем и компонентов САПР, которые соответствуют специализации этих подразделений.

Следует отметить, что подразделение управления созданием САПР и разработки средств организационного обеспечения обеспечивает создание и работу специальных курсов (Учебного центра), основной задачей которых является обучение без отрыва от производства специалистов производственных отделов проектного института основам автоматизированного проектирования. В программу обучения на курсах включаются теоретические и практические занятия для различных категорий специалистов по темам: обзор проектных задач, повышение эффективности в проектировании и строительстве при внедрении САПР, выполнение

технических расчетов, обучение основам компьютерной графики и эксплуатации плоттеров, обучение работе на ПК.

### **3.5 Структурная модель технологии автоматизированного проектирования предприятий по хранению и переработке зерна, ориентированная на современные технические средства ВТ**

На рисунке 18 приведена структурная модель технологии автоматизированного проектирования, характеризующая основные связи, возникающие между подразделениями и службами института в режиме создания и эксплуатации средств САПР, ориентированная на современные информационные технологии [135].

На структурной модели указаны основные типы связей, возникающих между проектными подразделениями и службой САПР проектной организации:

- через подразделения программной обработки, подготовки и ввода данных;
- через подразделения разработки программных компонентов САПР;
- через технические средства передачи данных.

Задания для проектных работ (чертежи, спецификации, инженерно-технические расчеты, сметы и т.п.) в целях их оперативного выполнения передаются непосредственно проектными отделами в службу САПР через соответствующие подразделения программной обработки, подготовки и ввода данных. Через те же подразделения проектные отделы получают выполненные работы для их последующей доработки и выпуска.

Путем прямого взаимодействия между этими подразделениями происходят создание и корректировка баз данных к программным компонентам. При этом к работе привлекается подразделение по сопровождению баз данных, указанное в структурной модели.

Высшей формой организации работ в режиме автоматизированного проектирования является непосредственный контакт проектировщика с программным компонентом САПР на уровне пользователя ПК. Указанные связи проектных отделов и службы САПР обеспечивают более высокую эффективность выполнения проектных работ и качество проектных решений.

Новая технология автоматизированного проектирования предусматривает упразднение подразделений: подготовки данных на машинных носителях, операторов технических средств, диспетчеров вычислительного процесса, технологов информационно-

вычислительного процесса.



Рисунок 18 – Структурная модель технологии автоматизированного проектирования, ориентированная на современные информационные системы

### 3.6 Методика определения уровня автоматизации проектных работ в проектной организации системы хлебопродуктов

Вся современная отечественная и зарубежная практика свидетельствует о том, что только при условии использования программных средств непосредственно проектировщиками появляются те качественные изменения в проектируемых объектах,

ради которых и развивается автоматизация проектных работ.

Основная цель автоматизации проектных работ – повышение производительности труда проектировщиков, а точнее – сокращение трудозатрат на разработку проектно-сметной документации.

Конкретным измерителем уровня интенсификации проектирования является известный и широко используемый в проектировании показатель – уровень автоматизации проектирования.

Ниже приведем некоторые определения и формулы расчета показателя уровня автоматизации проектных работ применительно к проектным организациям системы хлебопродуктов [136].

Показатель уровня автоматизации проектных работ определяется как отношение стоимости проектных работ, выполненных (выполняемых) с использованием средств автоматизации, к общей стоимости проектных работ, выполненных (выполняемых) проектной организацией в отчетном (планируемом) году собственными силами.

Стоимость проектных работ, выполненных (выполняемых) с применением средств автоматизации, определяется в порядке, установленном Сборником цен на проектные и изыскательские работы для строительства (путем составления расчетов стоимости этих работ по трудовым затратам (по форме ЗП), считая их неавтоматизированными).

Показатель уровня автоматизации проектных работ в отчетном (планируемом) году в проектной организации согласовывается с ведомственной головной организацией по автоматизации проектирования и утверждается руководством проектной организации.

Показатель уровня автоматизации проектных работ в отчетном (планируемом) году по министерству (ведомству) исчисляется ведомственной головной организацией по автоматизации проектирования и утверждается руководством министерства (ведомства).

Для определения уровня автоматизации проектных работ в проектной организации производится оценка уровней автоматизации разработки основных проектных решений и рабочей документации.

Расчет показателя уровня автоматизации  $i$ -й проектной задачи ( $УАЗ_i$ ) заключается в определении величины отношения:

$$УАЗ_i = \frac{C_i^a}{C_i} \leq 1 \quad (9)$$

где  $C_i^a$  – стоимость части проектных работ, выполняемых с применением средств автоматизации, при решении  $i$ -й проектной задачи;

$C_i$  – стоимость полного комплекса проектных работ по  $i$ -й проектной задаче.

Расчет показателя уровня автоматизации разработки  $j$ -го проектного решения (рабочей документации) по объекту проектирования ( $УАР_j$ ) производится по следующей формуле:

$$УАД_j = \sum_{i=1}^m УАЗ_{ij} \cdot УВЗ_{ij} \cdot C_i^a / C_i \quad (10)$$

где  $УАЗ_{ij}$  – уровень автоматизации  $i$ -й проектной задачи в  $j$ -м проектном решении (рабочей документации);

$УВЗ_{ij}$  – удельный вес стоимости выполнения  $i$ -й проектной задачи в общей стоимости проектных работ по  $j$ -му проектному решению (рабочей документации);

$m$  – количество проектных задач в  $j$ -м проектном решении (рабочей документации).

Показатель уровня автоматизации проектных работ в проектной организации ( $УАП$ ) определяется по следующей формуле:

$$УАП = \sum_{j=1}^r \sum_{k=1}^p УАР_{jk} \cdot УВР_{jk} \quad (11)$$

где  $УАР_{jk}$  – уровень автоматизации разработки  $j$ -го проектного решения (рабочей документации) в  $k$ -м объекте проектирования;

$УВР_{jk}$  – удельный вес стоимости проектных работ при разработке  $j$ -го проектного решения (рабочей документации) по  $k$ -му объекту проектирования в общей стоимости проектных работ;

$P$  – общее количество объектов проектирования;

$r$  – общее количество проектных решений (рабочей документации).

Расчет показателя уровня автоматизации проектных работ по министерству (ведомству) основывается на данных об объемах (стоимости) проектных работ и расчетных значениях показателей уровня автоматизации проектных работ в подведомственных министерству (ведомству) проектных организациях.

Расчет показателя уровня автоматизации проектных работ по министерству (ведомству) ( $УАМ$ ) выполняется по формуле:

$$\hat{U}AP_q = \frac{\sum_{q=1}^n \hat{O}AI_q \cdot \hat{I}ID_q}{\sum_{q=1}^n \hat{I}ID_q} \quad (12)$$

где  $UAP_q$  – уровень автоматизации проектных работ в  $q$ -й проектной организации;

$OPI_q$  – объем (стоимость) проектных работ, выполняемых в  $q$ -й проектной организации;

$n$  – количество проектных организаций в министерстве (ведомстве).

Для определения уровня автоматизации проектных работ необходимо определить удельные веса стоимости проектных работ по объектам проектирования и проектным решениям (рабочей документации) в общей стоимости проектных работ, выполняемых в проектной организации системы хлебопродуктов (таблица 14).

Таблица 14 – Удельный вес стоимости проектных работ по объектам проектирования

Объекты проектирования	Удельный вес стоимости проектных работ						
	по объектам проектирования, всего	в том числе по проектным решениям (рабочей документации) УВР <sub>jk</sub> по					
		Технологическая часть	Строительная часть	Сметная часть	Сантехническая часть	Генплана и транспорта	Электротехническая часть
Рабочее здание Элеватора	0,4	0,13	0,1	0,06	0,03	0,02	0,06
Силосные корпуса Элеватора	0,2	0,09	0,05	0,02	0,01	0,01	0,02
Приемные и отпускные устройства	0,1	0,04	0,02	0,01	-	0,01	0,01
Сооружения для сушки зерна	0,1	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
Специальные здания и сооружения	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	-	0,01
Вспомогательные и не производственные здания и сооружения	0,15	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02
Итого:	1,0	0,34	0,24	0,13	0,08	0,08	0,13

Таким образом, в зависимости от сферы применения различают следующие классы ИС: организационного управления; управления технологическими процессами (ТП); автоматизированного проектирования (САПР); интегрированные (корпоративные).

Задачи технологического проектирования зерновых элеваторов обладают всеми признаками сложных систем:

- многообразие структуры (сети, деревья, иерархические структуры и т.д.);
- многосвязность элементов (взаимосвязь подсистем в одном уровне и между различными уровнями иерархии);
- многообразие природы элементов (машины, автоматы, люди-операторы);
- многократность изменения состава и состояния системы (переменность структуры, связей и состава системы);
- многокритериальность (наличие локальных критериев для подсистем и глобального критерия для системы в целом, их противоречивость).

Одна из главных проблем (взаимодействие человека и компьютера), которая разрабатывается в системе автоматизированного проектирования ПХПЗ заключается в том, чтобы, с одной стороны, с помощью компьютера расширить творческие возможности человека-проектировщика, предоставив ему новую информацию при решении задач проектирования, а с другой стороны, освободить проектировщика от самых трудоёмких операций, которые могут выполняться ПК;

Определена структура методического, программного, информационного, технического и организационного обеспечения САПР-ПХПЗ;

Предложена структурная модель технологии автоматизированного проектирования предприятий по хранению и переработке зерна, ориентированная на современные технические средства ВТ, которая предусматривает упразднение подразделений: подготовки данных на машинных носителях, операторов технических средств, диспетчеров вычислительного процесса, технологов информационно-вычислительного процесса.

Предложена методика определения уровня автоматизации проектных работ в проектной организации системы хлебопродуктов, определены удельные веса стоимости проектных работ по объектам проектирования и проектным решениям (рабочей документации) в общей стоимости проектных работ, выполняемых в проектной организации системы хлебопродуктов.

## **4 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ В САПР-ПХОЗ**

### **4.1 Совершенствование математической модели задачи пространственной компоновки технологического оборудования**

В кандидатской диссертации Арынгазина К.Ш. была разработана математическая модель задачи пространственной компоновки технологического оборудования [137-143].

Задачей пространственной компоновки мы назовем поиск наиболее плотного расположения технологического оборудования в проектируемом сооружении с учетом предъявляемых требований. Естественно, что критерием оптимальности является наиболее плотная компоновка оборудования при соблюдении всех необходимых требований, так как он может быть реализован в здании с наименьшими габаритами.

На практике поиск наиболее наилучшего варианта проекта осуществлялся вручную (без применения ЭВМ) проектировщиками-специалистами. При этом результаты работы существенно зависели от опыта, класса или профессионального мастерства проектировщика и т.д. Анализ задачи проектирования выявляет ее комбинаторную сущность, большую размерность, сложный характер связей. Понятно, что в таких условиях проект, разработанный традиционным путем, только в редких случаях мог оказаться близко к оптимальному. Кроме того, сроки проектирования могли быть достаточно большими.

В разработанной для решения данной задачи программе ОКОМТО реализован метод опорных узлов. Суть этого метода заключается в том, что в области поиска случайным образом разбрасываются опорные узлы, затем при поиске экстремума задается движение от одного опорного узла к другому, при этом если возможно, то отыскиваются локальные минимумы целевой функции, которые фиксируются в таблице. Наличие опорных узлов делает траекторию поиска достаточно сложной, способствуя обнаружению локальных минимумов близких к глобальному экстремуму.

Опыт эксплуатации выше рассмотренного программного обеспечения в проектных организациях отрасли хлебопродуктов выявил некоторые недостатки [144-146]:

- а) большая размерность задачи;
- б) неоправданные затраты оперативной памяти и машинного времени;
- в) трудоемкость ввода данных;

г) программа была написана на языке ПЛ-1 и ориентирована на большие ЭВМ.

В связи с этим предлагается математическая постановка задачи ориентированная на использование персональных ЭВМ, позволяющая устранить названные недостатки.

Анализ показал, что основные затраты оперативной памяти требуется на массивы  $M_{i, k, j}$  – матрица признаков связи  $k$ -го и  $j$ -го элемента на  $i$ -м этаже. Эта матрица малоинформативная, кроме того не учитывает неравномерности загрузки этажей элементами. Вместо нее вводится одномерный массив  $MH$  по размерам на 2-3 порядка меньше, чем матрица  $M$ . Аналогичные затраты памяти требуют для себя матрицы  $BL_{ij}$  и  $BR_{ij}$ , необходимые чисто для вспомогательных целей.

С целью совершенствования программы взамен прежней целевой функции [145] предлагается использовать следующую формулу:

$$F(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{ni} X_s^{i,j} \quad (13)$$

где  $X_s^{i,j}$  – координата центра  $j$ -го оборудования на  $i$ -м этаже.

Ограничения остаются неизменными.

В новой постановке задачи удалось полностью освободиться от матрицы  $BL$  и  $BR$ . В результате оперативная память для размещения массивов уменьшилась в несколько раз.

Очевидно, что предложенная постановка задачи значительно повысит быстродействие системы за счет уменьшения количества операций для вычисления функции. Кроме того, удалось уменьшить размерность задачи за счет исключения координат закрепленных объектов из числа неизвестных переменных. Была разработана программа на языке Паскаль, ориентированная на персональные ЭВМ.

## 4.2 Расчет численности персонала

Программа «Расчет численности персонала» рассчитывает численность обслуживающего персонала хлебозаготовительных, перевалочных и портовых предприятий (таблицы 15-16). Результаты распечатываются в виде таблицы. В основу закладываются нормы технологического проектирования, нормы обслуживания оборудования хлебоприемных предприятий. Для хлебоприемных

предприятий характерно увеличение численности обслуживающего персонала в период заготовок [147].

Таблица 15 - Входные данные программы

<b>Имя Переменной</b>	<b>Описание</b>	<b>Ед. измерения</b>	<b>Тип переменной</b>
TIP	Тип предприятия		Integer
VOLUME	Емкость предприятия	Тысяч тонн	Integer
V POSTUP	Объем поступлений от хлебостадчиков	Тыс.т.	Integer
KolSmen	Количество смен		Integer
CentrUprav	Наличие централизованного управления		Integer
CentrDispUpr	Наличие центрально-диспетчерского управления		Integer
ColKonvBash	Количество конвейеров, приемных и отпускных устройств, башмак норий	Шт.	Integer
ColKonvGal	Количество конвейеров в подсилосной галерее, головки нории	Шт.	Integer
ColSepar	Количество сепараторов	Шт.	Integer
ColKovVes	Количество ковшовых весов	Шт.	Integer
ColVagRaz	Количество вагоноразгрузчиков	Шт.	Integer
ColVes	Количество ЖД весов	Шт.	Integer
ColPnevPeregr	Количество катучих пневмоперегрузателей	Шт.	Integer
ColTechTrOb	Количество технологического и транспортного оборудования	Шт.	Integer
ColEnergOb	Количество энергетического оборудования	Шт.	Integer
PloshElev	Площадь уборки элеватора	Кв.м.	Integer
PloshSklad	Площадь уборки склада	Кв.м.	Integer
ColConvSilos	Количество конвейеров, норий, шнеки в складах силосного типа	Шт.	Integer
ColSeparBM	Количество сепараторов в башнях механизации	Шт.	Integer
ColVoroh	Количество ворохоочистителей	Шт.	Integer
ColAutoPod	Количество автомобилеподъемников в элеваторе	Шт.	Integer
ColAutoPodBM	Количество автомобилеподъемников в башнях механизации	Шт.	Integer
ColZerSush	Количество зерносушилок	Шт.	Integer

Таблица 16 – Выходные данные программы

Имя переменной	Описание	Ед. измерения	Тип переменной
1	2	3	4
AdmUprPers	Административно-управленческий персонал на строительство элеватора в составе действующих предприятий	Чел.	Integer
PriemSkladPers	Приемно-складской персонал на строительство элеватора в составе действующих предприятий	Чел.	Integer
LabPers	Лабораторный персонал на строительство элеватора в составе действующих предприятий	Чел.	Integer
StorOhrana	Сторожевая охрана на строительство элеватора в составе действующих предприятий	Чел.	Integer
ProchPers	Прочий персонал (рабочие на тек. ремонте и др.)	Чел.	Integer
Gruzch	Грузчики	Чел.	Integer
DopAdmPers	Дополнительный административно-управленческий персонал на строительстве элеватора на отдельной площадке	Чел.	Integer
DopPriemPers	Дополнительный приемно-складской персонал при строительстве элеватора на отдельной площадке	Чел.	Integer
DopLabPers	Дополнительный лабораторный персонал при строительстве элеватора на отдельной площадке	Чел.	Integer
DopStorOhrana	Дополнительная сторожевая охрана при строительстве элеватора на отдельной площадке	Чел.	Integer
DopProchPers	Дополнительный прочий персонал (рабочие на текущем ремонте и др.) при строительстве элеватора на отдельной площадке	Чел.	Integer
KvartAdmPers	Административно-управленческий персонал, принятый дополнительно на квартал	Чел.	Integer
KvartPriemPers	Приемно-складской персонал, принятый дополнительно на квартал при строительстве элеватора в составе действующих предприятий	Чел.	Integer
KvartPriemPers OP	Приемно-складской персонал, принятый дополнительно на квартал при строительстве элеватора на отдельной площадке	Чел.	Integer
KvartLabPersDP	Лабораторный персонал, принятый дополнительно на квартал при строительстве элеватора в составе действующих предприятий	Чел.	Integer
KvartLabPersOP	Лабораторный персонал, принятый дополнительно на квартал при строительстве элеватора на отдельной площадке	Чел.	Integer
ColTranspBash	Число транспортерщиков, обслуживающих конвейеры приемных и отпускных устройств, конвейеры подсилосные, башмаки нории	Чел.	Integer

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4
ColTranspGal	Число транспортерщиков, обслуживающих конвейеры в надсилосной галерее, головки нории	Чел.	Integer
ColSeparPers	Число сепараторщиков (персонал элеватора)	Чел.	Integer
ColKovVesPers	Число весовщиков ковшовых весов элеватора	Чел.	Integer
ColOperatorPriem	Число операторов приема с железной дороги	Чел.	Integer
ColVesPers	Число весовщиков железнодорожных весов	Чел.	Integer
ColPogrRazgrPers	Число рабочих у погрузочно-разгрузочных устройств	Чел.	Integer
ColSlesarRem	Число слесарей-ремонтников	Чел.	Integer
ColElectrRem	Число электромонтеров-ремонтников	Чел.	Integer
ColMasterVes	Число мастеров по автоматическим весам	Чел.	Integer
ColUbElevSkI	Уборщицы элеватора и склада	Чел.	Integer
ColTransBashKvart	Число транспортерщиков, обслуживающих конвейеры в приемных и отпускных устройств, конвейеры подсилосные, башмаки нории, дополнительно на квартал	Чел.	Integer
ColTransGalKvart	Число транспортерщиков, обслуживающих конвейеры в надсилосной галерее, головки нории, дополнительно на квартал	Чел.	Integer
ColSeparPersKvart	Число сепараторщиков (персонал элеватора) дополнительно на квартал	Чел.	Integer
ColKovVesPersKvart	Число весовщиков ковшовых весов элеватора дополнительно на квартал	Чел.	Integer
ColOperatorKvart	Число операторов приема с железной дороги дополнительно на квартал	Чел.	Integer
ColVesPersKvart	Число весовщиков железнодорожных весов дополнительно на квартал	Чел.	Integer
ColPogrRazgrPersKvart	Число рабочих у погрузочно-разгрузочных устройств дополнительно на квартал	Чел.	Integer
ColSlesarRemKvart	Число слесарей-ремонтников дополнительно на квартал	Чел.	Integer
ColElectrRemKvart	Число электромонтеров-ремонтников дополнительно на квартал	Чел.	Integer
ColMasterVesKvart	Число мастеров по автоматическим весам дополнительно на квартал	Чел.	Integer
ColUbElevSkIKvart	Уборщицы элеватора и склада дополнительно на квартал	Чел.	Integer
ColSmenPnevm	Число сменных машинистов катучего пневмоперегрузателя	Чел.	Integer
ColNaladAsp	Число наладчиков аспирации	Чел.	Integer
ColSeparPersBM	Число сепараторщиков (персонал башен механизации)	Чел.	Integer
ColVorohPers	Число рабочих у ворохоочистителей	Чел.	Integer

Окончание таблицы 16

1	2	3	4
ColMashAutopod	Число машинистов автомобилеподъемника (персонал элеватора)	Чел.	Integer
ColMashAutopodBM	Число машинистов автомобилеподъемника (персонал башен механизации)	Чел.	Integer
ColZernoSushPers	Число зерносушильщиков	Чел.	Integer
ColNaladAvt	Число наладчиков автоматики	Чел.	Integer
ColDispOper	Число диспетчеров-операторов	Чел.	Integer
ColOperator	Число операторов	Чел.	Integer
ColSmenPnevmPersKvart	Число сменных машинистов катучего пневмоперегрузателя дополнительно на квартал	Чел.	Integer
ColNaladAspPersKvart	Число наладчиков аспирации дополнительно на квартал	Чел.	Integer
ColSeparBMPersKvart	Число сепараторщиков (персонал башен механизации) дополнительно на квартал	Чел.	Integer
ColVorohPersKvart	Число рабочих у ворохоочистителей дополнительно на квартал	Чел.	Integer
ColMashAutopodPersKvart	Число машинистов автомобилеподъемника (персонал элеватора) дополнительно на квартал	Чел.	Integer
ColMashAutopodBMPersKvart	Число машинистов автомобилеподъемника (персонал башен механизации) дополнительно на квартал	Чел.	Integer
ColZernosushPersKvart	Число зерносушильщиков дополнительно на квартал	Чел.	Integer
ColNaladAvtPersKvart	Число наладчиков автоматики дополнительно на квартал	Чел.	Integer
ColDispOperPersKvart	Число диспетчеров-операторов дополнительно на квартал	Чел.	Integer
ColOperatorPersKvart	Число операторов дополнительно на квартал	Чел.	Integer
GodPersonal	Годовой штат персонала	Чел.	Integer
KvartPersonal	Персонал дополнительно на квартал	Чел.	Integer

### 4.3 Определение энергоемкости элеватора

В основе разработки любого технологического процесса лежит выбор наилучших вариантов из множества допустимых. Решающими факторами обычно служат интуиция и опыт проектировщиков и эксплуатационников. Традиционные детерминированные методы расчета не позволяют проанализировать решения по проектированию технологической схемы элеватора, которая является сложной системой [148].

При проектировании технологического процесса требуется последовательно проанализировать и количественно оценить большое число вариантов технологических участков для определения оптимальных параметров всей технологической схемы. Основой для сравнения и отсева вариантов служат методы и средства математического моделирования, а также диалоговый режим проектирования с использованием персонального компьютера.

На данном этапе проектирования используются структурные модели отдельных участков, которые составляют общую структурную схему всего технологического процесса. Оптимальные параметры всей технологической схемы получаются в результате сочетания оптимальных решений отдельных участков. Критерии оптимальности отдельных технологических процессов хранения и переработки зерна (расход энергии, производительность, выход и качество продукта, затраты на производство, время окупаемости затрат, объем аппаратуры, занимаемая производственная площадь и т.д.) рассмотрены в работе Остапчука Н.В. «Оптимизация технологических процессов на зерноперерабатывающих предприятиях».

Некоторые из приведенных критериев (разделительный фактор, минимальное время сушки) следует применять при оптимизации технологического процесса на действующих элеваторах для отдельных единиц оборудования. При использовании ряда критериев (производительность процесса разделения, различные критерии эффективности, максимальная скорость перемещения влаги внутри зерновки) возникают сложности с количественным определением критерия, особенно на этапе разработки технологической схемы. Поиск оптимального решения по всем показателям затруднен противоречивостью критериев оптимальности, большим числом параметров и сложностью связей между ними.

В качестве критерия оптимальности следует использовать расход энергии, который используется для оптимизации каждого отдельного технологического участка (сушка, очистка, транспортирование зерна) на этапе разработки технологической схемы. Этот критерий подлежит количественной оценке и прогнозированию в любом состоянии объекта.

Одним из важных технико-экономических показателей в оценке работы предприятий, хранящих и перерабатывающих зерно, является эффективность использования энергии в технологическом процессе. На элеваторах стоимость электроэнергии составляет 30..50 % от общей стоимости перемещения зерна.

Удельный расход электроэнергии, в значительной мере определяемый производительностью предприятий и их энерговооруженностью, в то же время является производной технологического процесса, так как органически связан с его режимами, ритмичностью, структурно-механическими характеристиками сырья и другими технологическими факторами. С другой стороны, устойчивость, стабильность технологического процесса определяется как количественной, так и качественной стороной энергетического фактора.

Энергетические показатели на хлебоприемных предприятиях зависят от характеристики и компоновки производственных сооружений и от ряда других факторов: физико-химических; технологических; механических и энергетических.

К технологическим факторам относятся: грузооборот предприятия и его коэффициенты; характер производственных сооружений; характеристики технологического оборудования; технологическая схема операций и длина маршрута; технологическая дисциплина.

Требуется учесть основные факторы, влияющие на удельный расход энергии. В исследовании Ястребова П.П. «Использование и нормирование электроэнергии в процессах переработки и хранения хлебных культур» рассматривается задача о степени влияния отдельных факторов на удельный расход энергии, которая решается при помощи методов математической статистики и теории вероятностей. Результатом являются уравнения для расчета удельного расхода энергии при любых производственных условиях.

Индивидуальные энергетические характеристики, построенные для отдельных механизмов, позволяют определить оптимальный в энергетическом отношении режим работы. Гиперболический характер зависимости удельной энергоемкости от производительности подтверждает, что наивыгоднейший энергетический режим соответствует наибольшей возможной по технологическим условиям производительности механизмов предприятия.

При решении задачи формирования схемы технологического процесса на элеваторе объемы обработки зерна известны, поэтому для подбора оборудования используют плановый расход энергии.

Формирование схемы технологического процесса происходит автоматизированно, с применением программных средств расчета и подбора необходимого оборудования. Расчет планового расхода энергии также автоматизирован для оперативного принятия решения по выбору варианта технологической схемы.

Разработанная программа «Определение расхода энергии элеватора» написана на языке Object Pascal для операционной системы Windows 95/98 и выше. Программа предназначена для решения задачи «Определение планового расхода энергии элеватора».

Вычислительный процесс определения расхода энергии элеватора в целом является линейным, для каждого производственного участка вычисления повторяются циклически в зависимости от количества типов оборудования.

Процесс сушки зерна характеризуется наиболее высоким удельным расходом энергии. Производительность зерносушилки, следовательно, и удельный расход электроэнергии зависят от начальной и конечной (после сушки) влажности зерна. В таблице 17 содержатся данные по проведенным исследованиям удельных расходов электроэнергии при сушке зерна разных культур.

Таблица 17 – Удельный расход электроэнергии при сушке зерна

Зерносушилка	Удельный расход электроэнергии, квт ч/план т		
	На сушку	На настройку режима	Всего на операцию
ЗСВ-47	1,9450	1,0480	2,9930
ДСП-24СН	1,8954	1,0375	2,9329
ДСП-24	1,7863	1,0000	2,7863
ДСП-32	1,7333	0,7845	2,5178

Исследования удельного расхода энергии на зерноочистительные операции проводили на сепараторах ЗСМ-50, КДП-80, КДП-100, ЗСМ-100, ПДП-10(40) и др. После математической обработки методом корреляции получили уравнение обобщенной энергетической характеристики с учетом пусковых условий:

$$d = 8,48 A^{-1} + 0,15, \quad (14)$$

где  $A$  – расчетная производительность зерноочистительной машины.

Основным фактором, влияющим на энергоемкость транспортных операций, является производительность. В таблице 18 приведены оптимально-возможные укрупненные удельные расходы энергии.

Для расчета удельного расхода электроэнергии горизонтальных транспортеров использована закономерность:

$$d = - 0,428 A^{-1} + 0,028 L + 0,0208 L A^{-1}, \quad (15)$$

где  $A$  – производительность транспортера;  
 $L$  – длина транспортера.

Таблица 18 – Удельный расход энергии при транспортировании зерна

Операция	Зерно	Удельный расход электроэнергии, квт ч/т, для зоны		
		10-15	15 -20	20-25
Транспортирование зерна в элеваторах и в соединенных с ними складах				
Прием и перемещение	Тяжелое	0,412	0,430	0,472
	Легкое	0,581	0,628	0,727
	Подсолнечник	0,795	0,959	1,251
Отгрузка	Тяжелое	0,392		
	Легкое	0,553		
	Подсолнечник	0,757		

Уравнение удельного расхода электроэнергии в зависимости от высоты норрии и ее производительности имеет вид:

$$d = (0,06 A - 1 - 0,04) H - 0,0022, \quad (16)$$

где  $H$  – высота норрии.

В программе «Определение расхода энергии элеватора» использованы расчетные формулы (14)-(16) и данные таблиц 17 и 18. В качестве входных данных программы (таблица 19) используются плановые объемы обработки зерна для различных операций, производительность и количество используемого оборудования, коэффициенты, учитывающие физическое состояние зерна (влажность, культуру и т.п.). Выходными данными (таблица 20) является плановый расход энергии  $W$  (квт.ч).

Выбор в качестве критерия оптимальности планового расхода энергии на этапе разработки технологической схемы позволяет снизить энергоемкость элеватора. Автоматизация процесса формирования схемы технологического процесса уменьшает сроки проектирования, снижает экономические затраты на проектирование и строительство объекта. Предприятия по хранению и переработке зерна отличаются высоким уровнем механизации и автоматизации технологического процесса, но до сих пор проектируются традиционными методами, без использования компьютерных технологий. Создание автоматизированной системы проектирования

элеваторов является основой единого информационного пространства предприятия.

Таблица 19 – Входные данные программы

Имя переменной	Описание	Ед. измерения	Тип переменной
1	2	3	4
PlanTonnSush	Количество плановых тонн зерна, подлежащих сушке	тонн	real
KKultura	Культура		integer
ZernoSushilka	Тип зерносушилки		integer
KolTransp	Количество транспортеров	шт.	integer
PlanTonnTransp	Количество плановых тонн зерна, подлежащих транспортированию	тонн	real
DlinaTransp	Длина транспортера	м	real
ProizvTransp	Производительность транспортера	т/ч	real
PlanTonnNoria	Количество плановых тонн зерна, подлежащих транспортированию норией	тонн	real
ProizvNoria	Производительность нории	т/ч	real
KolNoria	Количество норий	шт.	integer
VysotaNoria	Высота нории	м	real
KolOchistka	Количество зерноочистительных машин	шт.	integer
PlanTonnOchistka	Количество плановых тонн зерна, подлежащих очистке	тонн	real
K	Коэффициент культуры зерна и его качества		real
KolZernoPriem	Количество типов зерна, подлежащих приемке	шт.	integer
PlanTonnPriem	Количество плановых тонн зерна, подлежащих приемке	тонн	real
Vlaga	Влажность принимаемого зерна	%	real
KolZernoOtgruzka	Количество плановых тонн зерна, подлежащих отгрузке	тонн	real

Таблица 20 – Выходные данные программы

№ п/п	Имя переменной	Описание	Единицы измерения	Тип переменной
1	2	3	4	5
1	WSushka	Расход энергии для сушки зерна	кВт.ч	real
2	Wnoria	Расход энергии для транспортировки нориями	кВт.ч	real

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4	5
3	WOchistka	Расход энергии для очистки зерна	квт.ч	real
4	WPriemka	Расход энергии для приемки зерна	квт.ч	real
5	WOtgruzka	Расход энергии для отгрузки зерна	квт.ч	real
6	W	Общий расход энергии процессов хранения и переработки зерна	квт.ч	real

#### 4.4 Проектирование аспирационных сетей, снижение загрязнения атмосферы промышленными выбросами с использованием ЭВМ

##### 4.4.1 Задача проектирования аспирационных сетей.

Данная задача предназначена для решения следующих проектных операций [149-150]:

- а) предварительного подбора аспирационного оборудования (вентиляторов и пылеотделителей) и определения потребной площади под их размещение;
- б) оптимальной трассировки аспирационных сетей;
- в) оптимального расчета потерь давления в сети; определение расхода материалов и составления спецификации;
- г) получения графической документации.

На основе перечня применяемого оборудования, емкостей, матрицы связей и компоновочных решений выполняется оптимальная трассировка и расчет сети, которые являются основой для определения расхода материалов, составления спецификации сети и получения графической документации.

Входными данными являются:

- а) перечень основного технологического, транспортного и вспомогательного оборудования;
- б) координаты привязки оборудования;
- в) матрицы связей между оборудованием.

По переменным данным производится укрупненный расчет аспирации с целью определения потребного количества и номенклатуры аспирационного оборудования (пылеотделителей и вентиляторов), затем трассировка воздухопроводов, расчет потерь давления.

Выходными данными являются:

- а) перечень аспирационного оборудования по сетям;
- б) трассы воздухопроводов на планах и разрезах;
- в) спецификация аспирационных сетей с ведомостью потребных материалов;
- г) графическое изображение разверток сетей на плоскости.

Предварительный подбор (расчет) вентиляционного оборудования (пылеотделителей, вентиляторов) производят по расходу воздуха в сети и потерям давления.

Расход воздуха n-ой сети определяется по формуле:

$$Q_e^n = k_Q \cdot \sum_{k=1}^l Q_k; \quad (17)$$

где  $Q_k$  – расход воздуха в k-ой машине;  
 $l$  – число машин, входящих в k-ю сеть;  
 $k_Q$  – коэффициент подсоса воздуха в сети;  
 $n$  – номер сети.

По полученному  $Q_e^n$  определяют тип и номер пылеотделителя, а также потери давления в нем –  $H_p^n$  по известным формулам.

Ориентировочное сопротивление сети можно найти, суммируя потери давления пылеотделителей и последовательности участков сети, принятых за главную магистраль. Потери давления на участке главной магистрали рассчитывается по формуле:

$$H_j^n = 1,5 \cdot l_j + HD_j \cdot \sum_{r=1}^{K_\phi} \phi_r + H_{Mj} \quad (18)$$

где  $j$  – номер участка, входящего в главную магистраль;  
 $l_j$  – ориентировочная длина j-го участка;  
 $\phi_r$  – коэффициент потерь давления в местном сопротивлении (принимать  $\phi_r=0,1$ );  
 $K_\phi$  – количество фасонных деталей на j-ом участке;  
 $H_{Mj}$  – потери давления в машине на j-ом участке;  
 $HD_j$  – потери скоростного напора на j-ом участке, рассчитанная исходя из условия  $V_j = V \min$ .

Здесь  $V_j$  – скорость воздуха на j-ом участке,  
 $V \min$  – минимально допустимая скорость.

Потери давления в сети определяем по формуле:

$$H_i^n = \sum_{j=1}^m H_j^n + H_p^n, \quad (19)$$

где  $\sum_{j=1}^m H_j^n$  – сумма потерь давления в главной магистрали;

По  $Q_e^n$  и  $H_p^n$  предварительно подбирается вентилятор с максимальным КПД и минимальным номером.

Подобранное оборудование размещается на этажах проектируемого объекта. Учитывая вертикальную технологию, размещение вентиляционного оборудования может производиться или в пределах этажа, где находится аспирируемое оборудование, или на верхних этажах.

Оптимальная трассировка, которая выполняется после размещения аспирационного оборудования, заключается в следующем:

$$\sum_{j=1}^k l_j^n \rightarrow \min, , \quad (20)$$

где  $l_j^n$  – длина 1-го участка n-ой сети;

$k$  – количество участков в сети.

На основе оптимальной трассировки производится оптимизационный расчет потерь давления сети, заключающийся в выборе оптимальной скорости движения воздуха, определяющей минимальную строительную и эксплуатационную стоимость сети:

$$S = A + B, , \quad (21)$$

где  $S$  – общие годовые расходы;

$A$  – годовые расходы на амортизацию;

$B$  – эксплуатационная стоимость сети.

Строительная стоимость воздуховодов сети определяется по формуле:

$$A_1 = b \sum_{j=1}^m \pi d_{j,k} \cdot l_j \quad (22)$$

где  $b$  – стоимость 1 м<sup>2</sup> поверхности воздуховода (принимается по статическим данным для соответствующих цен в данной местности);

$l_j$  – длина j-го участка сети.

Так как диаметр неизвестен, то от него требуется освободиться

$$d_j = \sqrt{\frac{4Q_j}{\pi v_j}} \cong 1,13 \sqrt{\frac{Q_j}{v_j}} \quad (23)$$

где  $Q_j$  – расход воздуха на  $j$ -ом участке ( $\text{м}^3 / \text{сек.}$ );  
 $v_j$  – скорость на  $j$ -ом участке.

Будем считать  $v_j = \text{const}$  (для всех участков постоянная).

Тогда:

$$A_1 = \frac{b \cdot \pi \cdot 1,13}{\sqrt{v}} \sum_{j=1}^n \sqrt{Q_j} \cdot l_j \quad (24)$$

Где расходы на амортизацию составят:

$$A = \alpha \cdot A_1 \quad (25)$$

где  $\alpha$  – коэффициент годовой амортизации.

Годовые расходы на эксплуатацию сети определяем по формуле:

$$B = n \cdot r \cdot l \cdot N \quad (26)$$

где  $n$  – производительность годовой эксплуатации;

$r$  – стоимость 1 квт.ч. энергии;

$l$  – коэффициент, учитывающий оплату обслуживающего персонала;

$N$  – потребляемая мощность сетью:

$$N = \frac{1,1 \cdot Q_c \cdot H_c}{102 \cdot \eta \cdot 3600} \quad (27)$$

Изменяя скорость ( $v$ ) в пределах от  $v_{\min}$  до  $v_{\max}$ , за некоторое число шагов можно достигнуть минимума величины скорости, при которой  $S=S_{\min}$  является оптимальной для расчета потерь давления.

Введем некоторые определения:

а) участком называют часть сети, имеющую постоянный расход воздуха;

б) узлом будем называть начало и конец участка;

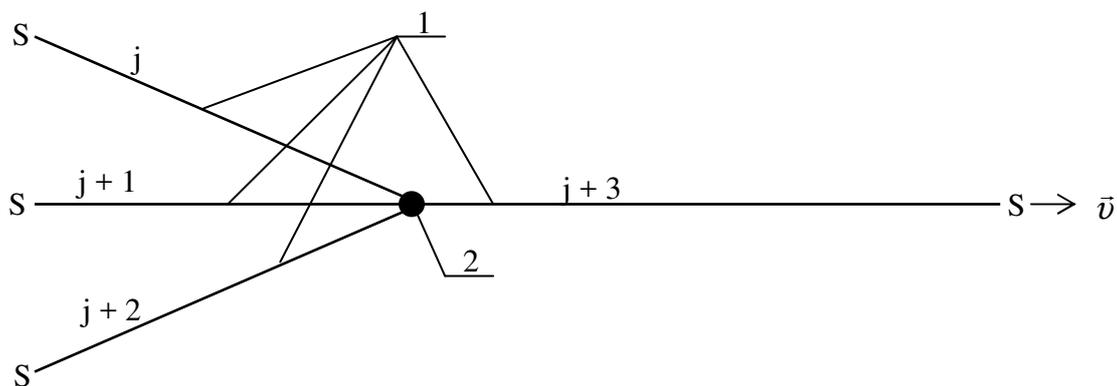
в) последовательным называют соединение входящих и выходя-

щих участков в узел;

г) параллельным называем соединение входящих или выходящих участков в узел;

д) направлением будем называть последовательное соединение участков в сторону движения воздуха. В направление входят начальный и конечный участок;

е) главной магистралью называют направление, имеющее максимальное сопротивление, определяющее потери давления в сети в целом.



1 – участки, 2 – узел,  $\vec{v}$  – скорость движения воздуха,  $j$  – номер участка.

Рисунок 19 - Схема трассировки сети.

На данном рисунке три последовательных соединения:

$[j, j+3]$ ;  $[j+1, j+3]$ ;  $[j+2, j+3]$ ;

и одно параллельное соединение

$[j; j+1; j+2]$ .

Задача оптимизации заключается в минимизации общего сопротивления сети и увязке потерь давления в листах параллельного соединения. В целом сеть можно представить в виде ориентированного графа, у которого вершины будут узлами, а дуги – участками. Под увязкой понимают устранение перепадов потерь давления между параллельными участками.

На рисунке 20 показан возможный граф сетей, у которых увязку потерь давления необходимо производить в вершинах – А, В, С, D, Е, G, L, М, N.

Введем некоторые обозначения:  
 $m$  – количество направлений (путей) в графе;  
 $n$  – количество участков (дуг) в графе;  
 $i$  – номер направления (пути) в графе;  
 $j$  – номер участка (дуги);  
 $H$  – вектор потерь давления на участках.

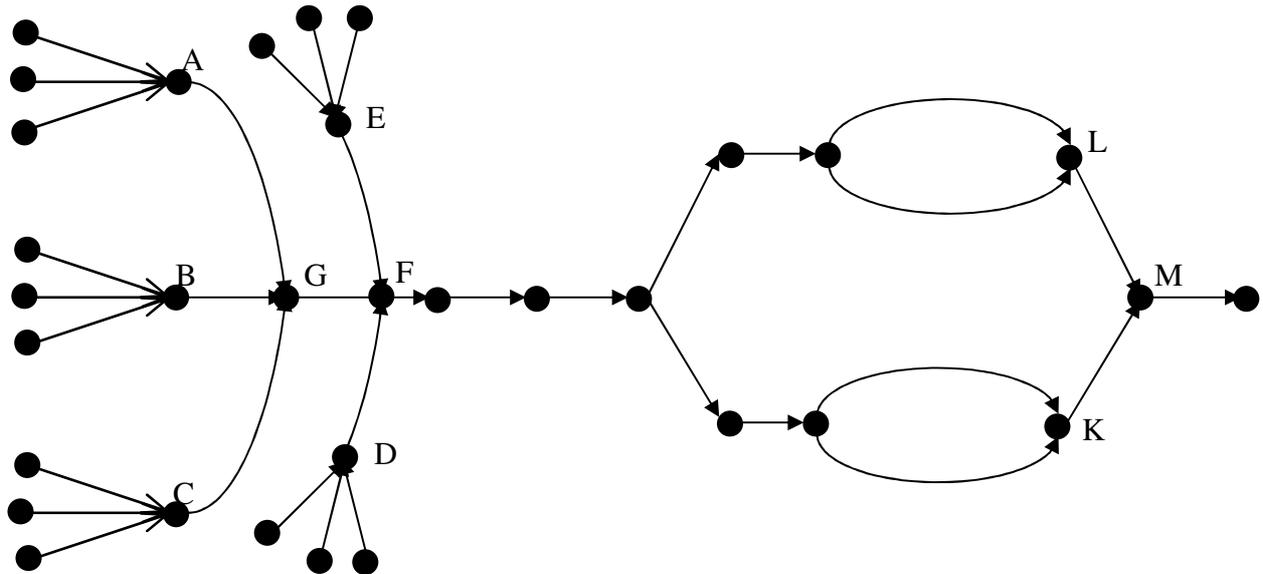


Рисунок 20- Граф возможных сетей.

$$H = \begin{pmatrix} H_1 \\ \dots \\ H_n \end{pmatrix} \in R^n,$$

где  $R^n$  –  $n$  – мерное векторное пространство;

$A_j$  – потери давления на  $j$ -ом участке;

$A$  – матрица размером  $[m+n]$ , состоящая из элементов  $a_{i,j}$ :

$$a_{i,j} = \begin{cases} 0, & \text{если } j\text{-ый участок не входит в } i\text{-е направление,} \\ 1, & \text{если } j\text{-ый участок входит в } i\text{-е направление;} \end{cases}$$

$\bar{H}$  – вектор потерь давления по направлениям,

$$\bar{H} = \begin{pmatrix} \bar{H}_1 \\ \dots \\ \bar{H}_m \end{pmatrix} \in R^m,$$

где  $\bar{H}_i$  – потери давления на  $i$ -ом направлении;

$R^m$  –  $m$  – мерное векторное пространство.



Схема алгоритма представлена на рисунке 21.

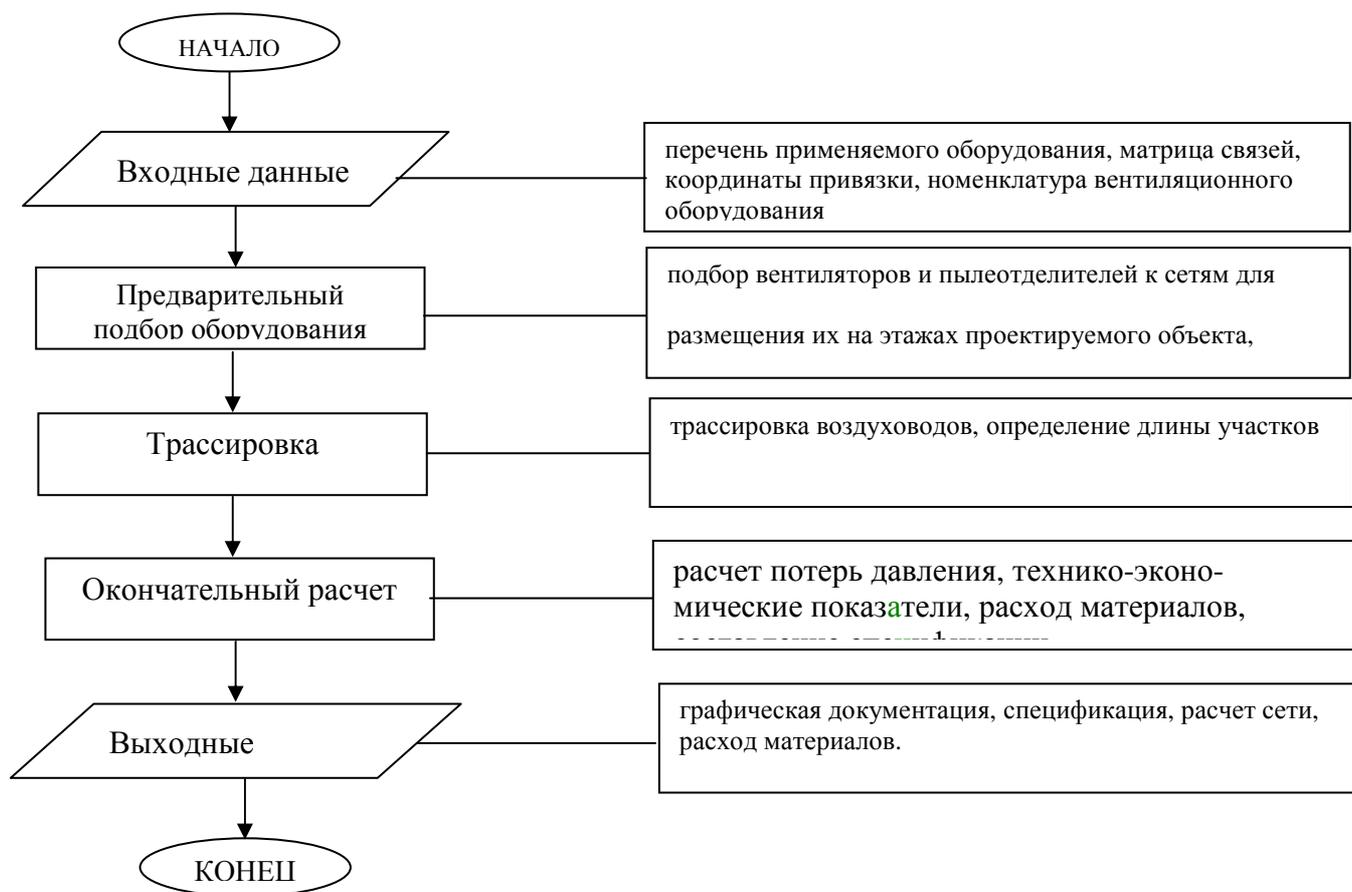


Рисунок 21 – Блок-схема алгоритма проектирования аспирационных сетей

Проектная операция разбивается на несколько этапов:

- а) по перечню технологического, транспортного и прочего оборудования и матрице связей производится укрупненный расчет аспирации с тем, чтобы ориентировочно определить потребность в аспирационном оборудовании;
- б) по результатам предыдущего шага производится размещение аспирационного оборудования на этажах проектируемых объектов;
- в) по результатам работы двух предыдущих шагов, перечню технологического, транспортного и прочего оборудования, матрице связей и компоновочным решениям производится оптимальная трассировка воздуховодов сетей;
- г) на основе трассировки производится оптимальный расчет потерь давления сети, составляется спецификация и определяется расход материалов;

д) последним этапом следует получение графического изображения сетей на планах и разрезах и вычерчивание разверток.

#### **4.4.2 Мероприятия по снижению загрязнения атмосферы выбросами действующих и проектируемых предприятий по хранению и обработке зерна с использованием ЭВМ**

Предприятия отрасли хранения и переработки зерна представляют собой комплекс точечных источников выброса вредных веществ, рассредоточенных по территории промышленной площадки.

Расчет рассеивания в атмосферу вредных веществ от большого числа источников, имеющих различные параметры выбросов и рассредоточенных на площадке значительных размеров, целесообразно производить на ПЭВМ. Это обусловлено еще и тем, что при установлении ПДВ необходимо рассмотреть большое число вариантов объединения выбросов, размещения источников на площадке и способов очистки выбросов от вредных веществ.

Начиная с 1982 года ГосниисредазПЗП в соответствии с «Временной методикой нормирования выбросов в атмосферу (расчет и порядок разработки нормативов предельно допустимых выбросов)», разработанной Главной геофизической обсерваторией имени А.И. Воейкова Госкомгидромета СССР для расчета использовал, согласованную с ГГО программу УПРЗА-I-ЕС Ю20, разработанная Белорусским отделением ВНИПИэнергопрома. При ее использовании выдавалась информация, необходимая для нормирования промышленных выбросов в атмосферу[151,152]:

а) распределение по территории промплощадки максимальных приземных концентраций пыли в виде таблиц и карт изолиний;

б) наибольшие из максимальных концентраций с соответствующими опасными скоростями и направлениями ветра и др.

Имеющийся опыт расчета рассеивания пыли на действующих предприятиях отрасли показывает, что выбросы от источников производственных цехов довольно высокие и требуется проведение ряда мероприятий по их снижению. На данном этапе снижение выбросов осуществляется путем герметизации оборудования и коммуникаций, организации системы локальной вентиляции и совершенствования технологии.

Но анализ опыта охраны воздушного бассейна показывает, что борьба за чистый воздух на промышленных площадках и прилегающих к ним селитебных зонах должна начинаться не на стадии строительства или реконструкции действующих предприятий,

а при проектировании промышленных объектов. Кроме того, необходимо использовать опыт предотвращения загрязнения атмосферы промышленными выбросами путем внедрения рациональных объемно-планировочных решений по застройке промышленных площадок.

При проектировании каждого предприятия необходимо прогнозировать концентрацию вредных веществ и на основе сопоставления их с предельно допустимыми, разрабатывать комплекс мероприятий по обеспечению чистоты атмосферы.

Результаты такого прогноза позволяют: правильно выбирать место строительства предприятия, определить минимально допустимые размеры санитарно – защитной зоны, обосновать рациональное расположение производственных корпусов на промышленной площадке, при котором используется естественное проектирование, оценить эффективность очистных сооружений.

Если на стадии проектирования и строительства предприятий не предусматривать или не реализовать полностью мероприятия по предупреждению загрязнения атмосферы, то затраты на установку устройств очистки воздуха на действующих предприятиях будут во много раз больше.

Все возрастающие масштабы загрязнения воздушного бассейна промышленными отходами, неблагоприятные последствия этого загрязнения ставят проблему сохранения чистоты окружающего воздуха в число важнейших народно – хозяйственных и социально – экономических задач.

В случае превышения ПДВ =  $0,5 \text{ мг/м}^3$  (основного выброса) – пыли, намечаются мероприятия по предотвращению загрязнения атмосферы выбросами предприятия путём модернизации технологического и вентиляционного оборудования, совершенствования производственного процесса и поэтапного снижения выбросов.

При проектировании вновь строящихся или реконструкции существующих ПХОЗ весьма большое внимание уделяется проектированию аспирации, при этом необходимо учитывать эффективность работы различных пылеулавливающих установок, для чего необходимо знать количество выбрасываемых в атмосферу вредных веществ до и после проведения обеспыливающих мероприятий. Эта информация необходима также для расчета концентраций вредных веществ в атмосфере, производимых по программному комплексу ЭРА (версия 1.7) для Windows 95(QSR2) /98/ME/NT/2000/XP, разработанного НПП «Логос-Плюс» (г. Новосибирск) [153].

ПК ЭРА разрешен к применению на территории Республики Казахстан (письмо МПРООС РК №09-335 от 04.02.2002 г.)

При подготовке данных к анализу мероприятий по выбросам необходимо учитывать два случая:

а) в случае вновь проектируемого предприятия отсутствуют данные о концентрациях пыли до пылеотделителя и после пылеотделителя;

б) в случае реконструкции существующего предприятия имеется возможность провести замеры концентраций пыли в воздуховодах сетей.

В случае невозможности проведения замеров считать по варианту а).

Любая аспирационная сеть имеет в своем составе пылеулавливающую установку, возможно не одну, при этом возможно различное соединение пылеуловителей:

- 1) параллельная работа пылеуловителей;
- 2) последовательная работа пылеуловителей.

В зависимости от реконструкции пылеуловителя меняется степень очистки поступающего воздуха. На предприятиях отрасли хлебопродуктов применяются в основном четыре вида пылеуловителей – ЦОЛ, БЦШ, УЦ, фильтры. Эффективность работы пылеуловителей зависит также от дисперсности частиц пыли, содержащихся в поступающем на очистку воздуха, чем мельче пыль, тем труднее воздух поддается очистке перечисленными установками.

В зависимости от типа технологического оборудования выделяется пыль различного состава, на предприятиях отрасли различают 11 различных групп оборудования (таблица 21).

В основу расчета количества пыли принимаются формулы, изложенные в «Указаниях по проектированию обеспыливающих установок на элеваторах, зерноскладах и сушильно-очистительных башнях», разработанных ЦНИИпромзернопроектом и утвержденных Минзагом СССР (1971г.).

Количество пыли в г/с, выбрасываемое в атмосферу определяется по формуле:

а) для сетей, обеспыливающих транспортное оборудование:

$$M_T = 278 \cdot 10^{-8} \cdot Q_2 \cdot \Psi_2 \cdot d_2 (100 - B_{бц2})$$

б) для сетей, обеспыливающих бункера, силосы и весовое оборудование:

$$M_T = 2+8 \cdot 10^{-8} \cdot Q_3 \cdot \Psi_3 \cdot d_3 (100 - B_{\text{бц3}})$$

Таблица 21 - Средние концентрации пыли в воздуховодах до пылеуловителей и максимальные их коэффициенты пылеотделения

№	Т и п се тей	Ко ли чес тво ступе ней оч ист ки	Технологическое и транспортное оборудование корпусов, отделений	Сред няя кон це нтрац ия пыли до пыле улови теля (г/м <sup>3</sup> )	Максимальный коэффициент пылеотделения				Коэф ф ициент од новр еменно сти
					ЦО Л	БЦШ	УЦ	Отечес твенны е филь тр ы	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Аспира	Одноступенчатая	Зерноочистительные	6	0,95	0,98	0,99	99,5	0,7
2			Транспортное оборудование	2	0,80	0,90	0,95	99,5	0,8
3			Весовое оборудование	0,5	0,50	0,70	0,80	99,5	0,5
4			Под и надсилосные транспортеры	2	0,80	0,90	0,95	99,5	0,3
5			Размольное, рушальное и дробильное	5	-	0,98	0,99	99,5	1
6	п н с		Пневматические сети	6	-	0,98	0,99	99,5	1
7	Аспирационные	Двухступенчатая	Зерноочистительные	6	0,98	0,98	0,99	99,5	1
8			Транспортное оборудование	2	0,80	0,90	0,95	99,5	1
9			Весовое оборудование	6	0,50	0,7	0,80	99,5	1
10			Размольное, рушальное и дробильное	5	-	0,98	0,99	99,5	1
11	п н с		Пневматические сети	6	-	0,98	0,99	99,5	1

в) для сетей, обеспыливающих зерноочистительные машины:

$$M_T = 2+8 \cdot 10^{-8} * Q_4 \cdot \Psi_4 \cdot d_4 (100 - B_{\text{бц4}})$$

где  $M_T$  – количество пыли, выбрасываемое в атмосферу в г/с;  
 $Q$  – количество воздуха, проходящего в аспирационных сетях перед первичными пылеотделителями в м<sup>3</sup>/час;  
 $\Psi_2, \Psi_3, \Psi_4$  – коэффициенты одновременности использования воздуха в сети;  
 $\Psi_2$  – 1,0 для сетей зерноочистительных машин;  
 $\Psi_3$  – 0,8 для транспортного оборудования элеватора;  
 $\Psi_4$  – 0,5 для бункеров и весового оборудования башни;  
 $\Psi_1^1$  – 0,2 для сетей, обслуживающих транспортное оборудование силосных корпусов;  
 $\Psi_2^{11}$  – для прочих сетей.  
 $d_2, d_3, d_4$  – значение средней концентрации пыли в воздуховодах до первичного пылеотделителя в г/м<sup>3</sup>.

Коэффициенты пылеотделителей:

- $V_{ц}$  – циклона ЦОЛ;
- $V_{бц}$  – батарейных циклонов БЦШ и УЦ – 3;
- $V_{ср}$  – фильтра ФВ.

Разработана программа на языке высокого уровня С++, автоматизированно определяющая данные к анализу мероприятий по выбросам мелькомбината[154]. На рисунке 22 показан интерфейс данной программы.

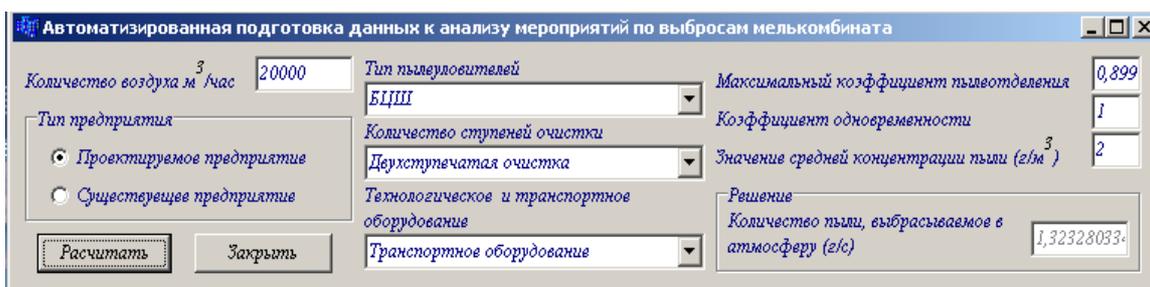


Рисунок 22 – Интерфейс программы «Автоматизированная подготовка данных к анализу мероприятий по выбросам мелькомбината»

Входными данными данной программы являются:

- количество воздуха, подлежащей очистке, м<sup>3</sup>/час;
- тип пылеуловителей;
- количество ступеней очистки;
- технологическое и транспортное оборудование.

Данная программа позволяет рассчитать количество пыли, выбрасываемое в атмосферу, г/с.

Таким образом, в новой постановке задачи пространственной компоновки оборудования удалось полностью освободиться от матрицы VL и VR. В результате оперативная память для размещения массивов уменьшилась в несколько раз.

Очевидно, что предложенная постановка задачи значительно повысит быстродействие системы за счет уменьшения количества операций для вычисления новой целевой функции. Кроме того, удалось уменьшить размерность задачи за счет исключения координат закрепленных объектов из числа неизвестных переменных. Методика и программный комплекс позволяет оптимально размещать технологическое оборудование в многоэтажном здании с учетом вертикальных связей, т.е. сократить строительный объем.

Применение этой методики позволит снизить расход металла до 5%, расход цемента - до 6% при строительстве одного объекта.

Выбор в качестве критерия оптимальности планового расхода энергии на этапе разработки технологической схемы позволяет снизить энергоемкость элеватора.

Результаты задач по расчету численности персонала и определения энергоемкости элеватора относятся к основным показателям деятельности проектируемого элеватора и используются при расчете экономической эффективности проекта элеватора.

Задача проектирования аспирационных сетей позволяет на основе перечня применяемого оборудования, емкостей, матрицы связей и компоновочных решений выполнить оптимальную трассировку и расчет сети, которые являются основой для определения расхода материалов, составления спецификации сети и получения графической документации; а также позволяет обеспечить охрану окружающей среды.

## **5 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ЭЛЕВАТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ**

### **5.1 Анализ использования машинной графики в САПР-ПХОЗ**

В общем объеме проектных работ чертежно-графические работы составляют 20-30%, достигая в некоторых случаях 70-80%. Кроме того, представление информации при помощи чертежей в значительной мере облегчает работу проектировщика, так как известно что графическую информацию человек воспринимает значительно быстрее, чем числовую. Все это показывает важность и необходимость автоматизации чертежно-графических работ.

Анализ разработок в области автоматизации чертежно-графических работ, ориентированных на ЕС ЭВМ, показал, что в основном все системы базировались на одной из схем процесса вывода [155,156]:

а) схема I включала этапы получения параметров объекта от проектирующих подсистем и прямого формирования графической информации в коды конкретного устройства;

б) схема II включала этапы получения параметров объекта от проектирующих подсистем, формирования графической информации на унифицированном языке и трансляции в коды конкретного устройства вывода.

Отличительным свойством схемы I является то, что эта схема ориентирована на конкретное выводное устройство с самого верхнего уровня формирования графической информации.

Прикладные программы и процедуры непосредственно формировали графическую информацию в кодах конкретного устройства. Тело программы или процедуры при этом содержали большое количество обращений к так называемым базисным процедурам, непосредственно ориентированным на данное устройства вывода. Пакет прикладных программ, формирующих типовые геометрические образы, вместе с базисными составляли основное математическое обеспечение любой системы, организуемой по схеме I.

Достоинством схемы I являлась относительная простота и скорость организации вывода.

К недостаткам относилось следующее:

- а) в прикладных программах необходимо было учитывать специфику конкретного выводного устройства;
- б) при переходе на другое устройство вывода требовалась переработка прикладных программ;
- в) трудно было организовать обратную связь с проектируемыми подсистемами.

Перечисленные недостатки схемы I привели к разработкам методов, основанных на представлении графической информации в форме унифицированного графического языка свободного от кодов выводного устройства.

Программная система комплексных разработок по автоматизации чертежно-графических работ в проектировании (ПРОМОНТ), разработанная в ЦНИПИИАСС Госстроя СССР, была построена по схеме II и обладала следующими достоинствами [157]:

- а) независимостью прикладных программ от конкретных устройств вывода;
- б) предоставлением возможности накопления на ЭВМ графической информации в виде фрагментов;
- в) предоставлением возможности дополнения и корректировки графической информации.

В САПР предприятий по хранению и переработке зерна автоматизация чертежно-графических работ выполнялись с применением системы ПРОМОНТ.

Решались следующие задачи:

- а) формирование и вывод компоновочных чертежей планов этажей;
- б) формирование и вывод чертежей самотечных коммуникаций;
- в) формирование и вывод чертежей аспирационных сетей;
- г) формирование и вывод чертежей механического транспорта в проектируемом здании;
- д) формирование и вывод чертежей монтажных отверстий.

Все эти задачи решались в следующем порядке:

- а) разрабатывались макеты чертежа, где выделялись фрагменты трех уровней сложности: элементарные, составные и групповые;
- б) создавались библиотеки многократно используемых элементарных фрагментов;
- в) разрабатывались программы формирования чертежей и вывода их на магнитный носитель или непосредственно на устройства вывода.

В результате внедрения САПР предприятий по хранению и переработке зерна удалось довести уровень автоматизации проектных

работ в 1985 году до 15% по отрасли. Этот уровень, в основном, был достигнут за счет автоматизации чертежно-графических работ.

Для формирования и вывода чертежей использовалась система ПРОМОНТ [157]. В этой системе на каждый тип автоматически выполняемого чертежа разрабатывается макет, в котором схематически представляются изображения частей проектируемого объекта. На каждом макете выделяются типы фрагментов трех уровней сложности: группы фрагментов, составные фрагменты, элементарные фрагменты. В нашем случае элементарными фрагментами являются планы оборудования, координатная сетка. Элементарный фрагмент привязан к разбивочным осям.

Для работы программного комплекса сначала создавалась библиотека элементарных фрагментов планов различных типов оборудования. Формирование элементарных фрагментов осуществлялось специальной процедурой.

Каждый элементарный фрагмент формируется из геометрических примитивов. Набор примитивов можно изменять и дополнять при необходимости.

Для удобства подготовки данных при формировании планов оборудования разрабатывались специальные бланки, с которых непосредственно осуществлялась перфорация. Каждый план оборудования записывается в библиотеку под уникальным кодом. Эту библиотеку при необходимости можно расширять, добавляя планы новых типов оборудования и удалять планы устаревших типов оборудования. После того как библиотека элементарных фрагментов сформирована, может работать процедура формирования планов этажей, которая формирует составные фрагменты планов этажей. Составные фрагменты также заносятся в библиотеку под своими номерами. Каждый план этажа выполняется на отдельном чертежном листе. Поэтому из составных фрагментов планов этажей формировался групповой фрагмент таким образом, чтобы на рабочем поле графопостроителя разместилось максимальное число чертежных листов.

Процедура NGFRAG осуществляет вывод чертежа на графопостроитель или другие графические устройства [158]. Программный комплекс работал в операционной системе ОС версии 4.1 или 6.1.

В настоящее время, в связи с появлением ПЭВМ и графических систем типа AutoCAD, возникла необходимость создания другой методики и технологии разработки чертежей.

## 5.2 Методика создания библиотек планов и разрезов оборудования

План каждого этажа должен выполняться на отдельном чертёжном листе и содержать следующие элементы [159-162]:

- а) стандартную рамку чертёжного листа;
- б) строительную сетку этажа;
- в) вариант размещения оборудования на этаже (для каждого оборудования вычерчивается план) и привязка к ближайшим разбивочным осям.

Для формирования и вывода чертежей используется система Auto CAD. На каждый тип чертежа создается модель, в котором представляется схематическое изображение частей проектируемого объекта. На каждой модели чертежа выделяются типы фрагментов трёх уровней сложности:

- а) группы фрагментов;
- б) составные фрагменты;
- в) элементарные фрагменты.

Таким образом, графическая информация представляется в виде иерархической системы фрагментов конкретного чертежа.

Для накопления, дополнения и корректировки графической информации технологических чертежей элеватора необходимо выделить следующие типы фрагментов:

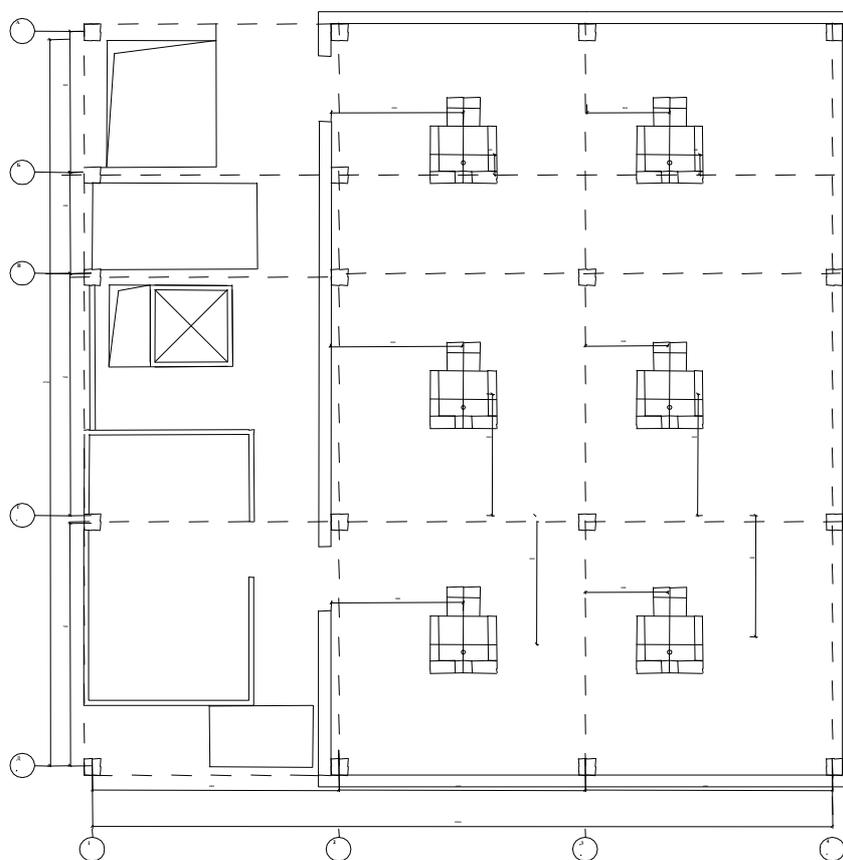
- а) планы оборудования, строительная сетка и фрагмент привязок к разбивочным осям (элементарный фрагмент);
- б) план каждого этажа (составной фрагмент);
- в) все планы этажей (группа фрагментов).

Для формирования чертежей необходимо создать, а затем постоянно поддерживать информационную базу, которая содержит планы и разрезы необходимых типов оборудования. Информационную базу можно при необходимости расширять, добавляя планы новых типов оборудования, или сокращать, удаляя устаревшие типы оборудования. После того, как информационная база элементарных фрагментов различных типов оборудования сформирована, можно формировать составные фрагменты планов этажей. Сформированные составные фрагменты заносятся или во временную библиотеку (при однократном использовании), или в постоянную библиотеку (при многократном использовании). Затем формируется группа фрагментов таким образом, чтобы на рабочем поле графопостроителя разместилось максимальное число чертёжных листов, содержащих планы этажей проектируемого объекта.

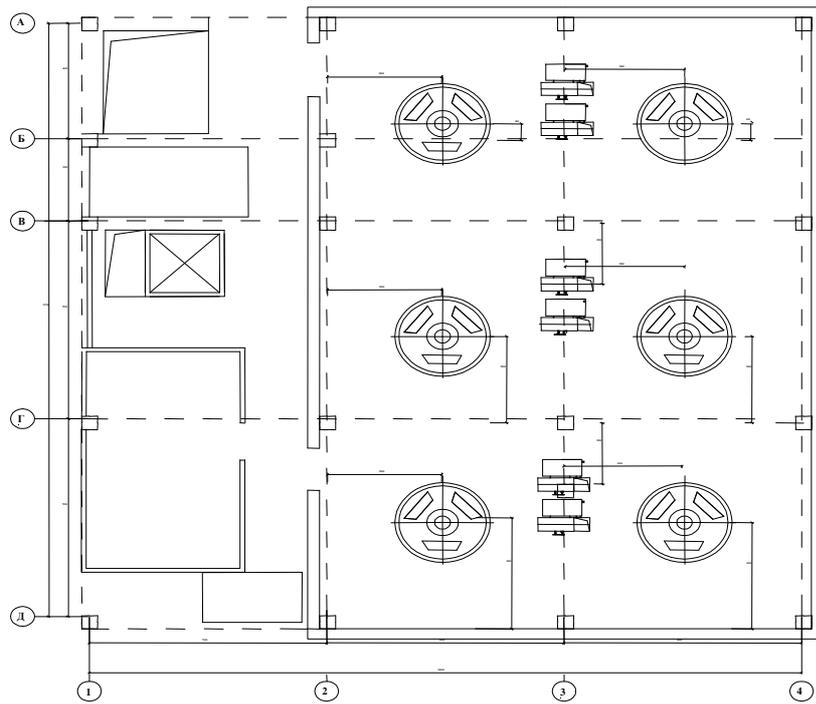
Информационная база содержит планы различных типов оборудования в виде массивов элементарных фрагментов, в которых указывается из каких геометрических примитивов состоит план оборудования. В состав геометрических примитивов входят следующие: ломанная линия, число, строка дисков, дуга окружности, дуга эллипса, прямоугольники и опорные оси. При необходимости состав примитивов может быть расширен.

### 5.3 Примеры технологических чертежей элеваторов

План 5-го этажа



План 6-го этажа



Планы 7,8-го этажей

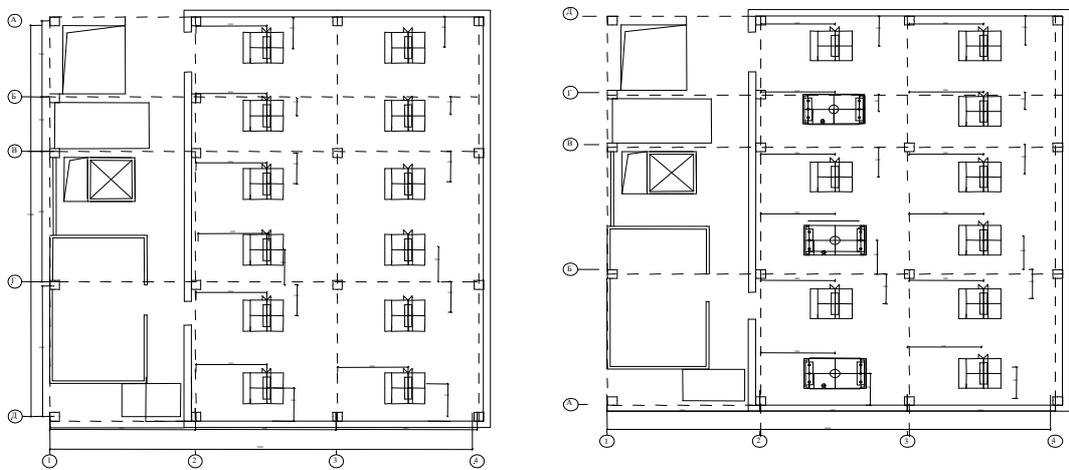


Рисунок 23 – Планы 5, 6, 7 и 8 этажей

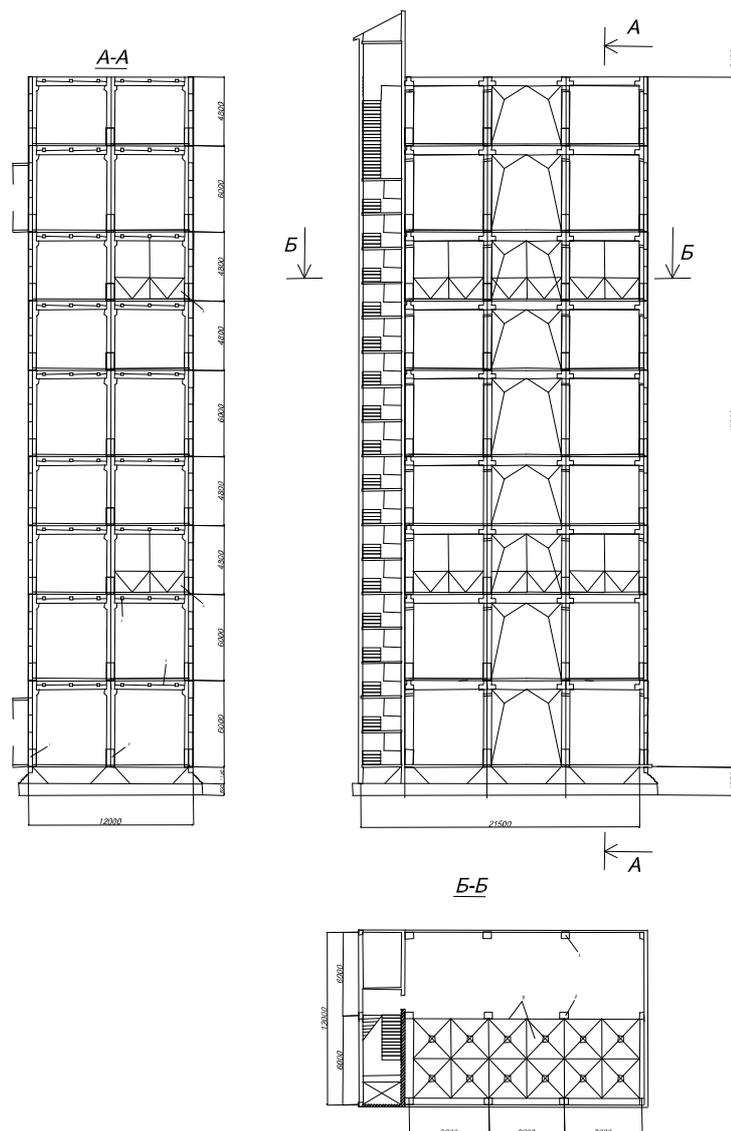


Рисунок 24 – Поперечный и продольный разрезы элеватора.

Таким образом, предложена технология выполнения рабочих чертежей элеватора с использованием компьютерной графики (AUTOCAD), позволяющая повысить уровень автоматизации проектных работ на 15-20%.

Использование предложенной технологии выполнения рабочих чертежей в проектном процессе позволит сократить трудозатраты на проектирование на 10-15% и повысить производительность труда проектировщиков в 2-3 раза.

## **6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МЕТОДОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНОВНЫХ УСТРОЙСТВ ЗЕРНОВЫХ ЭЛЕВАТОРОВ**

Необходимость перестройки обостряется в связи с «вступлением» системы проектирования в рыночную экономику.

Рыночная экономика диктует разрабатывать наиболее экономичные и технологичные проектные решения зданий, сооружений и новые методы их возведения, что позволит снизить капиталоемкость, материалоемкость, и трудоемкость создаваемых объектов. Многократно возрастает роль заказчика, который платит деньги и должен получить проектную продукцию должного качества.

Оснащение рабочих мест современными техническими средствами способствует увеличению производительности труда в 5-15 раз.

Зарубежный опыт подтверждает, благодаря компьютерной технологии проектированием в крупных организациях занимаются 100-120 наиболее квалифицированных специалистов, которые надежно обеспечивают высокое качество и эффективность строительных проектов. Международный опыт показывает, что в условиях рынка и конкурентной борьбе организации в одиночку не выживают.

Становление рыночных отношений в сфере строительного проектирования – длительный и многоаспектный процесс, в ходе которого возникает множество проблем. Но, четко определив цели, наметив пути и способы их достижения надо начать этот процесс. Затем придет опыт, появятся новые обученные кадры, начнет функционировать настоящий рынок идей, разработок, проектов.

Расчет показателей экономической эффективности проектирования элеватора с применением компьютерной технологии выполнен в соответствии с «Методическими указаниями по расчету экономической эффективности систем автоматизированного проектирования в строительстве» [163].

Исходные данные для расчета получены из паспортов программных средств, ориентированных на ЕС ЭВМ и калькуляций себестоимости выполнения задач проектирования с применением современной компьютерной техники. Трудозатраты на выполнение задач проектирования при автоматизированном способе с

использованием ЕС ЭВМ и ПК определялись на основании ЕНВиР, хронометража и экспертных оценок.

В качестве реализации задачи проектирования принимаются решения задачи проектирования, получаемые в результате однократного использования конкретного программного средства.

Краткая характеристика базового варианта

Способ технической реализации: ЭВМ ЕС-1022 и ЕС-1035, графопостроитель планшетный.

Краткая характеристика оцениваемого варианта

Способ технической реализации – персональный компьютер с использованием языка программирования высокого уровня Паскаль, С++, плоттеры цветной и черно-белый, принтер, сканер и др.

Ориентирована на:

- совершенствование технологического проектирования элеваторов и реконструкции старых предприятий;

- учебный процесс в виде методических указаний к лабораторным и практическим занятиям по дисциплинам: «Технология элеваторной промышленности», «Технология хранения и переработки зерна» и «Проектирование предприятий с основами САПР».

Сферы экономии при использовании – процесс проектирования, процесс строительства проектируемых объектов.

Определяем показатель экономической эффективности – годовой экономический эффект в проектировании

Годовой экономический эффект определим по классической формуле:

$$\mathcal{E} = [(C_1 - C_2) - E_n (K_1 - K_2)]A \quad (32)$$

где  $C_1$  – себестоимость выполнения одной реализации рассматриваемой задачи проектирования с использованием ЕС ЭВМ (базовый вариант);

$C_2$  – себестоимость выполнения одной реализации рассматриваемой задачи проектирования с использованием персонального компьютера (оцениваемый вариант);

$E_n$  – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений; не менее 0,15;

$K_1$  – капитальные затраты на выполнение одной реализации рассматриваемой задачи проектирования с использованием ЕС ЭВМ;

$K_2$  – капитальные затраты на выполнение одной реализации рассматриваемой задачи проектирования с использованием персонального компьютера;

А – число реализаций рассматриваемой задачи проектирования в расчетном году.

Рассматриваемые задачи проектирования представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Рассматриваемые задачи проектирования

№	Задачи	Программное средство
1	2	3
1	Расчет оборудования для приемки и отпуска зерна из автотранспорта	Borland C++ Builder 6 на базе компилятора C++
2	Расчет оборудования для приемки и отпуска зерна с железнодорожного транспорта	
3	Расчет оборудования для приемки и отпуска зерна с водного транспорта	
4	Расчет объемов обработки зерна при предварительной очистке	
5	Расчет оборудования для сушки зерна	
6	Расчет оборудования для очистки зерна	
7	Определение вместимости силосов и бункеров	
8	Расчет численности работников	
9	Расчет энергоемкости элеватора	

Исходные данные для расчета представлены в таблицах 23 и 24.

Таблица 23 – Базовый вариант

Наименование	Обозначение	Ед. измер	Значение	Источник получения
1	2	3	4	5
Объем машинного времени, расходуемого на один расчет	$m_{2pj}^B$	час/расч	28	Рабочий журнал учета машинного времени на ВЦ
Предпроизводственные затраты	$K_{e2}$	тыс.тенге	147078,3	Данные ППО
Цена одного часа машинного времени ЭВМ	$C_{ш2}$	тенге/час	13333,3	Прейскурант У-01 «тарифы на услуги ВЦ»
Цена ЭВМ	$K_{ЭВМ2}$	тыс.тенге	84245	Прейскурант №17-08
Годовой фонд полезного времени ЭВМ	$M_2$	час/год	661	Данные бухгалтерии
Трудозатраты на выполнение одного расчета	$Q_{2pj}^B$	чел. час/расч	4,0	Результат хронометража

Продолжение таблицы 23

1	2	3	4	5
Число расчетов	$A_{2pj}$	расч/реал	9	Журнал учета в отделах заданий выполняемых на ЭВМ
Общая стоимость осн фондов	$\Phi_{ви2}$	тыс.тенге	160848,8	Данные бухгалтерии
Общая стоимость акт части осн фондов	$\Phi_{а2}$	тыс.тенге	135799,3	Данные бухгалтерии
Общ стоимость осн фондов Госниисредазпромзернопроект	$\Phi_2$	тыс.тенге	371898,8	Данные бухгалтерии
Число реализаций	$A_2$	реал/зад ач.год	12	Журнал учета в отделах заданий выполняемых на ЭВМ
Среднечасовая зарплата	$З_2$	тенге /чел.час	166,67	Данные ППО
Среднесписоч численность			502	Данные ППО
Число рассматриваемых задач	$H_2$	задача	9	Техническое задание

Таблица 24 – Исходные данные, общие для обоих вариантов

Наименование	обозначение	Ед. измер	значение	Источник получения
1	2	3	4	5
Нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений	$E_n$	И/год	0,15	СН509-78
Отраслевой нормативный коэф экон эффект выч техники	$E_{нвт}$		0,40	Постановление Госплана СССР
Число рабочих часов в расчетном году	t	ч/год	2040	Определяется прямым счетом
Продолжительность расчетного периода	q	год	1	Табл.6 «Методические указания»

Затраты труда и стоимость работ при выполнении расчета технологического оборудования по программам «Расчет оборудования для приемки зерна с автомобильного транспорта», «Расчет оборудования для приемки зерна с железнодорожного транспорта», «Расчет оборудования для приемки зерна с водного транспорта», «Расчет оборудования для очистки зерна», «Расчет

объемов обработки зерна при предварительной очистке» «Расчет оборудования для сушки зерна», «Определение вместимости силосов и бункеров», «Нория» на ЭВМ – 1022 и графопостроителе представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Затраты труда и стоимость работ с использованием ЕС ЭВМ

Виды работ и затрат	Затраты труда исполнителей ч. час			Всего
	Главн ый спец	Старший инженер (инженер )	Старший техник (техник)	
1	2	3	4	5
Подготовка исходных данных	50			50
Перфорация исходных данных			10	10
Счет на ЭВМ			10	10
Вычерчивание чертежей			10	10
Оценка результатов	40			40
Доработка традиционным методом		580		580
Итого трудозатрат	90	580	30	700
Часовая тарифная ставка, тенге	250	115	94,99	
Основная заработная плата, тенге	22 500	66 700	2 850	92 050

Техническое руководство 19,9%:  $552,3 \cdot 0,199 = 18\,318$  тенге.

Премии 6,5% :  $(552,3 + 109,91) \cdot 0,065 = 7\,166$  тенге.

Итого заработная плата = 117 541,67 тенге.

Другие прямые затраты 49,9% :  $705,25 \cdot 0,499 = 175,6$  тенге.

Накладные расходы  $705,25 \cdot 0,338 = 238,37$  тенге.

Командировочные расходы  $705,25 \cdot 0,09 = 63,47$  тенге.

Стоимость машинного времени  $10 \cdot 60,0 = 600,0$  тенге.

Стоимость работы на графопостроителе  $10 \cdot 10,0 = 100$  тенге.

Общая стоимость 118 719,11 тенге.

$C_1 = 118\,719,11$  тенге.

Затраты труда и стоимость работ при выполнении расчета технологического оборудования по программе «Borland C++ Builder 6 на базе компилятора C++» на персональном компьютере и плоттере представлены в таблице 26.

Техническое руководство 19,9%:  $100\,000 \cdot 0,199 = 19\,900$  тенге.

Премии 6,5% :  $(100000+19900) \cdot 0,065 = 5\,206$  тенге.

Таблица 26 – Затраты труда и стоимость работ с использованием ПК

Виды работ и затрат	Затраты труда специалиста ч. час	Всего
Подготовка исходных данных	8	
Перфорация исходных данных	0	
Счет на ПЭВМ	0,5	
Вычерчивание чертежей	0,5	
Оценка результатов	8	
Доработка традиционным методом	0	
Итого трудозатрат	17	
Основная заработная плата, тенге	100 000	100 000

Итого заработная плата = 25 106 тенге.

Прямые затраты 49,9% :  $25\ 106 \cdot 0,499 = 12528$  тенге.

Накладные расходы 33,8 % :  $25\ 106 \cdot 0,338 = 8486$ тенге.

Командировочные расходы 9% :  $25\ 106 \cdot 0,09 = 2\ 259$  тенге.

Общая стоимость 48379 тенге.

$C_2 = 48\ 379$  тенге.

Так как расчеты выполнялись на ЕС ЭВМ на средства проектной организации, то  $K_1 = 4\ 433\ 833,34$  тенге

$K_2$  – равен стоимости технических средств автоматизации (ПК, плоттер, принтер, сканер) – 330 000 тенге

$\mathcal{E} = [(118\ 719,11 - 48\ 379) - 0,15 (4\ 433\ 833,34 - 330\ 000)] \cdot 12 = 6\ 542\ 818,69$  тенге

Годовой экономический эффект в проектировании от использования программного комплекса составит:  $\mathcal{E} = 6\ 542\ 818,69$  тенге.

Таким образом, экономический эффект достигается за счет:

- снижения расхода металла до 5%, расхода цемента до 6% при строительстве одного объекта путем сокращения строительного объема на основе использования метода автоматизированного проектирования пространственной компоновки оборудования;

- сокращения трудозатрат на проектирование технологической части проекта элеватора на 10-15%;

- повышения производительности труда проектировщиков в расчетной части проекта элеваторов в 2 раза.

- расчетный годовой экономический эффект от внедрения разработанной методики в проектировании зерновых элеваторов составит  $\mathcal{E} = 6\ 542\ 818,69$  тенге.

## Заключение

1. На основе анализа современного состояния технологии хранения и обработки зерна, методов технологического проектирования и количественно-качественных характеристик поступающего зерна проведены теоретические и экспериментальные исследования с целью разработки научно-практических основ технологического проектирования зерновых элеваторов с использованием современных информационных систем, позволяющих повысить качество проектирования зерновых элеваторов и сохранности зерна.

2. Исследования, связанные с разработкой компонентов САПР-ПХОЗ, велись в 70-90 годы с использованием вычислительных средств того времени и в связи с распадом СССР за последние два десятилетия, если не считать работ авторов, новыми результатами не пополнялись.

3. Дальнейшее совершенствование и развитие компонентов методического, программного и информационного обеспечений САПР – ПХОЗ, ориентированные на современные средства ВТ позволили разработать новую методику технологического проектирования зерновых элеваторов с элементами САПР и использовать их в ПГУ им. С.Торайгырова при изучении дисциплин «Технология элеваторной промышленности», «Технология хранения и переработки зерна» и «Проектирование предприятий с основами САПР». Результаты проведенных в работе исследований также внедрены на Жолкудукском, Иртышском, Калкаманском, Щербактинском элеваторах Павлодарской области, Коскульском элеваторе Костанайской области, проектном институте «Промзернопроект».

4. Исследование количественно-качественных характеристик поступающего зерна на хлебоприемные элеваторы Казахстана за 2000-2008 гг. позволило определить основные параметры технологического проектирования зерновых элеваторов, разделить территорию Казахстана на пять регионов.

5. Разработана имитационная модель участка приема зерна с автомобильного транспорта.

6. Задачи технологического проектирования зерновых элеваторов обладают всеми признаками сложных систем:

- многообразие структуры (сети, деревья, иерархические структуры и т.д.);

- многосвязность элементов (взаимосвязь подсистем в одном уровне и между различными уровнями иерархии);
- многообразие природы элементов (машины, автоматы, люди-операторы);
- многократность изменения состава и состояния системы (переменность структуры, связей и состава системы);
- многокритериальность (наличие локальных критериев для подсистем и глобального критерия для системы в целом, их противоречивость).

7. Разработана и предложена структура методического, программного, информационного, технического и организационного обеспечений САПР-ПХПЗ, ориентированная на современные информационные системы.

8. Предложена структурная модель технологии автоматизированного проектирования предприятий по хранению и переработке зерна в проектно-институте с использованием разработанной методики, определены задачи, функции и структура службы САПР проектно-института системы хлебопродуктов.

9. Задача проектирования аспирационных сетей позволяет на основе перечня применяемого оборудования, емкостей, матрицы связей и компоновочных решений выполнить оптимальную трассировку и расчет сети, которые являются основой для определения расхода материалов, составления спецификации сети и получения графической документации, а также позволяет обеспечить охрану окружающей среды.

10. Предложены методика определения уровня автоматизации проектных работ проектной организации системы хлебопродуктов, технология выполнения рабочих чертежей элеватора с использованием компьютерной графики.

11. Предложенная методика технологического проектирования с использованием информационных систем позволяет повысить качество проектирования, сократить сроки проектирования, оптимизировать технологический процесс элеватора, который обеспечивает существенное сокращение эксплуатационных затрат и повышение качества хранения зерна.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Совершенствование проектирования на основе применения вычислительной и организационной техники. Обзор разработок. ЦИНИС Госстроя СССР, 1979г. - 48с.
2. Техническое задание на разработку и внедрение «Системы автоматизированного проектирования предприятий по хранению и переработке зерна». Отчет о НИР / Госниисредаз ПЗП; по теме 04.31. целевой комплексной научно – технической программы О.Ц. 027 ГКНТ, Госплан и АН СССР. Уразбаев Т.В., Арынгазин К.Ш. и др. Инв. 0282.0060888. Алма – Ата, 1981г. – 72с.
3. Акт приемки в промышленную эксплуатацию системы автоматизированного проектирования предприятий по хранению и переработке зерна (САПР – ГПЗП) в институте ГосНИИсредазпромзернопроект. Алма – Ата, 1985г. - 31с.
4. Отраслевая программа работ на 1986 – 1990 годы и на период до 2000 года в области создания и использования систем автоматизированного проектирования (САПР) в Министерстве заготовок СССР. Москва, 1987г.
5. Омаров Т.Е., Изтаев Б.А. Проблемы качества зерна при переработке и поставке на экспорт //Инженерная наука на рубеже XXI века: Материалы межд. науч.-практ. конф. - Алматы, 2001. - С.65-66.
6. Омаров Т.Е. Проблемы повышения эффективности использования зерна пшеницы //Проблемы научного обеспечения сельского хозяйства Республики Казахстан, Сибири и Монголии: Материалы 4-ой Межд. науч.-практ. конф. (г. Улан-Батор, 9-10 июля 2001 г.). - Алматы, 2001. - С.405-406.
7. Абиров Ж.А., Изтаев А.И., Омаров Т.Е. Формирование экспортных партий зерна пшеницы в Костанайской области с применением новых методов оценки качества зерна //Вест. с.-х. науки Казахстана, №10. - Алма-Ата, 2002. - С.56-57.
8. Жуманазаров К.Б., Ермекбаев СБ., Омаров Т.Е. О проблеме качества зерна и его конкурентоспособности //Пищевая технология и сервис, 2005, №2. - С. 12-13.
9. Арынгазин К.Ш., Сарлыбаева Л.М., Изтаев А.И. Роль зерновых ресурсов в решении продовольственной безопасности Республики Казахстан./Сборник материалов 4–ой международной научно – практической конференции «Научная индустрия европейского континента – 2008» (27.11 – 05.11). – Прага. 2008 – Т. 13. с. 63 – 67.

10. Зотова Н.Н., Казаков Е.Д., Стародубцева А.И., Сычева Е.М. Природа повышенной интенсивности дыхания зерна овса при хранении / Труды ВНИИЗ. - Москва, 1972. - Вып.75. - С. 32-39.

11. Джанкуразов Б.О., Изтаев А.И., Джанкуразов К.Б. Катализаторы очага самосогревания зерна в системе «Поле-элеватор» // Тезисы докладов 3-й Международной научно-практической конференции «Пищевая промышленность на рубеже веков: состояние, проблемы и перспективы» - Алматы, 2001.-С. 27-29.

12. Изтаев А.И., Джанкуразов Б.О., Омаров Т.Е., Умбетбеков А.Т. Порточный метод уборки, приёмки и обработки зерна // Тезисы докладов Международной научно-практической конференции «Проблемы научного обеспечения производства, послеуборочной обработки, хранения и переработки зерна и других продуктов растениеводства», посвященная 10-летию Независимости Республики Казахстан / Труды КазНИИ зерна. - Выпуск 3. - Астана, 2001. - С. 253-259.

13. Изтаев А.И., Сапарбаев А.Д., Джанкуразов Б.О. Совершенствование сети зернохранилищ и повышение сохранности зерна // Сборник докладов и статей юбилейной научной конференции, посвященной 80-летию специальности «Технология хранения и переработки зерна». - Москва, 2002. - С.30-33.

14. Инструкция по проектированию элеваторов, зерноскладов и др. предприятий, зданий и сооружений по обработке и хранению зерна / СН 261-77. - М.: Стройиздат, 1977. - 45 с.

15. Любушкин В.Т., Джанкуразов Б.О., Молдахметов А.Б., Усенова Л.Ж. Прогнозирование и расчёт знакопеременных изменений влажности зерновых масс //Тезисы докладов Международного симпозиума «Экспрессное определение качества зерна и зернопродуктов» - М., 1990. - С. 119.

16. Налеев О.Н. Повышение технологической эффективности сушки зерна крупяных культур: Автореф. дис. доктор. - Москва, 1993. - 49 с.

17. Росляков М.Г. Исследование структурно-механических и технологических свойств зерна с учетом состояния поглощенной воды: Автореф. дис. канд. - Москва, 1973. - 24 с.

18. Теленгатор М.А., Уколов В.С., Кузьмин И.И. Обработка семян зерновых культур. - Москва: Колос, 1980. - 272 с.

19. Тухватуллин М.М. Влияние очистки на качество свежееубранного зерна пшеницы при хранении: Автореф. дис. канд. - Москва, 1984. - 23 с.

20. Гудилин А.В., Фейденгольд В.Б. Особенности поступления партий заготавливаемого зерна // Труды Всес. НИИ зерна и продуктов его переработки. - 1967. - Вып. 84. - С. 1-9.

21. Оспанов А.А. Современное состояние, проблемы и перспективы послеуборочного сектора Республики Казахстан // Тезисы докладов Международной научно-практической конференции «Проблемы научного обеспечения производства, послеуборочной обработки, хранения и переработки зерна I и других продуктов растениеводства», посвященная 10-летию Независимости I Республики Казахстан / Труды КазНИИ зерна. - Выпуск 3. - Астана, 2001. -РС. 3-7.

22. Ашимбаев М.У., Джанкуразов Б.О., Абаканов Т., Ибраев Р.Б., Нам Л. С. Новохатний С.И., Зуев В.А. Эффективные строительные решения хлебозаготовительных предприятий для глубинных зерновых районов СССР // промышленное строительство. - М, 1986. - № 10. - С.30-32

23. Джанкуразов Б.О., Изтаев А.И. Основные пути реконструкции приёмно-отпускных устройств железнодорожного транспорта хлебоприёмных элеваторов // КазНИИИТИ Госплана КазССР / Экспресс-информация. - Серия 19 А.02. - Алма-Ата, 1982.- Вып. 90.-15 с.

24. Комышник Л.Д. Техническая база по послеуборочной обработке и хранению зерна в Республике Казахстан - проблемы, пути решения // Тезисы докладов Международной научно-практической конференции «Проблемы научного обеспечения производства, послеуборочной обработки, хранения и переработки зерна и других продуктов растениеводства», посвященная 10-летию Независимости Республики Казахстан / Труды КазНИИ зерна. - Выпуск 3. - Астана, 2001. - С. 18-22.

25. Спиридонов Ю.Я. Эффективная борьба с сорняками в посевах зерновых культур – одна из основных заповедей в стабильности получения урожаев зерна в России. Материалы Всероссийской Конференции «Россия – зерновая держава» международная промышленная академия, 24-26 марта 2003 г. – М.: Пищепромиздат, 2003. – 135 с.

26. Трисвятский Л.А. Хранение зерна. - М.: Колос, 1975. - 250 с.

27. Абделиев Д.Ж. Научно-практические основы создания машин для очистки и обеспыливание зерна при его приёме и транспортировании на предприятиях хлебопродуктов: Автореф. дис. доктор. - Москва, 1994. - 54 с.

28. Фесенко В.И., Изтаев А.И., Джанкуразов Б.О., Усенов Б.К.: Оценка стабильности работы технологических линий приёма и послеуборочной обработки зерна // Тезисы докладов Международной научной конференции «Управление свойствами зерна и технологии муки, крупы и комбикормов» -М., 2000. -С. 6.
29. Хранение зерна / Пер. с английского Дашевского В.И. - М.: Колос, 1975.-424 с.
30. Clarce J. H. 1968. Fungi in stored products. Trop. Stored Prod. In form., 15,3-14.
31. Christensen C. M., Kaufmann H. H. 1969. Grain Storage-the Role of Fungi in Quality Loss. Univ. Minnesota Press. Minneapolis. 153p.
32. Фейденгольд В.Б. Методы технологического проектирования и научного обеспечения эффективной эксплуатации заготовительных элеваторов.: Монография.- М.: Издательский комплекс МГУПП, 2005.- 340 с.
33. Изтаев А.И. Технологические качества зерна пшеницы Казахстана. -Алматы: Кайнар, 1992. - 368 с.
34. Джанкуразов Б.О., Изтаев А.И., Кулажанов К.С. Научные основы хранения зерна. - Алматы: Алейрон, 2002. - 232 с.
35. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества: в 2-х томах. - М.: Мир, 1989. - 667 с.
36. Петриченко В.Е. Повышение эффективности работы предприятий элеваторной промышленности // Элеваторная промышленность / Обзорная информация. - М.: ЦНИИТЭИ. Мин.хлеб СССР, 1986. - 34 с.
37. Пунков С.П., Стародубцева А.И. Хранение зерна, элеваторно-складское хозяйство и зерносушение. - М.: Агропромиздат, 1990. - 366 с.
38. Стародубцева А.И., Панынина Н. И. Практикум по хранению зерна. - Москва: Колос, 1976. - 256 с.
39. Закладной Г.А., Саулькин В.И. Обнаружение насекомых в зерне без отбора проб // Элеваторная промышленность / Обзорная информация. - М.: ЦНИИТЭИ, 1991.-62 с.
40. Sasa M. 1965. Mites, an introduction to classification, bionomics and control of Acarina. Univ. Tokyo Press, Tokyo. 486 p.
41. Semeniuk G. 1954. Microflora. Chap. III, p. 77-151. Storage of Cereal Grains and Products. J. A. Anderson, A. W. Alcock (Editors). Am. Assoc. Cereal Chemists, St. Paul.
42. Sinha R. N., Wallace H. A. H., Chebib F. S. 1969. Canonical correlations of seed viability, seed-borne fungi, and environment in bulk Brainecosistems. Can. J. Botan., 47, 27-34. 1207.

43. Инструкция № 9-7-88 по хранению зерна, маслосемян, муки и крупы. - Москва: ЦНИИТЭИ Минхлебопродукта СССР, 1988. - 40 с.
44. Правила организации и ведения технологического процесса на элеваторах и хлебоприёмных предприятиях / Министерство заготовок СССР. -М, 1984. - 123с.
45. Фомин Н.И., Шумский О.Д. Организация приёмки зерна на хлебоприёмных предприятиях. – М.:ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1977.- 38 с.
46. Комышник Л.Д. Техническая база по послеуборочной обработке и хранению зерна в Республике Казахстан - проблемы, пути решения // Тезисы докладов Международной научно-практической конференции «Проблемы научного обеспечения производства, послеуборочной обработки, хранения и переработки зерна и других продуктов растениеводства», посвященная 10-летию Независимости Республики Казахстан / Труды КазНИИ зерна.-Выпуск 3. - Астана, 2001. - С. 18-22.
47. Пунков СП., Изтаев А.И. Послеуборочная обработка зерна. - Алма-Ата: Кайнар, 1982. - 167 с.
48. Правила организации и ведения технологического процесса на элеваторах и хлебоприёмных предприятиях / Министерство заготовок СССР. – М., 1984. - 123 с.
49. Solomon M. E., Hill S. T., Cunnington A. M., Ayerst G. 1964. Storage fungi antagonistic to the flour mite (*Acarus siro* L.). *J. Appl. Ecol.*, 1, 119-125.
50. Арынгазин К.Ш., Изтаев А.И., Сарлыбаева Л.М. Технологические процессы и объемно – планировочные решения элеваторов Казахстана. Сборник материалов 4-ой международной научно – практической конференции «Достижение высшей школы - 2008», 17 – 25 ноября 2008г. «Бял Град - БГ» ОДД. София,2008г. с. 78 – 82.
51. Уразбаев Т.В., Гаевой Н.А. Специализированный элеватор для риса – зерна. Ж., «Мукомольно – элеваторная и комбикормовая промышленность», № II, М., 1973, с. 35 – 37.
52. Воронцов О.С. Элеваторная промышленность, зерносушение и зерноочистка. – М.: Колос, 1974. – 432 с.
53. Гусев В.А. Элеваторное дело. М.:Снабкоопгиз, 1931. – 132 с.
54. Курбатов Д.И. Проектирование зерновых элеваторов./Под ред. Н.И.Денисова.- М.: Заготиздат, 1947. – 304 с.
55. Шумский Д.В. Элеваторно-складское хозяйство / Под ред. Бучинского Д.Н. – М.: Заготиздат, 1941. – 335 с.

56. Авдеев А.В., Жуков М.А., Сапожников В.Д. Перспективная зерносушильная техника.// Формирование технической политики, разработка перспективной системы машин и технологий растениеводства с учетом рыночных условий развития АПК. / Сб. науч. докладов Междунар. научн.-практич. конф «Земледельческая техника в растениеводстве». (18 –19 декабря).- М., ВИМ, 2001.-Т. 3. - Ч.2.-С.75-85.

57. Фейденгольд В.Б., Фомин Н.И., Додин А.В. Организация приемки зерна с автомобильного транспорта на хлебоприемных предприятиях.– М.:ЦНИИТЭИ Министерства хлебопродуктов ССС, 1989. – 48 с.

58. Гордиенко М.В.Прогнозирование технологической надежности в работе предприятий элеваторной промышленности.– М.: Колос, 1982.– 80 с.

59. Гудилин А.В., Савченко С.М. Технология обработки зерна на элеваторах. – М.: Колос, 1982. – 124 с.

60. Фейденгольд В.Б., Климовский А.Д. Научно-технический прогресс в элеваторной промышленности. – М.: Институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов Министерства хлебопродуктов РСФСР. – 1999. – 100 с.

61. Гудилин А.В., Фейденгольд В.Б. Возможности прогнозирования объемов заготовки зерна //Сб. науч. тр./ ВНИИЗ.,1977.–Вып.87.-С.1 – 6.

62. Голик М.Г., Делидович В.Н., Карабанов С.А. Гидротермический коэффициент и его влияние на влажность и засоренность зерна // Прием и послеуборочная обработка зерна. – М.: ЦИНТИ Госкомзага СССР, 1969. – С. 18-28.

63. Фейденгольд В.Б. Послеуборочная обработка зерна в хозяйствах и на элеваторах в нестабильной экономической среде./ Междунар. конф. «Продовольственная безопасность России»: Сб.. докл. - М.: Пищепромиздат, 2002. – С. 187-194.

64. Фейденгольд В.Б. Оптимизация процесса формирования партий зерна на элеваторах и хлебоприемных предприятиях. / 2-я Междунар. конф. «Хранение зерна -2003»: Сб. докл. - М.: Пищепромиздат, 2003.- С. 46-50.

65. Фейденгольд В.Б. Научная концепция развития хлебоприемных элеваторов и предприятий / Юбилейная научн. конф. «Технология хранения и переработки зерна»: Сб. докл. и статей – М.: МГУПП, 2002. – С.16 -22.

66. Фукс А.И. Исследование закономерностей поступления и процесса приема зерна с автомобильного транспорта на

хлебоприемных предприятиях Северного Казахстана.: Автореф. дис...канд. техн. наук.- М., 1973.-28с.

67. Штанагей Э.В. Обоснование оптимальной технической оснащенности процесса приема зерна на хлебоприемных предприятиях СССР в условиях разных объемов заготовки.: Автореф.дис...канд. техн. наук.- М., 1975-30с.

68. Арынгазин К.Ш., Изтаев А.И. Проектирование зерновых элеваторов с элементами САПР: Учебник. – Павлодар: НИЦ ПГУ им. С. Торайгырова, 2006. – 152 с.

69. Уразбаев Т.В. Структурная иерархия формирования проектно – сметной документации в институте. Сб. материалов Всесоюзной научной конференции «Проблемы проектирования, строительства и эксплуатации предприятий по хранению и переработке зерна», Алма – Ата, 1974, с. 3 – 8.

70. Ибраев Р.Б., Арынгазин К.Ш., Сердюк А.Н., Баимбетов С.М. Разработка структуры ТЛП – ТРЭ. Сб. Материалов «Шестая республиканская школа молодых ученых и специалистов по АСУ и автоматизации проектирования», Ташкент 1980г. с. 51 – 53.

71. Уразбаев Т.В., Арынгазин К.Ш. Технологическая линия автоматизированного проектирования как функциональная подсистема САПР – ОС Минзага СССР. Сб. материалов научной конференции «АСУ и автоматизация проектирования», НПО «Кибернетика» АН Уз. ССР, Ташкент, 1978, с. 56 – 58.

72. Уразбаев Т.В., Дроздов С.В. Система автоматизированного проектирования. Каз. ЦНТИС Госстроя Каз. ССР, серия «Вопросы экономики, проектирования и смет», Алма – Ата, 1979, - 3 с.

73. Уразбаев Т.В., Ибраев Р.Б., Арынгазин К.Ш. Комплекс средств обеспечения САПР в институте ГосНИИсредазпромзернопроект. Каз. ЦНТИС Госстрой Каз. ССР, серия «Вопросы экономики, проектирования и смет», Алма – Ата, 1980, - 15с.

74. Рыжова Н.В., Арынгазин К.Ш. Методология моделирования объектов и процессов в САПР-ГПЗП. Сб. Проблема повышения эффективности капитального строительства. Алма- Ата,1983г с.18-20.

75. Гусаков А.А. Автоматизация проектирования как комплексная проблема совершенствования проектного дела в стране: Доклад на пленарном заседании /Всесоюзная научно-техническая конференция "Автоматизация проектирования как комплексная проблема совершенствования проектного дела в стране" - М.: ЦНИПИАСС, 1973.

76. Теория проектирования и проблемы автоматизации проектной деятельности: Тезисы сообщений /Всесоюзная научно-техническая конференция "Автоматизация проектирования как комплексная проблема совершенствования проектного дела в стране". - Сб. 1. М.: ЦНИПИАСС, 1973.

77. Методология исследований проектной деятельности: Тезисы сообщений /Всесоюзная научно-техническая конференция "Автоматизация проектирования как комплексная проблема совершенствования проектного дела в стране". - Сб.2. - М.; ЦНИПИАСС, 1973.

78. Автоматизированная система проектирования объектов строительства: Тезисы сообщений /Всесоюзная научно-техническая конференция "Автоматизация проектирования как комплексная проблема совершенствования проектного дела в стране". - Сб.3. - М.: ЦНИПИАСС, 1973.

79. Автоматизация проектирования систем организации и управления строительством: Тезисы сообщений /Всесоюзная научно-техническая конференция "Автоматизация проектирования как комплексная проблема совершенствования проектного дела в стране". - Сб.4. - М.: ЦНИПИАСС, 1973.

80. Всесоюзное совещание работников проектных и изыскательских организаций: Сокращенный стенографический отчет. - М.: Стройиздат, 1974.

81. Автоматизация строительного проектирования. Организационное проектирование: Труды института. - Вып.8. - М.: ЦНИПИАСС, 1975.

82. Автоматизация строительного проектирования. Труды института.-Вып. 10. - М.: ЦНИПИАСС, 1975.

83. Теоретические и практические вопросы создания системы автоматизированного проектирования объектов строительства: Труды института. - Вып.11. - М.: ЦНИПИАСС, 1976.

84. Теоретические и практические вопросы создания системы автоматизированного проектирования в строительстве: Труды института. - Вып.16. - М.: ЦНИПИАСС, 1977.

85. "Развить и ввести в эксплуатацию Госниисредазпромзернопроект систему автоматизированного проектирования предприятий по хранению и переработке зерна" (технический проект). Науч. отчет / Госниисредазпромзернопроект. Арынгазин К.Ш., Уразбаев Т.В. Баимбетов С.М., Сердюк А.Н. и др. Инв. 0283.0057440. Алма-Ата, 1981.

86. “Развить и ввести в эксплуатацию в Госниисредазпромзернопроекте систему автоматизированного проектирования Предприятий по хранению и переработке зерна” (рабочий проект). Науч. отчет/ Госниисредазпром-зернопроект. Арынгазин К.Ш., Уразбаев Т.В. Баимбетов С.М., Сердюк А.Н. и др. Инв. 0285.0040653. Алма-Ата, 1984.

87. “Развить и ввести в эксплуатацию в Госниисредазпромзернопроекте систему автоматизированного проектирования Предприятий по хранению и переработке зерна” (заключительный отчет). Науч. отчет/ Госниисредазпром-зернопроект. Арынгазин К.Ш., Уразбаев Т.В. Баимбетов С.М., Сердюк А.Н. и др. Инв. 0286.00961119. Алма-Ата, 1985.

88. Арынгазин К.Ш., Сарлыбаева Л.М. Первоочередные задачи автоматизации технологического проектирования элеватора. Сборник материалов 3-ей международной научно-практической конференции «Наука и образование без границ – 2007», София «Бял Град – БГ» ООД 2007 г. – с. 8 -12.

89. Мельник Б.Е. Элеваторы и склады. Изд. "Колос", М., 1987.

90. Гудилин А.В. Методика определения рабочего периода поступления зерна. Труды ВНИИЗ, №64, М., 1968.

91. Гудилин А.В., Климовский А.Д., Акивис С.И. Организация производственного процесса на хлебоприемных предприятиях. Изд. "Колос", М., 1971.

92. Пунков С.П. Определение количества и производительности оборудования при обработке зерна в потоке. - М.: Мукомольно-Элеваторная и комбикормовая промышленность - 1983. № 2. С. 29-30.

93. Гудилин А.В., Климовский А.Д. Определение основных показателей для расчета оборудования хлебоприемных предприятий. «Труды ВНИИЗ» №64, М., 1968.

94. Изтаев А. И. Научное обоснование мощности устройств и состава оборудования хлебоприемных элеваторов.: Дисс. ...канд. техн. наук. – М.: МТИПП, 1978.-232с.

95. Агентство РК по статистике. Павлодарское областное статистическое управление. 2005-2008 гг.

96. Андерсон Ж. А., Оллок А. В. Хранение зерна и зерновых продуктов: Пер. с англ. – М.: Иностранная литература, 1956. – 459 с.

97. Гудилин А.В., Фейденгольд В. Б. Возможности прогнозирования объемов заготовки зерна //Сб. науч. тр./ ВНИИЗ.,1977.–Вып.87.-С.1 – 6.

98. Гудилин А.В., Фейденгольд В.Б. Особенности поступления партий заготавливаемого зерна // Сб. науч. тр./ ВНИИЗ., 1976. – Вып. 84.-С.1 – 9.

99. Додин А.В. Совершенствование методики расчета оборудования для приемки зерна с автомобильного транспорта. Сборник научных трудов ВНИИЗ, 1990. – Вып. 115.- с.18 -23.

100. Додин А.В., Фейденгольд В.Б. Влияние числа поступающих партий зерна на эксплуатационную производительность линий приемки зерна с автомобильного транспорта хлебоприемных предприятий. //Сб. науч. тр./ ВНИИЗ, 1990. – Вып. 115.- с.11-18.

101. Колосова Г.М., Фейденгольд В.Б. и др. Влияние технологии послеуборочной обработки на качество свежееубранного зерна пшеницы при хранении. // Сб. науч. тр./ ВНИИЗ, 1983. – Вып. 103.- С.18 – 26.

102. Темирбекова С.А., Фейденгольд В.Б. Влияние неравномерности зерновых масс по влажности на технологию приемки и послеуборочной обработки.//Тез. Докл. Юбилейной посвящ. 60-летию МТИПП научно-практической конференции «Хранение и технология переработки зерна». – М., - МГУПП- 1991.- С 106-107.

103. Тухватуллин М.М., Фейденгольд В.Б. и др. Разнокачественность зерна пшеницы по влажности в партиях при приемке и размещении на хлебоприемных предприятиях. // Сб. науч. тр./ ВНИИЗ., 1984. – Вып. 106.- С.12 – 15.

104. Фейденгольд В.Б., Аспандиярова М.Т. Исследование сохранности зерновых масс при смешивании зерна разной влажности. / //Юбилейная научн. конф. «Технология хранения и переработки зерна»: Сб. докл. и статей. – М.: МГУПП, 2002. – С.23- 27.

105. Фейденгольд В.Б. Пространственная неоднородность зерновой массы - фактор, определяющий ее сохранность и технологию послеуборочной обработки /2-я Междунар. конф. «Качество зерна, муки и хлеба»: Сб. докл. - М.: Пищепромиздат, 2002. – С. 182-184.

106. Фейденгольд В.Б. Параметры зерновой массы, определяющие технологию ее обработки и хранения. // Тез. докл. Междун. Конф. «Современное состояние хранения зерна».: М.,3- 7 июня 1996., -ИПП- С 81-82.

107. Фейденгольд В.Б., Тухватуллин М.М., Додин А.В. и др. Влияние послеуборочной обработки на неравномерность распределения примесей в зерновой массе. // Сб. науч. тр./ ВНИИЗ, 1983. – Вып. 101.

108. Пунков С.П. Исследование технологического процесса приема и обработки зерна хлебоприемных пунктах Целиноградской области. Автореферат. М., 1964.

109. Изтаев А.И. Технологические качества зерна пшеницы Казахстана. - Алма-Ата: Кайнар, 1992г. – 368 с.

110. Альтерман А.Е. Совершенствование техники и технологии сепарирования зерна и хлебопродуктов //Труды ВНИИЗ. вып. 91 - 1979. -С. 3-16.

111. Джанкуразов Б.О. Научные основы совершенствования технологии хранения зерна на хлебоприемных элеваторах. Докт. дис-я. – Алматы, 2003. – 316 с.

112. Джанузаков Е.Т. Обоснование технической оснащённости зерноперерабатывающих предприятий. Кандидатская диссертация АТУ, Алматы, 1999.

113. Изтаев А.И., Арынгазин К.Ш., Сарлыбаева Л.М., Тлеубай А.Т. Формализованная схема имитационной модели участка приёма зерна с автомобильного транспорта на ПХПЗ. Научный журнал «Пищевая технология и сервис». АТУ, 2008 г., № 5., с. 3 – 5.

114. Карпов В.И. Модели и методы анализа управляемых технологических поточно-транспортных комплексов зерновых элеваторов. Автореферат докторской диссертации. МТИПП, М., 1985. – 46 с.

115. Инструкция №9-7-88 по хранению зерна, маслосемян, муки и крупы. – Москва: ЦНИИТЭИ Минхлебопродукта СССР, 1988. – 40 с.

116. Ивлева В., Попова Т. ABIS. Информационные системы на основе действий. «1С-Пабблишинг», 2005. - 245 с.

117. Когаловский М. Р. Перспективные технологии информационных систем. ДМК Пресс; Компания АйТи 2003.- 288 с.

118. ГОСТ 22489-77. Проектирование автоматизированное. Термины и определения.

119. ГОСТ 23501. 0-79. Системы автоматизированного проектирования. Основные положения.

120. ГОСТ 23501. 1-79. Системы автоматизированного проектирования. Стадии создания.

121. ГОСТ 23501. 11-81. Системы автоматизированного проектирования. Рабочий проект.

122. ГОСТ 23501. 6-79. Системы автоматизированного проектирования. Технический проект.

123. ГОСТ 23501. 15-81. Системы автоматизированного проектирования. Ввод в действие.

124. Арынгазин К.Ш. Стадии и этапы создания САПР предприятий по хранению и переработке зерна. Научный журнал «Пищевая технология и сервис», АТУ, 2008., №6.

125. Арынгазин К.Ш. Задачи системы автоматизации проектирования предприятий по хранению и переработке зерна (САПР-ПХПЗ). Научный журнал «Наука и техника Казахстана», Павлодар, ПГУ №3 2005г. – с. 11 – 15.

126. Арынгазин К.Ш. Методическое обеспечение САПР – ПХПЗ и задачи проектирующих подсистем. Научный журнал «Пищевая технология и сервис», АТУ, 2008г., №1., - с. 61 – 64.

127. Ибраев Р. Б., Арынгазин К.Ш., Дроздов С. В. Структура и функции управляющих подсистем в первых очередях САПР. Кн.: Проблемы градостроительного проектирования и моделирования городов, Ташкент, 1980г. – с. 65 – 68.

128. Арынгазин К.Ш. Программное обеспечение САПР – ПХПЗ. Научный журнал «Пищевая технология и сервис», АТУ, 2008г., №1. – с. 59 – 61.

129. ГОСТ 22771-77. Автоматизированное проектирование. Требование к информационному обеспечению.

130. Арынгазин К.Ш. Информационное обеспечение САПР – ПХПЗ. Научный журнал «Пищевая технология и сервис», АТУ, 2008г., №3. – с. 8 -11.

131. ГОСТ 23501. 17-82. Системы автоматизированного проектирования. Общие требования к техническому обеспечению САПР.

132. Арынгазин К.Ш. Техническое обеспечение САПР – ПХПЗ. Научный журнал «Пищевая технология и сервис», АТУ, 2008г., №2., - с. 6 – 7.

133. Арынгазин К.Ш. Организационное обеспечение САПР – ПХПЗ. Научный журнал «Пищевая технология и сервис», АТУ, 2008г., №3. – с. 21 – 23.

134. Арынгазин К.Ш. Задачи, функции и структура службы САПР проектного института системы хлебопродуктов. Научный журнал «Пищевая технология и сервис», АТУ, 2008г., №3., с. 19 – 21.

135. Арынгазин К.Ш. Структурная модель технологии автоматизированного проектирования предприятий по хранению и переработке зерна. Научный журнал «Пищевая технология сервис», АТУ, Алматы 2008 г., № 2. с. 53 – 55.

136. Методика определения уровня автоматизации проектных работ. Госстрой СССР. М., 1982 г.

137. Ибраев Р.Б., Арынгазин К.Ш., Сердюк А.Н., Баимбетов С.М. Моделирование процесса проектирования предприятий Минзага СССР. Кн.: Шестая республиканская школа молодых ученых и специалистов по АСУ и автоматизации проектирования, Ташкент, 1980 г. – с. 48 – 51.

138. Арынгазин К.Ш., Эпельцвейг Г.Н., Амангельдиев Б.Р. Постановка задачи объемной компоновки технологического оборудования. Трубы ЦНИПИАСС, М., Вып. 27, 1980 г.

139. Арынгазин К.Ш., Амангельдиев Б.Р. Алгоритмизация задачи объемной компоновки технологического оборудования. Кн.: Седьмая республиканская школа молодых ученых и специалистов по АСУ и автоматизации проектирования, Ташкент, 1981 г. – с. 137 – 138.

140. Уразбаев Т.В., Арынгазин К.Ш., Юн В.С. Задача компоновки технологического оборудования на предприятиях по хранению и переработке зерна Кн.: Совершенствование технологии, организации и проектирование строительного производства, Иркутск, 1982 г. – с. 99 – 100.

141. Арынгазин К.Ш. Технология автоматизированного проектирования пространственных компоновок предприятий по хранению и переработке зерна. Кн.: Девятая республиканская школа молодых ученых и специалистов по АСУ и автоматизации проектирования, Ташкент, 1984 г. - с. – 201.

142. Арынгазин К.Ш., Рябов Е.Ю. Методы повышения эффективности системы оптимальной объемной компоновки технологического оборудования в многоэтажных промышленных зданиях. Кн.: Методологические и прикладные аспекты системы автоматизированного проектирования и управления в отраслях народного хозяйства, Ташкент, 1986 г. – с. 50 – 53.

143. Арынгазин К.Ш. Разработка метода автоматизированного проектирования пространственных компоновок объектов строительства (предприятия по хранению и переработке зерна) // Дис. на соиск. уч. степени к.т.н.-М.: -1990.

144. Арынгазин К.Ш., Акишев К.М. Программная реализация задачи пространственной компоновки технологического оборудования. Кн.: Наука и новая технология в развитии Павлодар-Экибастузского региона. В 2-х ч. Ч.1.-Алматы: «Гылым», 1993 г. – с. 70 – 71.

145. Арынгазин К.Ш., Акишев К.М. Математическая модель пространственной компоновки технологического оборудования с учетом вертикальных связей. Кн.: Наука и новая технология в

развитии Павлодар-Экибастузского региона. В 2-х ч. Ч.1.-Алматы: «Гылым», 1993 г. – с. 78 – 79.

146. Арынгазин К.Ш., Акишев К.М. Технология использования программного обеспечения задачи пространственной компоновки объектов строительства. Кн.: Наука и новая технология в развитии Павлодар-Экибастузского региона. В 2-х ч. Ч.2.-Алматы: «Гылым», 1993 г. – с. 78 – 79.

147. Арынгазин К.Ш., Гирнис С.Р. Программная реализация задачи определения численности инженерно-технических работников и обслуживающего персонала на элеваторах в рамках САПР. Сб.: «Наука и образование в стратегии регионального развития». Часть I. Материалы научно-практической конференции, Павлодар, 1999 г. – с. 123 – 125.

148. Утегулов Б.Б., Арынгазин К.Ш., Гирнис С.Р. Влияние технологической схемы элеватора на энергоемкость процессов хранения и переработки зерна. Сб. «Торайгыровские чтения». Материалы республиканской научно-практической конференции. Павлодар, том 3, 2003г.- с.242-245.

149. Арынгазин К.Ш., Алдунгарова А.К., Парипса И.М. Проектирование аспирационных сетей в рамках САПР-ПХПЗ. Сб. «V Сатпаевские чтения» Материалы научной конференции молодых ученых, студентов, школьников, Павлодар, ПГУ им. С.Торайгырова, 2005 г. – с. 277 – 283.

150. Арынгазин К.Ш., Мажимова М.Б., Едылбаева А.М. О трассировке аспирационных сетей. Сб. «IX Сатпаевские чтения» Материалы научной конференции молодых ученых, студентов, школьников, Павлодар, ПГУ им. С.Торайгырова, том 6, 2009 г. – с. 28 – 31.

151. Арынгазин К.Ш., Мажимова М.Б., Едылбаева А.М. Мероприятия по снижению выбросов в атмосферу предприятиями отрасли хлебопродуктов. Научный журнал «Наука и техника Казахстана», Павлодар, ПГУ им. С.Торайгырова, 2010г. № 1. с. 9 – 12.

152. Манасбаев А., Подуфалова Г.И. Снижение загрязнения атмосферы промышленными выбросами действующих и проектируемых предприятий по хранению и переработке зерна с использованием ЭВМ. Тезисы докладов республиканской научно – практической конференции молодых учёных и специалистов, Алма-Ата, 1983 г. – с. 22 – 24.

153. Подуфалова Г.И., Рудькова В.А., Кирэнер И.О. Охрана воздушной среды города от выбросов предприятий по хранению и переработке зерна. Тезисы докладов. Часть 1, Девятая

республиканская школа молодых учёных и специалистов по АСУ и автоматизации проектирования, Ташкент, 1984 г. – с. 203.

154. Арынгазин К.Ш. Автоматизированная подготовка данных к анализу мероприятий по выбросам мелькомбината. Научный журнал «Наука и техника Казахстана», Павлодар, ПГУ им.С.Торайгырова, Павлодар, 2008 г. – с. 5 – 10.

155. Арынгазин К.Ш., Уразбаев Т.В., Юн В.С. Организация вывода чертежей в программном комплексе “Объемная компоновка технологического оборудования” Кн.: Восьмая республиканская школа молодых ученых и специалистов по АСУ и автоматизации проектирования, Ташкент, 1982. – с. 41 – 42.

156. Арынгазин К.Ш., Юн В.С. Применение машинной графики в системе автоматизированного проектирования предприятий по хранению и переработке зерна. Кн.: Проблемы повышения эффективности капитального строительства, Алма-Ата, 1983. – с. 20 – 22.

157. Программная система комплексных разработок по автоматизации проектно – графических работ в проектировании. Руководство по использованию ЦНИПИАСС, М., 1980.

158. Комплекс программ формирования и выдачи чертежей планов этажей (GRAF). Руководство. Науч. отчет/ Госниисредазпромзернопроект. Арынгазин К.Ш., Юн В.С. Алма-Ата, 1986.

159. Арынгазин К.Ш., Гирнис С.Р., Методические указания к лабораторной работе «Начало работы о системой Auto CAD» - Павлодар, ПГУ им. С.Торайгырова, 2000 г.-17 с.

160. Арынгазин К.Ш., Гирнис С.Р., Методические указания к лабораторной работе «Графические примитивы в системе Auto CAD, управление изображением» - Павлодар, ПГУ им. С.Торайгырова, 2000г. - 15 с.

161. Арынгазин К.Ш., Гирнис С.Р., Методические указания к лабораторной работе «Редактирование в системе Auto CAD, объектная привязка» - Павлодар, ПГУ им. С.Торайгырова, 2000г. - 12 с.

162. Арынгазин К.Ш., Гирнис С.Р., Методические указания к лабораторной работе «Типы линий, цвет и слои в системе Auto CAD» -Павлодар, ПГУ им.С.Торайгырова, 2000г. - 14 с.

163. Методические указания по расчету экономической эффективности САПР в строительстве. ЦНИПИАСС Госстроя СССР, М., 1981 г. – 145 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b>	3
<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	4
<b>1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ</b>	6
1.1 Роль зерновых элеваторов в обеспечении продовольственной безопасности страны	6
1.2 Влияние количественно-качественных параметров поступающего зерна на технологию его хранения	8
1.3 Технологические мероприятия, обеспечивающие повышение качества технологических свойств зерна и его стойкость при хранении	19
1.4 Развитие технического и технологического уровня зернохранилищ	21
1.5 Методы и перспективы развития технологического проектирования элеваторов	26
1.5.1 Анализ и выявление недостатков традиционных методов проектирования и методов, ориентированных на использование ЕС ЭВМ	26
1.5.2 Структурная модель технологии автоматизированного проектирования предприятий по хранению и переработке зерна, ориентированная на комплекс ТС на базе ЕС ЭВМ	29
1.5.3 Научно-технические роли проектирования с элементами САПР в совершенствовании технологии хранения зерна	31
<b>2 КОЛИЧЕСТВЕННО-КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОСТУПАЮЩЕГО ЗЕРНА КАК НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ ЭЛЕВАТОРОВ</b>	36
2.1 Факторы, влияющие на структуру производственного процесса элеватора и технологический маршрут	36
2.2 Исследования технологических параметров проектирования процесса приемки, обработки, хранения и отпуска зерна	37
2.3 Имитационная модель участка по приему зерна с автомобильного транспорта	57
2.4 Разработка интерфейсов программных модулей	63
2.5 Обоснование объемов внутреннего перемещения зерновых масс на хлебоприёмных элеваторах	66
<b>3 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕВАТОРОВ</b>	69
3.1 Информационные системы и их классификация	69
3.2 Основы построения систем автоматизированного проектирования (САПР)	77
3.2.1 Системный подход. Основные понятия и определения	77

3.2.2 САПР: принципы разработки, структура	83
3.2.3 Стадии и этапы создания САПР	85
3.3 Разработка компонентов обеспечения системы автоматизированного проектирования предприятий по хранению и обработке зерна (САПР-ПХОЗ)	89
3.3.1 Методическое обеспечение	89
3.3.2 Программное обеспечение	93
3.3.3 Информационное обеспечение	97
3.3.4 Техническое обеспечение	100
3.3.5 Организационное обеспечение	103
3.4 Задачи, функции и структура службы САПР проектного института системы хлебопродуктов	106
3.5 Структурная модель технологии автоматизированного проектирования предприятий по хранению и переработке зерна, ориентированная на современные технические средства ВТ	110
3.6 Методика определения уровня автоматизации проектных работ в проектной организации системы хлебопродуктов	111
<b>4 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ В САПР-ПХОЗ</b>	<b>116</b>
4.1 Совершенствование математической модели задачи пространственной компоновки технологического оборудования	116
4.2 Расчет численности персонала	117
4.3 Определение энергоемкости элеватора	121
4.4 Проектирование аспирационных сетей, снижение загрязнения атмосферы промышленными выбросами с использованием ЭВМ	127
4.4.1 Задача проектирования аспирационных сетей	127
4.4.2 Мероприятия по снижению загрязнения атмосферы выбросами действующих и проектируемых предприятий по хранению и обработке зерна с использованием ЭВМ	135
<b>5 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ЭЛЕВАТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ</b>	<b>141</b>
5.1 Анализ использования машинной графики в САПР-ПХОЗ	141
5.2 Методика создания библиотек планов и разрезов оборудования	144
5.3 Примеры технологических чертежей элеваторов	145
<b>6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МЕТОДОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНОВНЫХ УСТРОЙСТВ ЗЕРНОВЫХ ЭЛЕВАТОРОВ</b>	<b>148</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	<b>154</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b>	<b>156</b>

