

664

A89

К. Ш. Арынгазин

А. И. Изтаев



ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗЕРНОВЫХ ЭЛЕВАТОРОВ С ЭЛЕМЕНТАМИ САПР

Учебник



664
А 29

К.Ш. Арынгазин, А.И. Изтаев

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗЕРНОВЫХ ЭЛЕВАТОРОВ С ЭЛЕМЕНТАМИ САПР

учебник



Э В Е Р О
Алматы 2015

664.724.653.512.011.55(075.8)

УДК 664.724. (075.8)

ББК 40.74

А 89

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

Рецензенты:

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

С. К. Ельмуратов - доктор технических наук, профессор кафедры промышленного и гражданского строительства ПГУ им. С. Торайгырова

А. Ж. Асамбаев – кандидат технических наук, декан факультета информационных технологий ИнЕУ

К. Ш. Арынгазин, А. И. Изтаев

А89 Проектирование зерновых элеваторов с элементами САПР. Учебник – Алматы, Эверо, 2015. – 176 с.

ISBN 9965-439-96-6

В учебнике приведены общие вопросы проектирования, требования к генеральному плану, основные положения строительного и технологического проектирования зернохранилищ. Изложены принципы построения систем автоматизации проектирования, методы автоматизации технологического проектирования зерновых элеваторов и перерабатывающих производств.

Учебник предназначен для высших учебных заведений, готовящий кадры по специальности «Технология перерабатывающих производств».

УДК 664.724. (075.8)

ББК 40.74

ISBN 9965-439-96-6

кад...

© Арынгазин К.Ш., Изтаев А. И., 2015.

© Эверо, 2015.

695535

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях методология проектирования должна опираться на новые научно – технические достижения и использовать весь накопленный опыт проектировщиков. Наиболее перспективным направлением в решении этой проблемы является автоматизация проектирования на основе широкого использования средств вычислительной техники.

Целью автоматизации проектирования является повышение качества, сокращение сроков проектирования и численности инженерно – технических работников, повышение производительности труда, снижение материальных затрат.

Развитие систем автоматизаций проектирования (САПР) опирается на современные средства вычислительной техники, новые информационные технологии, численные методы решения инженерных задач и оптимизации.

Решение задач САПР требует всестороннего и тщательного изучения основ проектирования. Задача настоящего учебника – дать студентам необходимые сведения в области проектирования зернохранилищ с элементами САПР.

Учебник написан с учетом многолетнего опыта проектирования 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.

Учебник предназначен для студентов, обучающимся по специальности 5В072700 - Технология продовольственных продуктов и 5В072800 - Технология перерабатывающих производств.

1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1 Стадии проектирования

Проект — это комплекс технической документации (чертежи, пояснительная записка, сметы) по объекту, намечаемому к строительству или реконструкции.

Предприятия, здания и сооружения могут проектироваться в одну стадию — рабочий проект со сводным сметным расчетом стоимости — для объектов несложных в техническом отношении или строительство которых будет вестись по типовым или повторно применяемым индивидуальным проектам.

Проектирование в две стадии включает создание проекта со сводным сметным расчетом стоимости и рабочей документацией. Двухстадийное проектирование применяют для технически сложных объектов.

Вновь возводимые зернохранилища обычно проектируют в две стадии, а реконструкцию (расширение вместимости, техническое перевооружение и т. д.) — в одну или две.

Элеваторы и склады строят в основном по типовым проектам. Это значительно сокращает сроки проектирования, дает значительную экономию материальных ресурсов, а также позволяет анализировать и обобщать опыт работы уже эксплуатируемых объектов.

Разработка и применение типовых проектов позволяют в значительной степени решить задачи быстрого внедрения высокоэффективных индустриальных методов строительства современных зернохранилищ, прогрессивных технологических режимов, использования наиболее совершенного технологического оборудования.

Типовые проекты зернохранилищ разрабатывают с учетом местных условий для различных климатических зон, сейсмичности и т. п. Типовые проекты можно применять многократно с привязкой их к существующим конкретным условиям.

1.2 Задание на проектирование

Задание на проектирование зернохранилищ разрабатывает заказчик совместно с проектной организацией. Задание должно отражать:

- 1) общий объем, поступления и отгрузки зерна в целом и по отдельным культурам;
- 2) величину планируемого переходящего остатка на начало заготовок;
- 3) планируемый объем отгрузки в течение месяца периода заготовок;
- 4) потребную производительность зерносушилок только для производственных, базисных и перевалочных элеваторов;
- 5) вид топлива для зерносушилок;
- 6) вместимость зернохранилищ;
- 7) необходимость дезинсекции зерна, объема зерна, подвергающегося дезинсекции;
- 8) намечаемую утилизацию стержней кукурузы или зерновых отходов;
- 9) необходимость выделения мелкой фракции при обработке зерна;
- 10) необходимость проектирования ЦДУ предприятия и степень охвата объектов.

Задание на проектирование включает:

- а) наименование предприятия, здания или сооружения;
- б) основание для проектирования;
- в) место строительства;
- г) вместимость элеватора и складов;
- д) предполагаемые источники обеспечения водой, электроэнергией, газом и теплом;
- е) условия по очистке и сбросу воды;
- ж) размер капитальных вложений и основные технико-экономические показатели предприятия или сооружения;
- з) требования по разработке вариантов проекта и его частей;
- и) стадийность проектирования;
- к) сроки строительства и очередность.

Задание на проектирование согласовывают с местными заинтересованными органами и организациями.

Кроме задания на проектирование, проектная организация получает от местных органов через заказчика архитектурно-планировочное задание, в котором определены требования к планировке и застройке участка, высоте сооружений.

Все вопросы по объему и составу технической документации регламентированы нормативными документами. При дипломном проектировании большинство вышеуказанных данных в задание не включают, но студенты собирают их на преддипломной практике.

1.3 Объем и содержание проектно-сметной документации

При двухстадийном проектировании в объем и содержание проекта включают: пояснительную записку, технико-экономическую часть, генеральный план и транспорт, технологическую часть, отопление, вентиляцию, теплоснабжение и горячее водоснабжение, водоснабжение и канализацию, электрическую часть, строительную часть, управление производством, организацию строительства, сметную часть, жилищно-гражданское строительство.

Для типовых проектов, кроме того, составляют паспорт.

Однostaдийное проектирование решает те же вопросы, что и двухстадийное. При использовании типовых или повторно применяемых проектов все материалы по привязке их к местным условиям включают в состав проекта.

Чертежи, входящие в состав проекта, обычно включают:

- генеральный план с транспортными путями и инженерными коммуникациями;
- увязочные чертежи;
- чертежи строительной части;
- технологические чертежи;
- чертежи электротехнической части;
- проект организации строительного-монтажных работ.

Работы ведут непосредственно по рабочим чертежам (общим и детализованным). Общие рабочие чертежи выполняют в виде планов и разрезов производственных помещений с установкой оборудования и технологическими, электротехническими, сантехническими и другими коммуникациями в масштабе 1 :50. Детализованные чертежи выполняют со спецификациями деталей, в

том числе чертежи нетипового и нестандартного оборудования, узлов и конструкций, схемы и установочные чертежи аспирации, пневмотранспорта и т. д. Кроме того, в графическую часть входят чертежи устройств и оборудования по технике безопасности и охране труда (ограждение площадок, сооружений и др.).

Одновременно с выполнением чертежей уточняют ведомости конструкций, деталей, изделий и материалов, а также перечни необходимой технической документации (чертежи типовых проектов, нормали, стандарты и т. д.).

Типовые проекты привязывают с учетом местных условий. При этом разрабатывают техническую документацию по инженерным решениям примыкания к существующим зданиям и сооружениям, а также к транспортным и другим коммуникациям.

2. ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН

2.1 Основные требования

При проектировании генерального плана промышленного предприятия решаются следующие основные вопросы.

1) Расположение и взаимная увязка всех, основных зданий и сооружений предприятия в соответствии с требованиями производственного процесса.

2) Размещение подъездных путей на территории предприятия в соответствии с характером движения грузовых потоков. Обеспечение минимальной протяженности автомобильных и железнодорожных путей, исключение встречных и пересекающихся направлений движения.

3) Соблюдение требований пожарной безопасности с установлением необходимых разрывов между зданиями и сооружениями. Выполнение санитарно-технических требований по размещению основных и вспомогательных зданий и сооружений.

При размещении зданий и сооружений на производственной территории следует учитывать принципы компоновки их по однородности характера производства, энергопотреблению, грузообороту. Вспомогательные сооружения размещают с учетом удобства обслуживания основного производства.

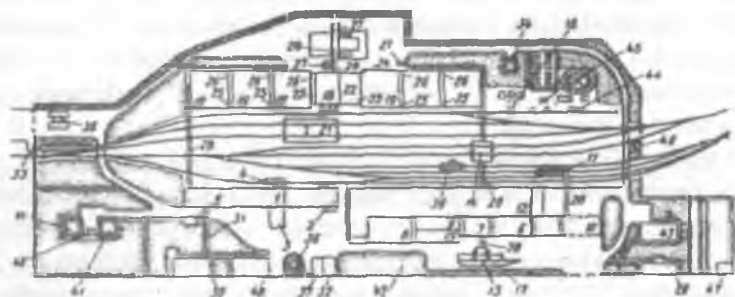
При проектировании хлебозаготовительных предприятий и зернохранилищ следует максимально блокировать объекты, входящие в состав предприятия (рисунок 1).

На территории предприятия размещают системы энергоснабжения, теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации.

Для обеспечения пожарной безопасности устанавливают закольцованный пожарный водопровод с постоянным источником водоснабжения или резервуары с трехчасовым запасом воды для тушения пожара. Для проезда пожарных автомобилей ко всем зданиям и сооружениям следует предусмотреть необходимые подъездные пути.

Санитарно-техническими нормами определяется размещение элеваторов с подветренной стороны по отношению к населенным пунктам или массивам жилой застройки с разрывом не менее 100 м.

Все здания и сооружения размещают с учетом направления господствующих ветров для данной местности.



1 – мукомольный со складом безстарного хранения, 2 – двухэтажный склад грузов в таре с зарядной станцией, 3, 4 – устройства безстарного отпуска муки и отрубей соответственно на автомобильный и железнодорожный транспорт, 5 – цех отходов, 6 – производственный корпус комбикормового завода, 7 – оперативный корпус, 8 – силосный корпус для зернового сырья, 9 – силосный корпус мучнистого сырья и шротов, 10 – силосный корпус готовой продукции мелассы, 11 – отпускное устройство бункерного типа для отгрузки на железнодорожный транспорт, 12 – склад напольного хранения сырья в таре, 13, 14 – приемные устройства соответственно автомобильного и железнодорожного транспорта, 15 – склад для жира, 16 – установка для мелассы, 17 – устройство для отпуска отходов, 18 – рабочее здание РЭС – 5х175 элеватора, 19 – силосный корпус СКС – 3х144, 20 – приемное устройство с автомобильного транспорта, 21 – приемно – отпускное устройство с железнодорожного транспорта, 22 – зерносушилка РД – 2х25 – 70, 23 – нижняя соединительная галерея между рабочим зданием и силосным корпусом №1 с трансформаторной подстанцией, лабораторией, диспетчерской, распределительным пунктом, 24 – верхняя соединительная галерея между рабочим зданием и силосным корпусом, 25, 26, 28 – соединительные галереи соответственно верхняя, нижняя и транспортная, 27 – бункера для отходов, 29 – административно – подсобный корпус, 30 – лабораторно – бытовой корпус, 31 – переходная галерея, 32 – энергоблок, 33 – контрольно – пропускная будка, 34 – склад горюче – смазочных материалов, 35 – дезинфекционный барьер (за территорией), 36 – туалет, 37 – компрессорная, 38 – автомобильные весы, 39 – вагонные весы, 40 – водопроводная насосная станция, 41 – резервуар для воды, 42 – канализационная насосная станция, 43 – котельная, 44 – установка для снабжения котельной мазутом, 45 – склад жидкого топлива, 46 – приемная лаборатория с установкой двух пробоотборников (за территорией), 47 – пожарное депо, 48 – подсобно – вспомогательный корпус, 49 – будка стрелочника.

Рисунок 1 – Генеральный план комбината хлебопродуктов (элеватор вместимостью 167,2 тыс. т, мукомольный завод производительностью 600 т/сут, комбикормовый завод производительностью 1000 т/сут)

2.2 Здания и сооружения предприятий по хранению зерна

Основными производственными сооружениями являются: элеватор с приемно-отпускными устройствами и зерносушилкой, зерновые склады, башни механизации, мукомольный, крупяной и комбикормовый заводы, склады для готовой продукции и сырья, автомобильные весы, производственные лаборатории, административный корпус.

Подсобно-производственные сооружения включают склады для топлива, горюче-смазочных материалов, деталей и оборудования, трансформаторные подстанции, ремонтные мастерские, гаражи и пожарные депо, помещения контрольно-пропускных пунктов и т. д.

К объектам бытового назначения относятся: раздевалки с душевыми, медицинский пункт, помещения для приема пищи (столовая или буфет), помещения для отдыха. К объектам благоустройства относятся: ограждения территории, наружное освещение, озеленение и т. д.

2.3 Железнодорожные пути

Проектирование генерального плана в значительной степени зависит от необходимости размещения подъездных путей. Приемка зерна и отпуск его потребителю связаны с бесперебойной работой транспорта независимо от погодных и других условий. Транспортные коммуникации должны обеспечивать удобный подход транспортных средств к предприятию и должны быть связаны с сетью местных дорог.

Железнодорожные пути на территории предприятия проектируют с учетом проведения необходимых погрузочно – разгрузочных работ и маневровых операций подвижного состава. Для увеличения фронта погрузочно-разгрузочных операций железнодорожные пути прокладывают вдоль продольной оси здания.

При размещении устройств для погрузки (разгрузки) зерна следует предусматривать возможность работы с четырехосными вагонами грузоподъемностью до 63 т. Расположение этих устройств должно обеспечивать одновременность операций с вагонами без их сцепления. Проектировать железнодорожные подъездные пути необходимо с учетом габарита приближения строения железных

дорог (3100 мм от оси первого пути по горизонтали, 5500 мм по вертикали) (рисунок 2).

Длину (м) рабочего участка пути на территории определяют в зависимости от числа одновременно подаваемых вагонов и рассчитывают по формуле

$$L_p = 2L_{\text{сост}} + l_{\text{эл}} + l_3 + 20 \quad (1)$$

где $L_{\text{сост}}$ — длина состава, м; $l_{\text{эл}}$ — длина элеватора, м; l_3 — длина электровоза, м; 20 — запас пути до начала и в конце состава (по 10 м).

Длину состава определяют по формуле

$$L = n l_n \quad (2)$$

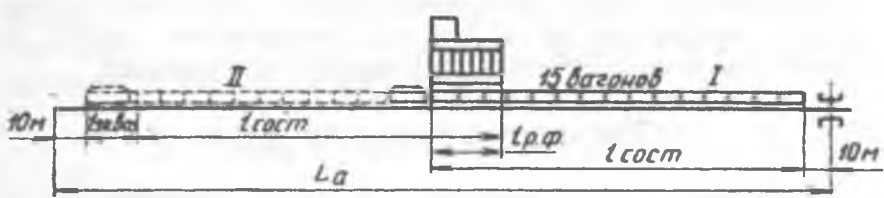


Рисунок 2 – Схема для расчета длины рабочего участка

2.4 Автомобильные и водные подъездные пути

Автомобильные дороги должны обеспечить пропуск заданного числа автомобилей в часы наибольшего поступления. Дороги проектируют на ширину двух параллельных рядов автомобилей (5,5...6 м) с площадками для разворотов. Перед въездом на территорию проектируют площадку для стоянки автомобилей. Визировочную лабораторию с платформой размещают перед въездными воротами. Автомобильные весы устанавливают на расстоянии 10... 12 м от ворот.

Водные пути должны обеспечивать удобный подход и причаливание судов с максимальной загрузкой. Протяженность причала должна обеспечивать одновременное проведение погрузочно – разгрузочных операций во всех трюмах судна. Причалы и устройства для разгрузки и погрузки судов проектируют в соот-

ветствии с «Нормами технологического проектирования морских и речных портов».

1.1 Основные показатели генерального плана

К основным показателям генерального плана – относятся: площадь участка, число отдельных сооружений и плотность застройки (%).

Объединение производственных, подсобных и вспомогательных помещений в блоки и уменьшение площади участков повышают плотность застройки.

Для типовых проектов зернохранилищ разработаны типовые генеральные планы, которые могут быть использованы в работе над дипломными проектами. Оптимальное решение генерального плана требует соблюдения фронтальности расположения зданий и сооружений, прямолинейности транспортных коммуникаций.

2.5 Оформление генерального плана

Генеральный план выполняют на листе форматом А1 в масштабе 1:500. На генеральном плане должна быть дана экспликация зданий и сооружений с принятыми условными обозначениями, показаны общие размеры участка, привязка проектируемого здания к его границам и соседним зданиям, размера площадок, ширина проездов, зеленых насаждений, условные обозначения коммуникаций.

На чертеже также указывают стрелкой ориентацию его по отношению к странам света и розе ветров.

3 ОБЩЕСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

В задании на дипломное проектирование для студентов по специальностям 554230 – «Технология продовольственных продуктов», 050728 – «Технология перерабатывающих производств» входит выполнение общих проектных и конструкторских разработок по объемно-планировочным и конструктивным решениям зданий и сооружений, выбор плана и материала основных конструктивных элементов здания. Расчет строительных элементов и конструкций, как правило, в задание не включают.

При проектировании зернохранилищ и складов бестарного и тарного хранения применяют в основном типовые унифицированные конструкции из сборного или монолитного железобетона. Материалы по строительной части реконструируемого предприятия собирают на преддипломной практике.

3.1 Строительные конструкции элеваторов

Элеватор состоит из комплекса сооружений, включающих рабочее здание, силосные корпуса, устройства для приемки и отпуска зерна, зерносушилку и т. д.

Рабочие здания выполняют из монолитного или сборного железобетона высотой до 60 м. Схема технологического процесса определяет вариант объемно-планировочного решения. Рабочие здания могут стоять отдельно от силосного корпуса или могут быть сблокированы с ним.

В рабочих зданиях размещают оборудование, оперативные бункера, лифты, лестничную клетку и наружную пожарно-эвакуационную лестницу.

Рабочие здания имеют в основании сплошную монолитную фундаментную плиту. При высоком уровне грунтовых вод предусматривают гидроизоляцию подвальных помещений.

Существуют рабочие здания двух типов: каркасные и бескаркасные. Каркасный вариант принят для элеваторов большой вместимости (100...150 тыс. т), что позволяет устанавливать крупногабаритное оборудование (рисунок 3). Сблокированное рабочее здание выполнено бескаркасным для элеваторов вместимостью

до 50 тыс. т (рисунок 4). Бескаркасная конструкция рабочего здания обеспечивает пространственную жесткость за счет сочетания силосов, бункеров и перекрытий производственных помещений.

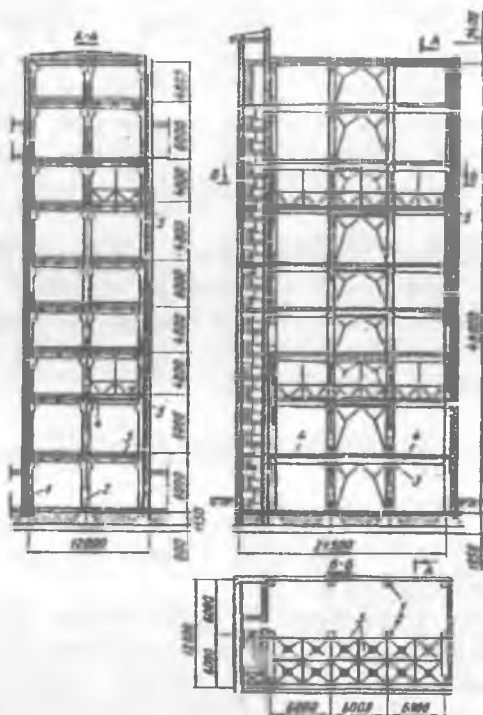
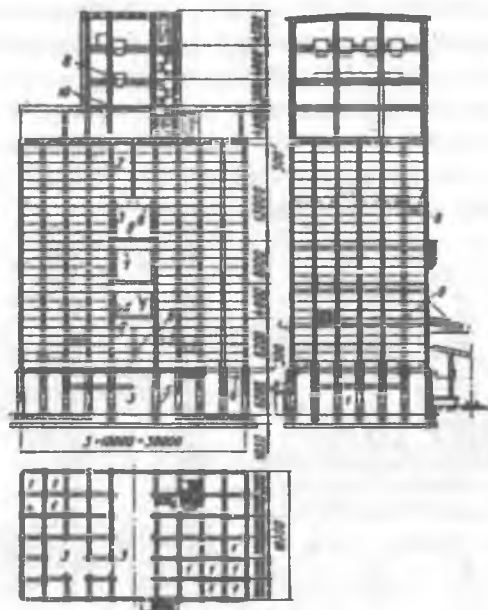


Рисунок 3 – Сборное рабочее здание каркасного типа

Для сокращения количества типоразмеров сборных элементов конструкции сблокированного рабочего здания и силосного корпуса принимают однотипными. Силосные корпуса элеваторов строятся с круглыми монолитными силосами, возводимыми в скользящей опалубке. Для районов повышенной сейсмичности, слабыми грунтами или сильно обводненных запроектированы силосы диаметрами 9 м из монолитного железобетона.

На существующих элеваторах круглые монолитные железобетонные силосы имеют диаметр от 3 до 10 м, а квадратные —

размеры 3,2x3,2 и 3,5x3,5 м². Наибольшее применение нашли сборные силосы с квадратными силосами из объемных элементов размером 3X3 м по осям стенок и с круглыми (диаметр 6 м) силосами из сборных, предварительно напряженных элементов.



1 — силосы; 2 — бункера; 3 — производственные помещения; 4 — лифт; 5 — подсилосные колонны; 6 — железобетонная сборочная воронка; 7 — ригели; 8 — стальные воронки; 9 — сборно-монолитные перекрытия; 10 — стальной каркас надстройки.

Рисунок 4 – Сборное рабочее здание блокированного типа

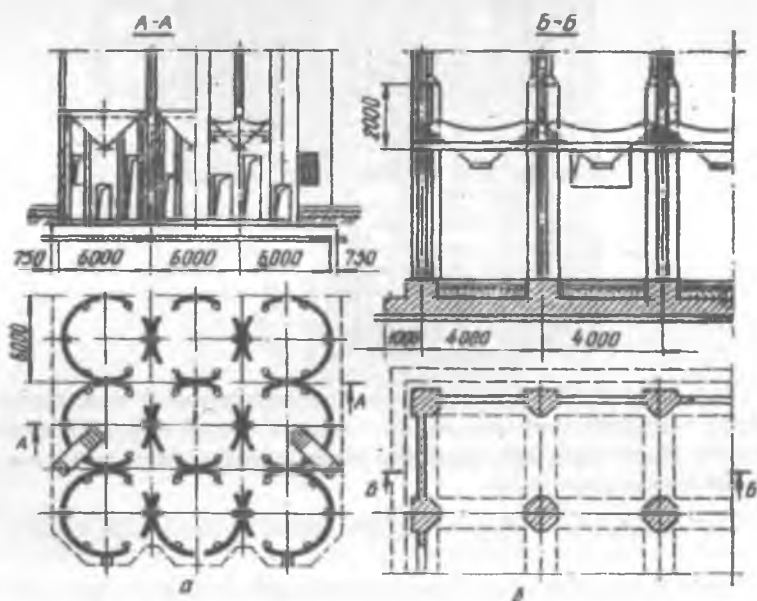
Высота силосов для типовых корпусов принята кратной 0,6 и равна 30 м, но в отдельных случаях допускается увеличение высоты до 40...50 м. Длина корпусов с круглыми силосами не должна превышать 48 м, а с квадратными — 42 м.

Металлические силосы диаметр 18 м строят способом рулонирования или навивки стальной ленты. Высота металлических силосов вместимостью 2,5 тыс. т— 11,9 м, вместимостью 3 тыс. т— 15 м. Металлические силосы строят, как правило, группами по 3...5

и более в один ряд с разрывами 3 м и привязывают к существующим или строящимся рабочим зданиям.

Конструкции подсилосных этажей могут быть, двух вариантов. В первом варианте подсилосные помещения строят со стенами, опирающимися на фундамент без промежуточной поддерживающей конструкции (рисунок 5). Во втором — подсилосные помещения включают промежуточную конструкцию с колоннами, на которые опираются стены силосов и днища (рисунок 6).

Стены и крышу надсилосных галерей обычно проектируют из сборного железобетона или со стальным каркасом и асбесто — бетонными листами покрытия. Перекрытие силосов является полом галереи, его выполняют из асфальтобетона.



а) — с круглыми силосами;

б) — с квадратными силосами

Рисунок 5 — Конструкция подсилосного этажа со стенами, начинающимися от фундаментной плиты

3.2 Строительные конструкции складов бестарного хранения

Здание склада бестарного хранения опирается на монолитную железобетонную плиту. Колонны и перекрытия выполняют из сборного железобетона, стены здания — из навесных панелей, перекрытия подсилосного и надсилосного этажей — из монолитного железобетона. Стены силосов проектируют из сборных железобетонных элементов длиной и шириной 3 м, высотой 1,2 м.

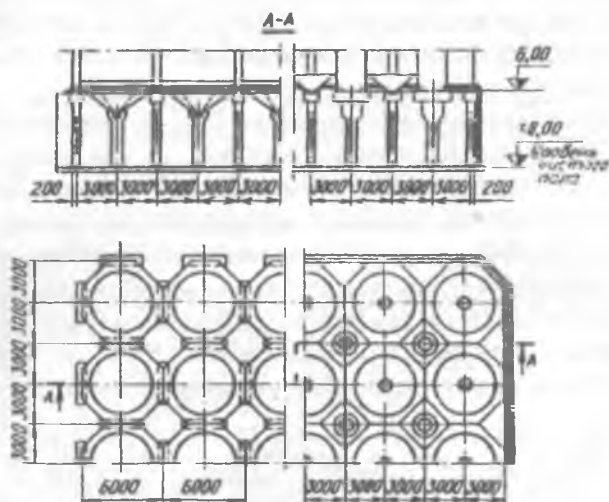
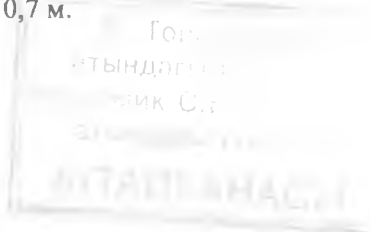


Рисунок 6 – Конструкция подсилосного этажа с колоннами

Размеры силоса определяются высотой этажей и расстоянием между балками. Стандартом установлены размеры силоса в плане 3×3 м при сетке колонн 6×6 м². В пределах одной сетки размещают 4 силоса. Высоту силоса принимают не более 15 м. Конусная часть силосов должна иметь угол наклона не менее 60°.

Ширину здания склада определяют после группировки силосов в ряды: при двухрядной компоновке 6 м + два прохода по 0,7 м; при четырехрядной — 12 м + три прохода по 0,7 м.



Длину здания определяют в зависимости от числа силосов, располагаемых по продольной оси здания, и двух проходов по 0,7 и 3,0 м, а также от ширины лестничной клетки.

При размещении компрессорной станции в здании склада под компрессоры проектируют отдельные фундаменты.

3.3 Строительные конструкции складов для зерна

Склады для хранения зерна строят на хлебоприемных предприятиях по типовым проектам. Наибольшее распространение получили склады вместимостью 3200 и 5500 т с плоскими полами. На предприятиях имеются также склады вместимостью 7500 т и более с наклонными полами.

Зерновые склады вместимостью 3200 т выполняют с фундаментом из бутового камня, стенами из местного материала (кирпича, бутового камня, шлакобетона) и деревянными конструкциями покрытия. Кровля из асбоцементных листов, пол склада асфальтобетонный на утрамбованной щебеночной подготовке.* Нижняя транспортерная галерея склада может быть выполнена из сборного железобетона или местного материала (рисунок 7).

Размеры одной секции склада в плане $20 \times 62 \text{ м}^2$, высота 8,27 м. В поперечном направлении склад имеет три пролета.

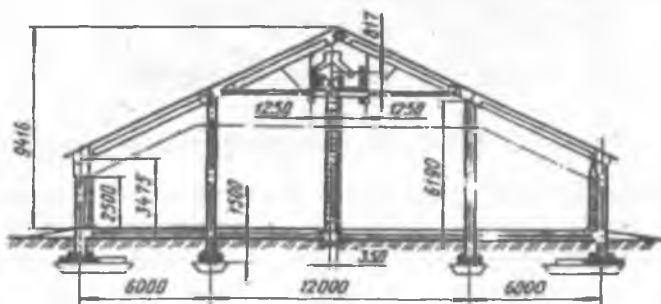


Рисунок 7 – Склад из сборного железобетона

Центральный пролет шириной 11 м, два боковых — по 4,5 м. В продольном направлении склад имеет одиннадцать пролетов. Девять пролетов по 6,2 м и два крайних — по 3,1 м.

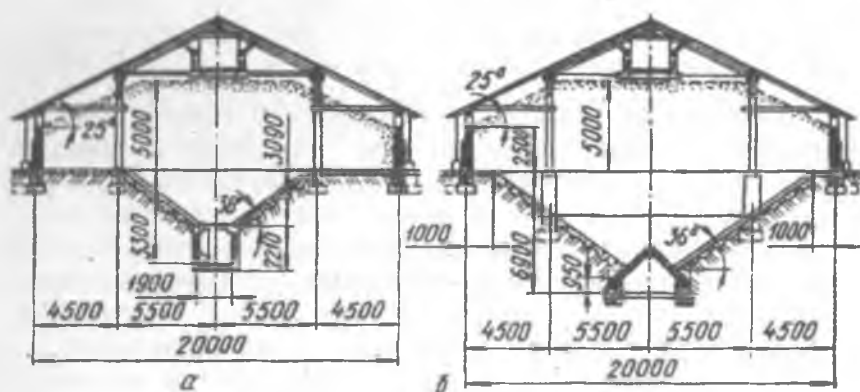
Для неогнестойких складов устанавливают разрывы в 20 м или брандмауэрные стены толщиной не менее 250 мм.

Склад из сборного железобетона вместимостью 5500 т имеет размеры в плане 24х90 м². Высота склада 9,4 м. В поперечном направлении склад имеет три пролета. Центральный пролет шириной 12 м и два боковых — по 6 м. В продольном направлении — 15 пролетов по 6 м.

Верхняя транспортная галерея металлическая, нижняя — проходная из сборного железобетона. Тамбур галереи кирпичный.

Склады с наклонными полами (рисунок 8) строят при низком расположении уровня грунтовых вод. Нижние галереи таких складов выполняют из сборного железобетона или местного материала.

Механизированные башни при складах могут быть монолитной или сборной конструкции со стенами из кирпича или бетонных блоков в виде отдельно стоящего здания высотой 4...6 этажей.



а — тип НП-4;

б — тип НП-5

Рисунок 8 — Механизированные склады с наклонными полами

3.4 Строительные конструкции складов для тарных грузов

Трех- и двухэтажные склады для готовой продукции строят по типовым проектам. Здания складов имеют размеры в плане 60х24 м². Высота трехэтажного склада 15,5 м, двухэтажного — 10,7 м. Склады строят из сборного железобетона со сборно-моноклитными перекрытиями. Ширина платформы со стороны железной дороги и для отпуска продукции на автомобильный транспорт 3,85 м. Колонны и балки навесов над платформами металлические.

4 ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Все исходные и расчетные параметры количества зерна предусматривают в физической массе A_m , которая находится по формуле

$$A_m = A_{зач} \times K_{\phi}, \quad (3)$$

где $A_{зач}$ - объем заготовок в зачетной массе, т;

K_{ϕ} - коэффициент перевода зачетной массы в физическую.

Значение K_{ϕ} для типовых проектов принимают по таблице 1.

Таблица 1 – Коэффициенты перевода зачетной массы зерна в физическую

Культуры	Продолжительность расчетного периода заготовок - P_{ϕ} , сут		
	до 15	до 20	до 30
Зерновые	1,05	1,06	1,15
Подсолнечные	1,14	1,17	-
Рис-зерно	1,5	-	-

При расчете и выборе необходимого оборудования для приемки, обработки и отгрузки зерна необходимо руководствоваться следующими положениями:

а) выполнение всех операций с зерном связанных с обработкой транспортных средств должно осуществляться в сроки, предусмотренные нормативами для применяемых видов транспорта;

б) формирование различных партий зерна должно осуществляться с учетом его качества;

в) обработка сформированных партий должна обеспечить сохранность его качества;

г) расчет необходимого количества оборудования производить с учетом возможного совпадения операции по приемке, обработке и отгрузке зерна, диктуемых конкретными условиями работы предприятия;

д) очистка зерна не влияющая на его сохранность, может осуществляться после заготовительного периода;

е) принципиальная схема технологических процессов предприятий для хранения и обработки зерна представлена на рисунке 9.

В принципиальной схеме показывают расположение весового, зерноочистительного и транспортного оборудования, оперативных бункеров, приёмно-отпускных устройств и силосного корпуса при обработке отходов (рисунок 10).

4.1 Расчет и подбор оборудования для приемки и отпуска зерна

Продолжительность расчетного периода заготовок P_p (периода наиболее интенсивного поступления зерна автотранспортом) определяется сроками уборки зерна зависящими в основном от климатических условия. Поэтому для предприятий располагающихся в южных районах страны значение P_p рекомендуется принимать 15, в центральных - 20, в восточных - 30 суток. В течение расчетного периода заготовок P_p следует учитывать поступление 80% планируемого объема заготовок.

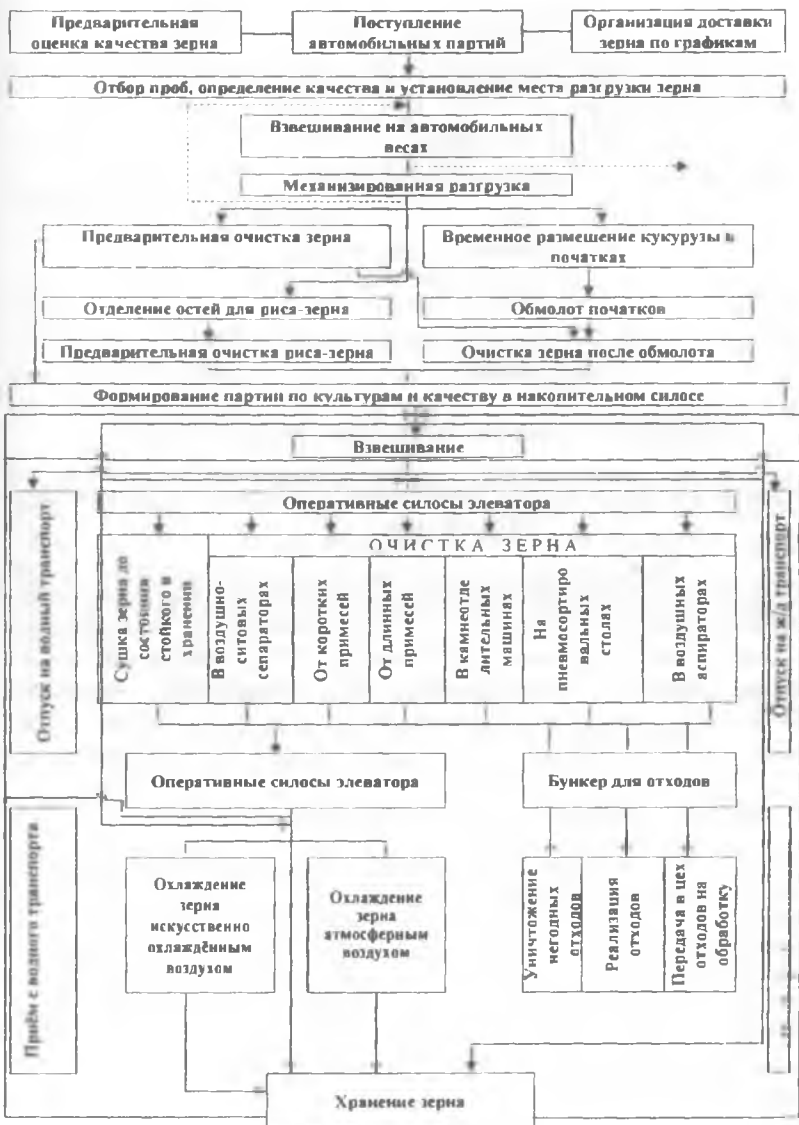


Рисунок 9 – Принципиальная схема технологических процессов предприятий для хранения и обработки зерна

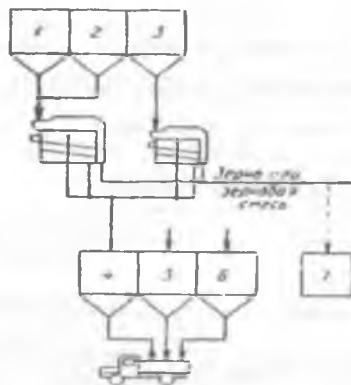


Рисунок 10 – Принципиальная схема обработки отходов

4.1.1 Прием и отпуск зерна с использованием автомобильного транспорта

Необходимую производительность и количество оборудования для приемки зерна поступающего автотранспортом определяют с учетом коэффициента суточной - K_c и часовой - $K_{ч}$ неравномерности поступления зерна на предприятие. При разработке типовых проектов K_c принимают в зависимости от объема заготовок A и продолжительности расчетного периода заготовок P_p по таблице 2.

Таблица 2 – Коэффициенты суточной неравномерности

Объём заготовок за расчётный период 0,8 A , тыс. тонн	Продолжительность расчётного периода заготовок P_p , сутки		
	до 15	до 20	до 30
до 25 вкл	1,7	1,6	1,6
свыше 25 до 50 вкл	1,6	1,6	1,6
свыше 50 до 100 вкл.	1,5	1,5	1,6
свыше 100	1,4	1,5	1,6

$K_{ч}$ определяют в зависимости от максимального суточного поступления по таблице 3.

Таблица 3 – Коэффициенты часовой неравномерности

Максимально-суточное поступление зерна A_c , тыс. тонн										
A_c	до 2	до 3	до 4	до 5	до 6	до 7	св 7 до 10	св 10 до 13	св 13	до 1
K_c	2,0	2,0	1,7	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	2,9

Максимально – суточное поступление зерна A_c , тыс. тонн определяют по формуле

$$A_c = \frac{0,8 \times A^{aut} \times K_c}{P_p}, \quad (4)$$

где A^{aut} - объем принимаемого зерна автотранспортом, т;

K_c - коэффициент суточной неравномерности;

P_p - расчетный период заготовок для данного предприятия, сут.

Необходимую производительность и количество оборудования для приемки, послеуборочной обработки зерна на предприятие определяют с учетом коэффициентов учитывающих изменение производительности оборудования в зависимости от культуры зерна, его состояния по влажности и засоренности в соответствии с таблицами 4, 5.

Таблица 4 – Коэффициенты изменения производительности оборудования в зависимости от культуры – K_k

Культура	Нории, конвейеры	Сепараторы, ворохоочистители
Пшеница	1	1
Ячмень	0,8	0,8
Овес	0,7	0,6
Рожь	0,9	0,95
Просо	0,8	0,3
Горох	0,9	1,0
Гречиха	0,7	0,7
Подсолнечник	0,6	0,5
Соя	0,9	1,0

Таблица 5 – Коэффициенты изменения производительности оборудования в зависимости от состояния зерна по влажности и засоренности - K_6

Содержание отделяемой примеси (сорной и зерновой), %	Влажность, %					
	до 15	св. 15 до 17	св. 17 до 19	св. 19 до 22	св. 22 до 25	св. 25
1	2	3	4	5	6	7
Автомобилеразгрузчики						
до 10	1,0	1,09	0,9	0,9	0,8	0,7
св. 10	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6
Продолжение таблицы 5						
1	2	3	4	5	6	7
Норнн, конвейеры						
до 5	1	1	0,9	0,8	0,8	0,7
св. 5 до 10	1	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7
св. 10 до 15	1	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7

Соотношение количеств поступающего зерна и зерновых культур по влажности и засоренности принимают по таблице 6.

Таблица 6 – Характеристика зерна, поступающего на ХПП в зависимости от района расположения

Показатели состояния зерна	Количество поступающего зерна, %		
	Районы с сырым и влажным зерном	Районы с зерном средней влажности	Районы с сухим зерном
Влажность, %			
До 15 включительно	10	40	60
св. 15 до 17 вкл.	10	30	20
св. 17 до 22 вкл.	35	30	20
св. 22 до 26 вкл.	30	-	-
Засоренность, %			
до 1	-	20	50
св. 1 до 3 вкл.	-	60	45
Св. 3 до 5 вкл.	40	10	5
Св. 5	60	10	-

Устройства для приемки зерна с автомобильного транспорта и обработки зерна проектируют с учетом чисел одновременно поступающих партий зерна.

Для типовых проектов возможное число партии, поступающее на предприятие в течении расчетного периода заготовок - P принимают в соответствии с заданием на проектирование или по таблице 7, в зависимости от объема $A^{авт}$ и периода заготовок P_p .

Таблица 7 – Возможное число партий поступающих на предприятие

Объем заготовок за расчетный период 0,8хА ³⁵¹ , тыс. тонн	Для районов с продолжительностью периода заготовок, сут.		
	до 15	до 20	до 30
до 25 вкл.	10	10	5
св. 25 до 50 вкл.	14	15	8
св. 50 до 75 вкл.	18	20	12
св. 75 до 100 вкл.	21	25	16
св. 100	25	30	20

Число партии зерна, поступающих на предприятие за сутки Р^с в зависимости от объема заготовок и продолжительности периода заготовок принимают по таблице 8.

Таблица 8 – Число партии поступающих за сутки

Объем заготовок за расчетный период 0,8хА ^{авт} , тыс. тонн	Продолжительность расчетного периода, сут.												
	до 15				до 20				до 30				
	Число партий, поступающих за период заготовок - Р ^с												
	10	15	20	25	10	15	20	25	30	10	15	20	25
до 25 вкл.	8	11	12	13	8	9	9	9	10	3	7	8	8
св. 25 до 50 вкл.	9	13	15	16	9	11	11	12	12	4	8	9	9
св. 50 до 100 вкл.	9	14	17	18	9	13	15	16	16	5	9	11	12
св. 100	10	15	19	20	10	15	17	18	18	5	10	13	15

Соотношение величин партии зерна в зависимости от их числа для типовых проектов принимают по таблице 9.

На рисунке 11 приведена принципиальная схема технологических процессов приемки зерна с автотранспорта.

4.1.1.1 Расчет устройств для контроля за качеством зерна

В составе проектируемых предприятий в соответствии с характером и объемом проводимых работ необходимо предусмотреть визировочную, центральную, цеховую лаборатории. Визировочные лаборатории располагают перед въездом на территорию предприятия с одним или двумя механизированными пробоотборниками на расстоянии не менее 15 метров. Предприятие по объему заготовок делится на шесть групп. Учитывая данные таблицы 10 для первой и второй групп необходимо

предусматривать все виды лабораторий, для 3-6 - приемную с функциями центральной лаборатории.

Допускается совмещение приемной лаборатории с автомобильными весами. Для приемной лаборатории количество механизированных пробоотборников и устройств для формирования среднесуточных проб принимают по таблице 11.

Таблица 9 - Соотношение величин партии зерна, %

Номер партии в порядке убывания массы	Число партий																																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	25	30	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	25	30				
1	84,0	70,0	63,0	55,0	49,0	44,5	40,5	37,5	35,0	30,5	27,0	24,0	21,0	19,5	16,0	15,0																				
2	16,0	20,0	24,0	24,0	24,5	24,0	24,0	23,5	23,0	21,0	20,0	18,5	16,5	15,5	13,5	13,0																				
3		10,0	11,0	12,5	13,5	14,5	15,0	15,0	15,0	15,0	14,5	14,0	13,5	12,5	11,5	11,0																				
4			4,0	5,5	6,5	8,0	9,0	10,0	10,0	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,0	9,5																				
5				3,0	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0	7,5	8,5	8,5	8,5	8,0	8,0																				
6					2,5	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	6,5	6,5	7,0	6,5	6,0																				
7							2,0	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0	5,5	5,5	6,0																				
8								1,5	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0																				
9									1,0	1,5	2,0	2,5	2,5	3,0	3,5	4,0																				
10										0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	2,5	3,0																				
11											1,0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0																				
12											0,5	1,0	1,0	1,5	2,0	2,5																				
13												0,5	1,0	1,5	1,5	2,0																				
14													0,5	1,0	1,0	2,0																				
15														0,5	1,0	2,0																				
16															0,5	1,0																				
17																0,5																				
18																	0,5																			
19																		0,5																		
20																			0,5																	
21-25																				0,5																
26-30																					0,5															

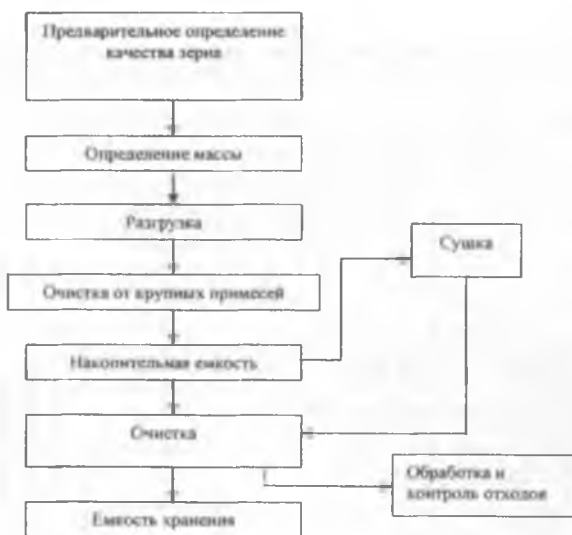


Рисунок 11 – Принципиальная схема процесса приемки зерна с автотранспорта

Таблица 10 - Группы предприятий в зависимости от объема заготовок

Показатели	Группы предприятий					
	1	2	3	4	5	6
Годовой объем заготовок, тыс тонн	св. 65	35-65	20-35	15-20	5-15	до 5 вкл.
Суточный объем заготовок, тыс. тонн	св. 4	св. 2	св. 1,5	Св. 1	св.0,5	до 0,5
Количество поступающих автомобилей в сутки	св 500	св. 250	св 150	св 100	Св 50	до 50
Число среднесуточных образцов в сутки	св. 100	св.70	св.40	Св.20	Св 10	до 10

Таблица 11 - Количество пробоотборников и устройств для формирования среднесуточных проб

Показатели	Группы		
	1-2	3	4-6
Количество пробоотборников типа А1-УФО. или А1-УПП	4 (2x2)	2 (1x2)	1
У1-УФО с пультом управления	2	1	1
Количество бункеров для среднесуточных проб	50x2	25x2	25x2

4.1.1.2 Расчет весового оборудования

При приемке зерна с автотранспорта необходимое количество автомобильных весов Γ , комп. определяют по формуле

$$\Gamma = 0,000666 \times \frac{A^{ном} \times K_c \times K_{\text{ч}} \times t_{\text{ч}}}{\Pi_p \times G} \quad (5)$$

где $A^{ном}$ - количество зерна, поступающего от хлебосдатчиков за период заготовок;

$K_c, K_{\text{ч}}$ коэффициенты суточной и часовой неравномерности;

$T_{\text{ч}}$ - время, необходимое для двукратного взвешивания одного автомобиля («брутто» и «тара») и оформление документов, мин. Рекомендуется принимать для двукратного взвешивания автомобиль с прицепом - 3 минуты. Для весов с циферблатной головкой, для весов с печатающим устройством - 2,5 минуты за один прием;

- G_a - расчетная грузоподъемность автомобиля, тонн. При разработке типовых проектов принимают 8.

Количество и производительность весовых аппаратов должно соответствовать производительности технологических линий и транспортных потоков.

Вместимость надвесового и подвесового бункеров следует принимать в зависимости от производительности транспортных механизмов, обслуживающих весы согласно таблицы 12.

Вместимость бункера под весами автоматических весов следует определять по формуле

$$E_* = \frac{Q_n \times t_{ож}}{60} \quad (6)$$

где Q_n - производительность механизма;

$t_{ож}$ - время ожидания при смене партии зерна. В зависимости от объемно-планировочных решений сооружения $t_{ож}$ колеблется в пределах 6-10 минут.

Таблица 12 – Вместимость надвесовых и подвесовых бункеров весовых аппаратов

Тип весов	Производительность транспортных механизмов, падающих зерно на весы, т/ч	Вместимость бункеров не менее	
		Над весами, т.	Под весами, т.
1	2	3	4
Ковшовые весы с пределом взвешивания, т.			
100	350	90	-
60	350	70	-
20	100 и 175	30	-
10	50 и 100	15	-
Автоматические весы производительностью, т/ч			
100-200	100-175	3	Определяется расчетом
40-120	50- 100	1,5	
до 40	50	0,75	
200-350	350	6	

4.1.1.3 Расчет оборудования при выгрузке зерна с автотранспорта

При разработке типовых проектов определяют максимальное часовое A_c , т/ч поступление зерна по формуле

$$A_c = \frac{A_s \times K_s}{T} \quad (7)$$

где A_s – максимально – суточное поступление зерна от хлебодатчиков, т;

K_s - коэффициент часовой неравномерности (см. таблицу 3);

T - расчетное время подвода зерна автотранспортом в течение суток – 24 часа.

Необходимое количество технологических линий приемки зерна с автотранспорта - $N_{л}$ определяют по формуле

$$N_{л} = \frac{A_c \times 1,2}{Q_s \times K_s \times K_{с1}} \quad (8)$$

где $K_{с1}$ - коэффициент, учитывающий снижение производительности транспортного оборудования в зависимости от

культуры (принимать по таблице 4);

$K_{e,7}$ - коэффициент, учитывающий снижение производительности транспортирующего оборудования при перемещении зерна различного по влажности и засоренности (принимать по таблице 5);

Q_1 - производительность линий при приеме зерна с автотранспорта (принимать по таблице 13).

Необходимое количество автомобилеразгрузчиков определяется исходя из количества и производительности технологических линий с учетом производительности разгрузчиков, а производительность автомобилеразгрузчиков Q_{av} т/ч по формуле

$$Q_{av} = \frac{Q^T \times K_{np} \times K_{\sigma}}{1,2} \quad (9)$$

где Q^T - техническая производительность автомобилеразгрузчика определенной марки в зависимости от средней грузоподъемности автотранспорта принимать из таблицы 14;

K_{np} - коэффициент технической производительности автомобилеразгрузчика в зависимости от производительности транспортирующего оборудования линии, числа партии поступающих на линию в сутки и средней грузоподъемности автотранспорта (принимать по таблице 15).

Таблица 13 – Производительность линии приемки зерна с автотранспорта

Число партий, поступающих на линию в сутки, P	Средняя грузоподъемность автотранспорта, Q_{av} , т							
	6	8	10	12	14	16	18	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Производительность транспортирующего оборудования $Q_T = 100$ т/ч								
а) приемные устройства, передающие зерно в накопительные емкости ($t_n = 0,05$ ч)								
2	82	83	84	84	85	85	86	86
3	74	75	76	77	78	79	80	81
4	71	72	73	74	75	76	77	78
5	69	70	71	72	73	74	75	76
6	66	67	68	69	70	71	72	73

б) приемные устройства, передающие зерна на основные норрии рабочего здания ($t_n=0,1$ ч)

2	62	63	64	65	66	67	68	69
3	53	55	58	60	62	64	66	68
4	47	50	52	55	58	61	63	66
5	43	46	49	52	55	58	61	64
6	41	44	47	50	53	56	59	62

Производительность транспортирующего оборудования
 $Q_T = 175$ т/ч

а) приемные устройства, передающие зерно в накопительные емкости ($t_n = 0,05$ ч)
Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	135	137	138	140	142	144	145	147
3	124	126	128	130	131	133	135	137
4	119	126	123	124	126	128	130	131
5	114	116	117	119	121	123	124	126
6	112	114	116	117	119	121	123	124

б) приемные устройства, передающие зерно на основные норрии рабочего здания ($t_n=0,1$ ч)

2	100	102	103	105	107	109	110	112
3	81	84	86	89	93	95	98	102
4	70	74	77	81	84	88	91	95
5	67	70	74	77	81	84	88	91
6	63	67	70	74	77	81	84	88

Производительность транспортирующего оборудования
 $Q_T = 350$ т/ч

а) приемные устройства, передающие зерно в накопительные емкости ($t_n = 0,05$ ч)

2	252	256	259	262	266	270	273	277
3	231	235	238	242	245	249	252	256
4	217	221	224	228	231	235	238	242
5	210	214	217	221	224	228	231	235
6	203	207	210	214	217	221	224	228

б) приемные устройства, передающие зерно на основные норрии рабочего здания ($t_n=0,1$ ч)

2	172	179	182	189	196	200	207	214
3	133	140	147	154	158	165	172	175
4	119	126	130	133	137	144	147	154
5	105	112	116	123	126	133	140	147
6	98	105	112	116	123	130	133	140

Примечание – t_n , ч – время, необходимое для переключения маршрута линии при переходе с одной партии на другую.

Таблица 14 - Техническая производительность автомобилеразгрузчика

Марка автомобилеразгрузчика	Средняя грузоподъемность автотранспорта, т		
	6	8	10
1	2	3	4
ABC-50 ABC-50M 5ПФШ-2, 3М	130	160	185
У15-УРАГ У15-УРВС ГУАР-30М НПБ-2СМ-1	110	140	160
ГИГА-25, ПГА-25М	135	150	160
ГУАР-15С ГУАР-15У	125	165	-

Таблица 15 - Коэффициент снижения производительности автомобилеразгрузчика - $K_{пр}$

Число партий, поступающих на линию в сутки, P^c	Средняя грузоподъемность автотранспорта, т		
	6	8	10
Производительность транспортирующего оборудования $Q_T = 100$ т/ч			
2	0,89	0,79	0,74
3	0,84	0,73	0,69
4	0,81	0,71	0,66
5	0,88	0,69	0,64
6	0,79	0,67	0,63
Производительность транспортирующего оборудования $Q_T = 175$ т/ч			
2	0,95	0,91	0,88
3	0,92	0,88	0,84
4	0,90	0,86	0,82
5	0,88	0,84	0,80
6	0,87	0,87	0,79
Производительность транспортирующего оборудования $Q_T = 350$ т/ч			
2	0,98	0,95	0,93
3	0,96	0,93	0,91
4	0,94	0,91	0,88
5	0,92	0,89	0,87
6	0,91	0,88	0,86

Если производительность автомобилеразгрузчика ниже производительности приемной линии ($Q_a < Q_n$), то следует предусмотреть установку двух автомобилеразгрузчиков на одну линию.

Вместимость приемного бункера под автомобилеразгрузчиков принимать не менее 25 тонн. Для

погрузки зерна на автотранспорт должны быть предусмотрены бункера емкостью не менее 15 т каждый. Количество отгрузочных бункеров следует назначать из расчета погрузки через каждый бункер не более 20 тонн.

4.1.2 Прием и отпуск зерна с использованием железнодорожного транспорта

Объем операции с зерном по погрузке и разгрузке вагонов определяют с учетом коэффициентов неравномерности поступления и отгрузки зерна. Для типовых проектов коэффициенты неравномерности следует принимать:

K_m - коэффициент месячной неравномерности – 2.

K_c - коэффициент суточной неравномерности - 2,5.

Расчетный объем операции B_p , т следует определять по формуле

$$B_p = \frac{A^{год} \times K_m \times K_c}{M \times 30} \quad (10)$$

где $A^{год}$ - годовой объем погрузки (разгрузки) зерна;

K_c, K_m - коэффициенты суточной и месячной неравномерности;

M - расчетное число месяцев в году, в течение которого производится погрузка (разгрузка) зерна -11. Для предприятий с расчетным суточным объемом разгрузки (погрузки) зерна более 1000 т, следует принимать суточную разгрузку (погрузку) зерна не менее грузоподъемности одного железнодорожного маршрута, то есть 3000 тонн. Для предприятий с расчетным суточным объемом разгрузки (погрузки) менее 1000 тонн следует предусматривать одновременную отгрузку зерна вместимостью 600 тонн.

Определение количества технологических железнодорожных путей производить с учетом затрат времени:

- на погрузку одной подачи вагонов - 3 ч. 40 мин;
- на разгрузку одной подачи вагонов - 3 ч. 10 мин.

Величину интервала между подачами принимают не менее двух часов. Расчетная вместимость железнодорожных вагонов по зерну составляет 70 тонн.

4.1.2.1 Расчет устройств для погрузки зерна в железнодорожные вагоны

С целью обеспечения своевременной обработки вагонов при проектировании устройств для погрузки зерна, производительность погрузочных механизмов $Q_{тр}$, т/ч следует определять по формуле

$$Q_{тр} = \frac{Q_{ноо}}{T \times K_c \times K_n} \quad (11)$$

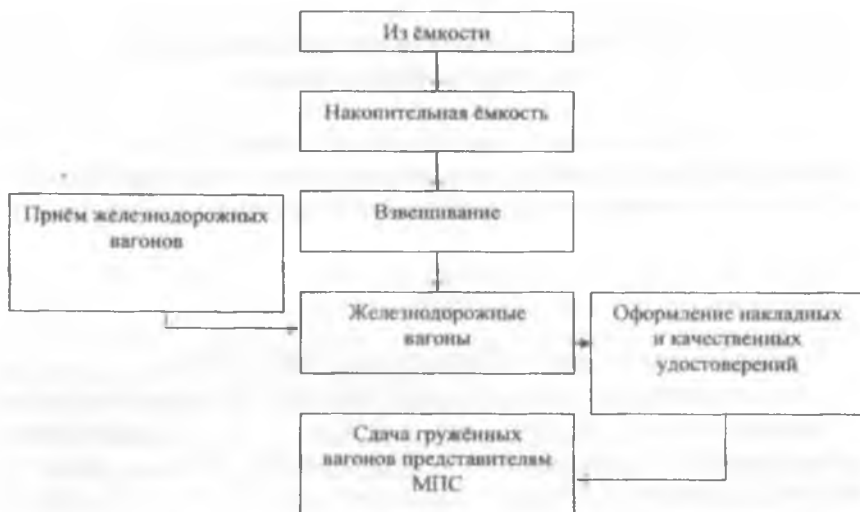
где $Q_{ноо}$ - масса зерна в одной подаче (3000 т, 600 т);

K_c - коэффициент учитывающий снижение производительности в зависимости от культуры из таблицы 4. K_n - коэффициент использования транспортного оборудования приема зерна с железнодорожного транспорта составляет для 175 т/ч - 0,75, 350 т/ч - 0,7.

Необходимое количество погрузочных потоков $N_{пгр}$ шт. определяется по формуле

$$N_{пгр} = \frac{Q_{тр}}{Q_{тр}} \quad (12)$$

где $Q_{тр}$ - производительность погрузочного механизма (выбирают в соответствии с действующей номенклатурой транспортного оборудования).



Принципиальную технологическую схему процесса погрузки железнодорожных вагонов рекомендуется принимать согласно рисунку 12.

Рисунок 12 – Принципиальная технологическая схема процесса погрузки железнодорожных вагонов

4.1.2.2 Расчет устройств для разгрузки зерна из железнодорожных вагонов

Устройства для разгрузки зерна из железнодорожных вагонов должны обеспечивать разгрузку универсальных и саморазгружающихся вагонов-зерновозов. Длину решеток над приемными бункерами принимать не менее 8,5 метров. С целью обеспечения выгрузки железнодорожных вагонов в нормативные сроки, разгрузочное устройство следует предусматривать на двух параллельных путях.

Необходимое количество приемных потоков $N_{ж}$, шт. следует определять из условия их максимальной загрузки при выгрузке вагонов по формуле

$$N_{ж} = \frac{Q_{ж}}{T \times Q_{ж} \times K_{с} \times K_{с}'} \quad (13)$$

где $Q_{под}$ - масса зерна в одной подаче, т;

$Q_{пр}$ - производительность убирающего транспортного потока - 500 т/ч;

K_u - коэффициент использования транспортного оборудования - 0,7

K_k - принимать из таблицы 4;

T - время на разгрузку одной подачи.

Необходимое количество разгрузочных точек $N_{рж}$, шт. (фронт разгрузки) определяют по формуле

$$N_{рж} = \frac{Q_{под}}{3,16 \times Q_{р.м}}, \quad (14)$$

где $Q_{под}$ - масса одной подачи;

$Q_{р.м}$ - эксплуатационная производительность вагоноразгрузчика. При исполнении вагонов-зерновозов $Q_{р.м}$ - 500 т/ч.

Полезная вместимость приемных бункеров зависит от производительности убирающих механизмов: при 350 т/ч - не менее 42 т, при 500 т/ч - не менее 30 т.

4.1.3 Прием и отпуск зерна с использованием морских и речных судов

Количество причальных сооружений и устройств, а также количество технологического оборудования, определяющие пропускную способность причала, рассчитываются на грузооборот причала в соответствии с заданием на проектирование, с учетом обеспечения разгрузки заданного расчетного судна, в действующие нормативные сроки. При выборе устройств для разгрузки зерна из морских и речных судов рекомендуется применять механические судоразгрузчики в сочетании с пневматическими, предусматриваемые для зачистки трюмов.

4.1.3.1 Расчет устройств для речных причалов

Суточная расчетная пропускная способность устройств для разгрузки и погрузки речных судов P_c , т/сут определяется по формуле

$$P_c = \frac{A^{\text{год}} \times K_m \times K_c}{M \times 30 \times K_{\text{мес}} \times K_{\text{зан}}}, \quad (15)$$

где $A^{\text{год}}$ - годовой грузооборот причала, т;

K_m, K_c - месячный и суточный коэффициенты неравномерности поступления. Принимаются равным соответственно 1,5 и 2,0.

M - число месяцев навигаций в году. Зависит от места расположения предприятия.

$K_{\text{мес}}$ - коэффициент использования рабочего времени причала по метеоусловиям. Для типовых проектов следует принимать - 0,85.

$K_{\text{зан}}$ - коэффициент занятости причала по времени грузовыми и вспомогательными операциями в период расчетного месяца, следует принимать - 0,7.

30 - среднее число дней в месяце.

Общее расчетное время нахождения судна у причала $t_{\text{общ}}$, ч определяют по формуле

$$t_{\text{общ}} = \frac{24 \times D}{P_{\text{суд}}}, \quad (16)$$

где D - грузоподъемность судна (2000, 2700, 2500 т).

Время выполнения грузовых операций при обработке судна $t_{\text{гр}}$, ч, определяется по формуле

$$t_{\text{гр}} = t_{\text{общ}} - t_{\text{всп}}, \quad (17)$$

где $t_{\text{всп}}$ - время занятое вспомогательными операциями при разгрузке (погрузке) судов. При грузоподъемности до 5000 т следует принимать - 8 часов.

Общая техническая производительность P , т/ч технологического оборудования занятого на обработке судна определяется по формуле

$$P = \frac{D}{t_{\text{гр}} \times K_{\text{ис}}}, \quad (18)$$

где D - грузоподъемность судна, т;

$t_{\text{гр}}$ - время выполнения грузовых операций, ч;

$K_{\text{ис}}$ - коэффициент использования оборудования по времени (при погрузке судов - 0,6, при выгрузке - 0,7).

Для типовых проектов норма времени на грузовые работы принимают по таблице 16.

Таблица 16 - Норма времени на грузовые работы

Грузоподъемность судна, т	Норма времени, час	
	погрузка	выгрузка
5000	42	32
2700	27	27
2000	22	16

4.1.3.2 Расчет устройств для морских причалов

Суточная расчетная пропускная способность устройств для разгрузки, погрузки P_c , т/сут, морских судов рассчитывается по формуле

$$P_c = \frac{A_{\text{год}} \times K_{\text{мес}}}{M \times 30 \times K_{\text{мес}} \times K_{\text{мет}}} \quad (19)$$

где $A^{\text{год}}$ - годовой грузооборот причала, т;

$K_{\text{мес}}$ - коэффициент месячной неравномерности по навигации, следует принимать - 2,0;

$K_{\text{мет}}$ - коэффициент использования причала по метеоусловиям. Для зерновых грузов в портах РФ - 0,85;

$K_{\text{зан}}$ - коэффициент занятости причала по времени грузовым и вспомогательными операциями в период расчетного месяца, следует принимать - 0,6;

M - число месяцев навигации. Общее расчетное время нахождения судна у причала

Время выполнения грузовых операций при обработке судна определяется по формуле 14. Среднюю расчетную занятость причала вспомогательными операциями при обработке морских судов принимают по таблице 17.

Таблица 17 – Средняя расчетная занятость причала вспомогательными операциями, ч

Грузоподъемность судна, т	Занятость причала, ч	
	погрузка	разгрузка
1	2	3
до 1500	5,5	6

св. 1500 до 3000	6,5	8
Продолжение таблицы 17		
1	2	3
св. 3000 до 5000	8,5	10
св. 5000 до 8000	10	12
св. 8000 до 12000	11,5	14
св. 12000	12	15

4.1.4 Передача зерна на переработку

На производственных элеваторах, а также элеваторах других типов, выполняющих их функции. Должны быть предусмотрены подъемно-транспортные системы для подачи зерна в приемные бункера мельничного, крупяного или комбикормового завода. Подачу зерна в приемные бункера следует предусматривать в количестве, обеспечивающем суточную работу мельничного, крупяного или комбикормового завода в необходимом ассортименте по технологическим свойствам. При отсутствии на действующем заводе приемных бункеров достаточной вместимости (на 25-30 часов работы) следует предусматривать устройство отпускных бункеров в проектируемом элеваторе. Количество отпускных бункеров в элеваторе рекомендуется предусматривать не менее двух, а вместимость их должна рассчитываться с учетом вместимости соответствующей емкости в комплекте заводов.

4.2 Расчет и подбор оборудования для очистки зерна

Все зерно, поступающее от хлебосдатчиков, должно подвергаться очистке от примесей до кондиции, отвечающих целевому назначению. Предварительной очистке от грубых и легких примесей необходимо подвергать все зерно, поступающее от хлебосдатчиков.

Общую производительность сепараторов $\sum_{i=1}^n q_{i, \text{сеп.}}$ т/ч

для очистки сухого зерна, устанавливаемых в проектируемых сооружениях хлебоприемных предприятий и элеваторов следует определять по следующим формулам:

а) для проектов строительства на существующих предприятиях, имеющих дефицит зерноочистительного оборудования

$$\sum Q_{\text{сеп}} = \frac{0,04}{\Pi_p} \left(\frac{A_1}{K_1} + \frac{A_2}{K_2} + \dots + \frac{A_n}{K_n} \right) \cdot \sum Q_{\text{сеп}} \quad (20)$$

б) для типовых проектов строительства на новых площадках строительства или на территории существующих предприятий

$$\sum Q_{\text{сеп}} = \frac{0,04}{\Pi_p} \left(\frac{A_1}{K_1} + \frac{A_2}{K_2} + \dots + \frac{A_n}{K_n} \right) \quad (21)$$

где $\sum Q_{\text{сеп}}$ - общая потребная производительность сепараторов;

Π_p - продолжительность расчетного периода заготовок;

$A_1, A_2 \dots A_n$ - количество зерна данной культуры, поступающее от хлебосдатчиков на предприятие в течение всего периода заготовок;

$K_{к1}, K_{к2} \dots K_{кn}$ - коэффициенты изменения производительности оборудования зависящие от культуры.

Необходимое количество сепараторов $N_{\text{сеп}}$ определять по формуле

$$N_{\text{сеп}} = \frac{\sum Q_{\text{сеп}}}{Q_{\text{сеп}}} \quad (22)$$

где $Q_{\text{сеп}}$ - паспортная производительность сепаратора А1-БИС-100 и т.д., т/ч;

$\sum Q_{\text{сеп}}$ - принимать в соответствии с формулами 20 и 21.

Необходимое количество триеров N_T следует определять по формуле

$$N_T = 0,00036 \times \frac{A^{\text{сеп}} \times \psi}{\Pi_p \times Q_T} \quad (23)$$

где $A^{\text{сеп}}$ - количество зерна, поступающего на проектируемое предприятие от хлебосдатчиков за период заготовок;

P_p - продолжительность расчетного периода заготовок, сут.;

Ψ - количество зерна подлежащего очистке на триерах. При разработке типовых проектов предусматривает очистку зерна на триерах в течение P_p в размере не менее 10% годового поступления зерна от хлебосдатчиков;

Q_T - паспортная производительность триеров, т/ч.

Необходимое количество сепараторов N_{cen2} для очистки зерна, поступающего по железной дороге и водным транспортом или отгружаемого портовыми элеваторами следует определять по формуле

$$N_{сеп} = 0,05 \times \frac{K \times A_{макс}}{Q_{сеп} \times K_x}, \quad (24)$$

где $A_{макс}$ - количество зерна, поступающего водным или железнодорожным транспортом в сутки максимального приема (P_c, B_p), т;

K - коэффициент, учитывающий какая часть от общего объема поступления зерна подлежит очистке в сутки максимального приема. Принимается равным 50%, то есть одна вторая часть;

$Q_{сеп}$ - паспортная производительность сепаратора, т/ч;

K_x - коэффициент, учитывающий изменение производительности оборудования. При поступлении различных культур K_x определяется как средневзвешенная величина. Общее количество сепараторов $N_{сеп}$ определяют суммированием $N_{сеп1}, N_{сеп2}$.

На производственных элеваторах осуществляют фракционирование зерна. Суммарную производительность машин для фракционного сепарирования определяют из расчета суточной производительности мельницы в течение одной смены (8 часов) работы элеватора по формуле

$$Q_{\phi} = 0,3 \times W, \quad (25)$$

где W - суточная производительность мельницы в зерне, т/сут.

Вместимость бункеров над и под зерноочистительными машинами в элеваторах всех типов должны рассчитываться на двух-трех часовую работу зерноочистительных машин.

Количество указанных бункеров должно быть не менее двух.

4.3 Расчет и подбор зерносушилок

При проектировании новых и реконструкции действующих предприятий для хранения и обработки зерна следует применять наиболее прогрессивные типы высокоэффективных зерносушилок. Производительность и количество зерносушилок должны обеспечивать сушку в объеме среднесуточного поступления колосовых, бобовых культур поступающих от заготовителей.

Объем сушки зерна - A_c , плановых тонн для предприятия в целом определяют по формуле

$$A_c = 0,8^{амт} \times K_n \times K_{к.ср} \times K_{к.сп}, \quad (26)$$

где $A^{амт}$ - количество зерна, поступающее от хлебосдатчиков за весь период заготовок, т;

K_n - коэффициент перевода физических тонн в плановые тонны сушки. Устанавливать исходя из количества влажного и сырого зерна в общем объеме заготовок по таблице 18.

Таблица 18 – Коэффициенты перевода физических тонн в плановые тонны сушки

Количество сырого и влажного зерна в общем объеме заготовок, %	10	20	30	40	50	60	70	80	90	более 90
	K_n	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1

Для типовых проектов K_n принимать: для районов с сухим зерном - 0,6; для районов с зерном средней влажности - 0,8; для районов с сырым и влажным зерном - 1,2.

$K_{к.ср}$ - коэффициент (средневзвешенный), учитывающий изменение производительности зерносушилок в зависимости от просушиваемой культуры.

K_n - коэффициент, учитывающий назначение зерна. Для продовольственного и фуражного зерна $K_n=1$, семенного зерна $K_n=2$, пивоваренного ячменя $K_n=1,7$.

Число партий влажного и сырого зерна требующего сушку для типового проектирования определяют по таблице 19.

Таблица 19 — Число партий сырого и влажного зерна требующего сушку

Объем заготовок (Ах0,8) за расчетный период заготовок, тыс. тонн	Для районов с продолжительностью расчетного периода заготовок - Π_p , сут.		
	15	20	30
до 25 вкл.	4	6	4
св. 25 до 50 вкл.	6	9	7
св. 50 до 75 вкл.	7	12	11
св. 75 до 100 вкл.	8	15	14
св. 100	10	18	18

Величину партии зерна различных культур принимают в соответствии с таблицей 9.

Рекомендуемые производительности зерносушилок в зависимости от величины партии, подлежащей сушке в течение периода заготовок, принимают по таблице 20.

Таблица 20 – Рекомендуемые производительности зерносушилок

Величина партии для сушки в течение периода заготовок, тонн	Рекомендуемая производительность зерносушилки, пл. т/час
не менее 10000	100
не менее 5000	50
не менее 3000	32-25
менее 3000	10

Количество типоразмеров зерносушилок на предприятии должно быть не более 3-х. Расчетное количество зерна Q_t , план. тонн которое может просушить одна зерносушилка на период заготовок, определяется по формуле

$$Q_t = Q_{zn} \times K_{пер} \times \Pi_p \times 20,5 \times K_d, \quad (27)$$

где Q_{zn} - паспортная производительность зерносушилки, пл. тонн.

$K_{пер}$ - коэффициент, учитывающий снижение производительности зерносушилки в зависимости от числа направляемых на нее партии принимают по таблице 21.

K_d - коэффициент, учитывающий снижение производительности зерносушилок при работе. Для элеваторов K_d равен 1,0;

Π_p - расчетный период заготовок, сут.

Таблица 21 — Значение коэффициентов снижения производительности зерносушилки

Число партий	$K_{пер}$
1	1,0
2	0,94
3	0,84
4	0,73
5	0,35

Определение необходимого количества зерносушилок выполняют с учетом таблицы 22, где приведены значения расчетного количества зерна, просушиваемого зерносушилками различной производительности при сушке различного числа партий.

Зерносушилки следует проектировать в комплексе с накопительными и оперативными емкостями. Вместимость накопительной емкости принимать из расчета работы зерносушилок не менее 3-х суток. Вместимость оперативных емкостей для сырого и сухого зерна должна обеспечивать бесперебойную работу зерносушилок не менее 8 часов.

Таблица 22 — Значение расчетного количества зерна, просушиваемого зерносушилками, пл. т.

$Q_{зсв}$ пл т/ч	Продолжительность расчетного периода заготовок, Π_p , сутки														
	15					20					30				
	Число партий зерна, направляемых на зерносушилку														
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
10	2,3	2,2	1,9	1,7	0,8	3,1	2,9	2,6	2,3	1,1	4,6	4,3	3,9	3,4	1,6
25	7,7	7,2	6,5	5,6	2,7	10,3	9,6	8,6	7,5	3,6	15,4	14,5	13,0	11,2	5,4
32	10,2	9,6	8,6	7,5	3,6	13,6	12,8	11,4	9,9	4,8	20,4	19,2	17,1	14,9	7,1
50	16,7	15,7	14,0	12,2	5,8	22,2	20,9	18,7	16,3	7,8	33,4	31,4	28,0	24,4	11,7
100	34,7	32,6	29,2	25,3	12,1	46,3	43,5	38,9	33,8	16,2	69,4	65,2	58,3	50,7	24,3

Рекомендуемую вместимость оперативной и накопительной емкости для размещений сырого и влажного зерна одной зерносушилки принимают по таблице 23.

Таблица 23 – Рекомендуемая вместимость емкостей для зерносушилок

Производительность зерносушилки, пл. т/час	Вместимость оперативной емкости, т	Вместимость накопительной емкости, т
10-12,5	100	1000
25-32	250	3000
50	400	5000
100	800	10000

Вместимость емкостей группы зерносушилок определяют как сумму вместимости емкостей для каждой зерносушилки.

Количество жидкого топлива E_T , т, необходимого для обеспечения бесперебойной работы зерносушилок в течение всего периода сушки зерна следует определять по формуле

$$E_T = \frac{T}{1000 \times K_{HT}} \times A_c, \quad (28)$$

где T - норма расхода условного топлива на одну плановую тонну просушенного зерна, кг/пл.т.;

A_c - общее количество зерна, подлежащего сушке за весь период заготовок;

K_{HT} - коэффициент пересчета натурального топлива в условное. Для соляного масла принимать $K_{HT} = 1,15$.

4.4 Расчет и подбор транспортного оборудования

4.4.1 Нории

Устанавливаемые на хлебоприемных предприятиях нории подразделяются в зависимости от технологического назначения на основные и специализированные. Основные нории расположены в рабочем здании. Для лучшего их использования рекомендуется предусматривать:

а) возможность подачи каждого основного потока зерна на менее чем на 2 нории;

б) обеспечение технологическими схемами сравнительно одинаковой продолжительности работы основных норий в течение суток.

К специализированным нориям рекомендуется относить

зерносушильные, подающие зерно на предварительную очистку в потоке приема, для транспортирования отходов.

Допускается применение на элеваторах норий различной производительности.

Необходимое количество нории следует определить из расчета обеспечения всех операций с зерном, совпадающих по времени.

Необходимое количество нории в рабочей башне определяется по перечисленным ниже исходным данным и результатам расчетов.

Таблица 24 — Количество часов норий по операциям в зависимости от их производительности

Наименование операции	Суточный объем операции, т	Необходимое количество часов работы норин на указанной операции		
		Производительность норин, т/ч		
		100	175	350
Внешние операции				
Прием зерна разгружаемого с автотранспорта				
Прием зерна разгружаемого из железнодорожных вагонов				
Прием зерна разгружаемого из морских и речных судов				
Отгрузка зерна в автомобили				
Отгрузка зерна в железнодорожные вагоны				
Отгрузка зерна в морские или речные суда				
Очистка зерна				
Сушка зерна				
Проветривание				
Передача на производство				
Итого: $\sum H_i$				

Необходимое количество часов работы нории N_i каждой операции определяется по формуле

$$N_i = \frac{a \times K_n}{Q_n \times K_n \times K_{n'} \times K_{n''}} \quad (29)$$

где a - суточный объем операции, т;

K_n - количество подъемов зерна определяется объемно-планировочными решениями рабочего здания. При

одноступенчатой схеме данный коэффициент для всех операции равен 1, а для сушки - 2;

Q_n - производительность нории, т/ч;

K_u - коэффициент использования нории следует принимать по таблице 25;

$K_{вз}$ - коэффициент, зависящий от качественной характеристики зерновой массы принимают из таблицы 5;

K_k - коэффициент, зависящий от транспортируемой культуры, принимают из таблицы 4.

Расчетное количество нории $N_{нр}$, шт определяют по формуле

$$N_{нр} = \frac{\sum H}{24} \quad (30)$$

Необходимое количество нории N_n по формуле

$$N_n = \frac{N_{нр}}{K_n} \quad (31)$$

где K_n - коэффициент использования основных нории по времени: при $N_{нр}$ до 3 принимать 0,65; $N_{нр}$ от 3 до 4 - 0,7; при $N_{нр}$ от 4 до 5 - 0,75.

Таблица 25 - Коэффициент снижения паспортной производительности нории K_n

Наименование операции	Нории производительностью т/ч			
	100	175	350	500
1	2	3	4	5
Прием зерна, разгружаемого из автомобилей	0,85	0,8	0,75	0,7
Прием зерна, разгружаемого из железнодорожных вагонов	0,8	0,75	0,75	0,7
Прием зерна, разгружаемого из морских или речных судов	0,85	0,8	0,75	0,7
Отгрузка зерна в железнодорожные вагоны	0,8	0,75	0,7	0,65
Подача зерна в отпускные емкости для погрузки речных или морских судов	0,85	0,85	0,75	
Подача зерна в над сепараторные, над сушильные бункера и т.д.	0,9	0,85	0,8	
Транспортирование зерна из емкостей подсепараторных, подсушильных и т.п.	0,9	0,85	0,8	
Подача подготовленных партий зерна на производство	0,9	0,85	0,8	
Внутренние перемещения зерна				
а) из емкости в емкость, при инвентаризации и др.	0,9	0,9	0,8	
б) при проветривании зерна, подсортировке	0,6	0,55	0,5	

4.4.2 Конвейеры

На элеваторах для транспортирования зерна как правило рекомендуются следующие типы конвейеров: ленточные, цепные, винтовые.

Производительность приемно-отпускных конвейеров в зависимости от объема выполняемой операции следует определять, учитывая мощность связанных с ними норий.

Производительность надсилосных и подсилосных конвейеров принимается по тому же принципу. Количество конвейеров для приема и отпуска следует определять с учетом необходимого количества линии.

Количество надсилосных и подсилосных конвейеров определяется объемно-планировочным решением, но не может быть менее количества потоков, одновременно выполняемых операции.

Угол подъема наклонной части ленточных конвейеров допускается не более 14° . Радиус кривизны подъема конвейера, как правило, применяют равным 85 м. Скорость лент конвейеров принимают не более 2,8 м/с

4.5 Обработка и хранение отходов

Обработку отходов на элеваторах предусматривают на сепараторах А1-БИС-12; А1-БЛС-12; А1-БЛС-16; А1-БМС-6.

Получаемые при очистке на сепараторах отходы, в зависимости от содержания в них зерна могут относиться к разным категориям (по содержанию годного зерна).

Смешивание отходов различных категорий запрещается.

Количество отходов G_1 (т/сут) выделенных в сутки при предварительной очистке зерна определяют по формуле

$$G_1 = 0,008 \frac{C_1 \times A_n^{\text{авт}} \times K_c}{P_p} \quad (32)$$

где $A_n^{\text{авт}}$ - количество зерна, подлежащего предварительной очистке;

C_1 - количество выделенных отходов от веса обработанного зерна равное 1,5%;

K_c - коэффициент суточной неравномерности.

Количество отходов G_2 т/сут₂ выделенных в сутки на газорециркуляционных сушилках определяют по формуле

$$G_2 = 0,00008 \times \frac{A_c \times C_2 \times Q}{\eta_r}, \quad (33)$$

где Q - количество сырого и влажного зерна от объема поступления за период заготовок, %;

A_c - количество зерна направленного на сушку, т;

C_2 - количество выделенных отходов от веса обработанного зерна, %. $C_2 = 0,3$

Количество отходов G_3 т/сут₃ выделенных при очистке зерна на сепараторах определяется по формуле

$$G_3 = 0,5 \left(\frac{A_{оч} \times C}{100} - G_1 - G_2 \right), \quad (34)$$

где $A_{оч}$ - количество зерна подлежащего очистке, т/сут.,

C - исходное содержание отделимой примеси, %.

Производительность сепараторов для очистки отходов следует принимать с коэффициентом 0,4 от паспортной производительности, поэтому количество сепараторов $N_{с-отх.}$ определяем по формуле

$$N_{с-отх.} = 0,00045 \frac{G_3 \times \Psi}{Q_{сеп} \times K_s}, \quad (35)$$

где Ψ - количество отходов по фракциям из таблицы 26.

Таблица 26 - Количество отходов по фракциям

Фракции	Наименование фракции	Выход фракции, %
1	Сход сортировочного сита	4
2	Проход с подсевного сита	55
3	Аспирационные отходы	35
4	Аспирационные отходы, улавливающие пылеотделители	6

Количество зернопримеси G_4 , т/сут, выделенной при обработке отходов, определяют по формуле

$$G_4 = 0,15 \times G_3 \quad (36)$$

Вместимость бункеров для отходов над и подзерноочистительными машинами должна применяться не менее, чем на двух часовую работу машины.

Вместимость бункеров для зерносмеси должна определяться из расчета работы сепараторов для отходов в течение 2-3 смен.

Количество овсюги и куколя $Q_{o(k)}$ выделенного на триерах следует определять по формуле

$$G_{o(k)} = 0,48 \times \sum G_{o(k)} \quad (37)$$

где $\sum G_{o(k)}$ - суммарная производительность установленных овсюго- и куколеотборников, т/ч.

Вместимость бункеров для хранения пыли и отходов, полученных при предварительной очистке и сушке зерна на противоточнорециркуляционных зерносушилках, следует предусматривать из расчета накапливания их в течение суток, для остальных отходов - в течение 3 суток. При этом натурная масса отходов берется в следующем размере:

Подсевные отходы	- 0,7 т/м ³
Сход с сортировочного сита	- 0,3 т/м ³
Овсюг	- 0,5 т/м ³
Куколь	- 0,7 т/м ³
Зерносмесь	- 0,6 т/м ³
Аспирационная пыль	- 0,2 т/м ³

4.6 Вместимость сооружений для хранения и обработки зерна

4.6.1 Определение вместимости силосов и бункеров

В настоящее время силосы строят различной формы: круглые диаметром 6 м, квадратные с размером стороны 3 или 4 м в горизонтальном сечении.

Круглые и квадратные силосы располагают рядами в зависимости от вместимости силосного корпуса, увязки его с рабочим зданием и максимального числа над- и подсилосных транспортеров. Высота силосов для типовых проектов составляет 30 м.

Вместимость силоса E_c , т определяют по формуле

$$E_c = \gamma [F_c \times H_c - (V_1 + V_3)] \quad (38)$$

где γ - натура зерна, т/м³ (принимать 0,68...0,82);

F_c - площадь внутреннего сечения силоса, м²;

H_c - высота силоса от надсилосной плиты до выпускного отверстия, м;

V_1 - объем верхней части силоса, не заполненного зерном, м³;

V_3 - объем забутки в нижней части силоса, м³.

Вместимость силоса E_c , т при загрузке и выпуске зерна по центральной оси может быть определена как сумма вместимости: верхней конусной части E_1 , средней цилиндрической части E_2 и нижней конусной части E_3

$$E_c = E_1 + E_2 + E_3 \quad (39)$$

Вместимость верхней конусной части E_1 , т силоса рассчитывается по формуле

$$E_1 = \gamma \frac{\pi \times R^2 \times H_1}{3} \quad (40)$$

где R - внутренний радиус силоса, м;

H_1 - высота верхней конусной части силоса, м.

Вместимость нижней конусной части E_2 , т силоса определяют по формуле

$$E_2 = \gamma \times \pi \times R^2 \times H_2 \quad (41)$$

где H_2 - высота цилиндрической части силоса, м.

Вместимость цилиндрической части E_3 , т силоса определяют по формуле

$$E_1 = \gamma \frac{\pi \times R^2 \times H_3}{3} \quad (42)$$

где H_3 - высота нижней конусной части силоса, м. Высоты H_1 и H_3 , м находят по формулам

$$H_1 = R \times \operatorname{tg} \alpha_1, \quad (43)$$

$$H_3 = R \times \operatorname{tg} \alpha_2, \quad (44)$$

где α_1 - угол естественного откоса зерна при заполнении силоса зерном ($\alpha_1=26^\circ$);

α_2 - угол забутки днища (для сухого зерна - 36° , для сырого - 45°).

Таким образом, вместимость E_c , т силоса будет равна

$$E_c = \gamma \times \pi \times R^2 \left(\frac{1}{3} \times H_1 + H_2 + \frac{1}{3} \times H_3 \right), \quad (45)$$

Вместимость силоса-звездочки $E_{cзв}$, т, образуемая между круглыми силосами определяется по формуле

$$E_{cзв} = \gamma \times \pi \times R_s^2 \left(\frac{1}{3} \times H_1 + H_2 + \frac{1}{3} \times H_3 \right), \quad (46)$$

где R_s - эквивалентный радиус ($R_s = 0,262 D$);

H'_1, H'_2, H'_3 - высота верхней, средней и нижней части силоса, определяемые по формулам

$$H'_1 = R_s \times \operatorname{tg} \alpha_1, \quad (47)$$

$$H'_2 = H_c - (R_s \times \operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2), \quad (48)$$

$$H'_3 = R_s \times \operatorname{tg} \alpha_2, \quad (49)$$

Если силос имеет квадратную форму, то вместимость его определяется аналогично расчету силоса-звездочки. Сначала определяют эквивалентный радиус по формуле

$$R_s = 0,54 \times a, \quad (50)$$

где a – сторона силоса, м

Вместимость силоса определить по формуле

$$E_c = \gamma \times a^2 \left(\frac{1}{3} \times H_1 + H_2 + \frac{1}{3} \times H_3 \right), \quad (51)$$

где H_1 , H_2 , H_3 - высота верхней, средней и нижней частей силоса;

4.6.2 Определение вместимости проектируемых сооружений для хранения и обработки зерна

Определение вместимости проектируемых сооружений для хранения и обработки зерна $E_{пр}$, т определяют по формуле

$$E_{пр} = (E_{xp} + E_{он} + E_p + E_{pn}) - E_c, \quad (52)$$

где E_{xp} - необходимая вместимость для размещения и хранения зерна, т (формула 53);

$E_{он}$ - необходимая вместимость оперативных емкостей для обеспечения работы технологического и транспортного оборудования, т;

E_p - необходимая вместимость резервных емкостей для проведения профилактических работ в процессе хранения и отгрузки зерна, т. В силосных корпусах предусматривают не менее одного силоса на каждый надсилосный конвейер;

E_{pn} - необходимая вместимость сооружений для раздельного размещения разнокачественных партий зерна, т (формула 55);

$E_{с.с}$ - вместимость существующих на предприятиях сооружений для хранения зерна с учетом их технического состояния.

Необходимую проектируемую вместимость для размещения и хранения необходимо определять по формуле

$$E_{сп} = (A + O_n - B_n) \times K_{ср.п.}, \quad (53)$$

где A - общее количество заготавливаемого зерна в физическом весе, т;

O_n - планируемый переходящий остаток зерна на начало заготовок, устанавливаемый заданием на проектирование, т. При

разработке типовых проектов - принимать в размере 15% от объема заготовок.

B_n - планируемый объем отгрузки в течение периода заготовок, устанавливаемый заданием на проектирование. Для типовых проектов объем отгрузки принимать равным 10% от объема заготовок.

$K_{ср в р}$ - средневзвешенный коэффициент на размещение различных культур зерна определяют по формуле

$$K_{ср в р} = \frac{A_1 \times K_{р1} + A_2 \times K_{р2} + \dots + A_n \times K_{рn}}{A}, \quad (54)$$

где A_1, A_2, \dots, A_n - количество зерна различных культур, поступающих на предприятие в период заготовок, в физическом весе, т.

$K_{р1}, K_{р2}, \dots, K_{рn}$ - коэффициенты на размещение различных культур. Принимать по таблице 27.

Таблица 27 - Коэффициенты размещения различных культур

Культура	$K_{р1}, K_{р2}, \dots, K_{рn}$
Пшеница, кукуруза в зерне, горох, люпин, соя, сорго, бобы	1,0
Рожь, просо	1,1
Ячмень, гречиха, лен – семена	1,2
Овес, рис	1,5
Подсолнечник	2,0
Клещевина	1,67
Рапс	1,15

Примечания

1 В состав вместимости для размещения и хранения зерна $E_{хр}$ входят: емкости для формирования партий зерна, поступающего автомобильным и железнодорожным транспортом, накопительные емкости для сырого и влажного зерна зерносушилок. Вместимость указанных емкостей дана в соответствующих разделах;

2 Размещение сортовых семян предусматривать в соответствии с действующей «Инструкцией о порядке приемки, размещения, подготовки и хранения сортовых семян на хлебоприемных предприятиях».

Необходимую вместимость сооружений $E_{рп}$, т, для раздельного

размещения разнокачественных партий зерна определять по формуле

$$E_{\text{пр}} = P_p \times E_{\text{пр1}}, \quad (55)$$

где P_p - число партий, размещаемых на предприятии, устанавливаемое заданием на проектирование или техническими изысканиями;

$E_{\text{пр1}}$ - вместимость, требуемая при разделении одной партии от другой, т. Определять: для элеваторов - половиной вместимости наименьшего по величине силоса (звездочки).

Производственные, перевалочные, портовые элеваторы согласно функционального назначения в течение года используют силосные емкости неоднократно. Поэтому при расчете проектируемой вместимости необходимо учитывать коэффициент оборота K_0 . Тогда вместимость емкостей строящегося элеватора можно определить по формуле

$$E_{\text{эвр}} = \frac{E_{\text{пр}}}{K_0}, \quad (56)$$

где K_0 - коэффициент оборота, устанавливаемый заданием на проектирование;

$E_{\text{хр}}$ - определяется по формуле 53.

Для определения вместимости силосных корпусов выбирают сетку их расположения, принимают число силосов в ряду. Вместимость силосного корпуса с круглыми силосами определяют по формуле

$$E_{\text{ск}} = m \times n \times E_{\text{кр.с.}} + [(m-1) \times (n-1) \times E_{\text{с.зв.}}], \quad (57)$$

где m , n - число рядов силосов соответственно по ширине и длине корпуса;

$E_{\text{кр.с.}}$ - вместимость круглого силоса, т;

$E_{\text{с.зв.}}$ - вместимость силоса-звездочки, т.

При строительстве квадратных силосов вместимость силосного корпуса определяют по формуле

$$E_{\text{ск}} = m \times n \times E_{\text{с.}} \quad (58)$$

Отношение длины силосного корпуса к его ширине должно быть не более двух, а при однорядном расположении силосов это отношение допускается до трех. Если отношение не выполняется, рекомендуется принять более одного силосного корпуса ($E_{\text{н}} \times N$).

4.7 Технологическое проектирование рабочего здания и силосного корпуса элеватора

4.7.1 Требования по технике безопасности при размещении основного оборудования

Основное оборудование располагают на основании схемы движения зерна. Оборудование, не имеющее движущихся частей (норийные трубы, воздухопроводы и др.), размещают с разрывом от стен не менее 150 мм. Продольные и поперечные проходы должны быть не менее 1000 мм.

При размещении сепараторов:

- с боковой выемкой сит (ЗСМ-50) проход со стороны приводного вала не менее 1000 мм, с боковых сторон не менее 1200мм;
- с круговым вращением сит, проход со стороны приводного вала и выемки сит – не менее 1400 мм, с боковых сторон не менее 1000 мм;
- для остальных сепараторов производительностью до 40 т/ч, имеющих возвратно-поступательное движение сит, проход со стороны приводного вала – не менее 1000 мм, с боковых сторон – не менее 800 мм;
- проход со стороны выпуска зерна для всех сепараторов должен быть не менее 700 мм.

При размещении конвейеров соблюдают следующие проходы:

между двумя параллельно расположенными конвейерами – не менее 800 мм, между стеной и продольной стороной конвейера – не менее 800 мм;

в местах обслуживания приводной, натяжной и поворотной станций – не менее 700 мм, располагать грузы натяжных станций запрещается в пределах габарита прохода;

над или под конвейером должны быть проходы на расстоянии 30 м друг от друга шириной 800 мм, а при длине конвейера менее 50 м – не менее одного прохода в середине. Проходы под ним или мостики над ним должны иметь свободную высоту (от пола до выступающих конструкций конвейера или от уровня мостика до выступающих элементов перекрытия) не менее 1800 мм. Переходные мостики должны иметь перила высотой 1000 мм со сплошной зашивкой снизу на высоту 200 мм.

4.7.2 Расположение норий и весов в рабочем здании элеватора

Нории и весы располагают по одному из двух вариантов. По первому варианту надвесовые бункера заполнять менее удобно, так как самотечные трубы будут располагаться под углом 90° к направлению потока зерна. Это приводит к увеличению высоты этажа головок норий. Первый вариант по сравнению со вторым способствует уменьшению ширины рабочего здания (в данном случае на 1160 мм).

По требованию взрывобезопасности нории располагают в рабочем здании около наружных стен для возможности вывода взрыворазрядных труб от рабочей трубы нории (рисунок 13).

Во втором варианте ось барабана нории параллельна длинной оси рабочего здания, в первом – перпендикулярна. Надсилосный конвейер в рабочем здании проходит между колоннами и трубами норий, что неудобно, но в нижней части рабочего здания этот вариант более удачный по сравнению с первым, так как не происходит перекрещивания приемных и подсилосных конвейеров. Как правило, нории монтируют в рабочем здании около ближней стены от силосного корпуса.

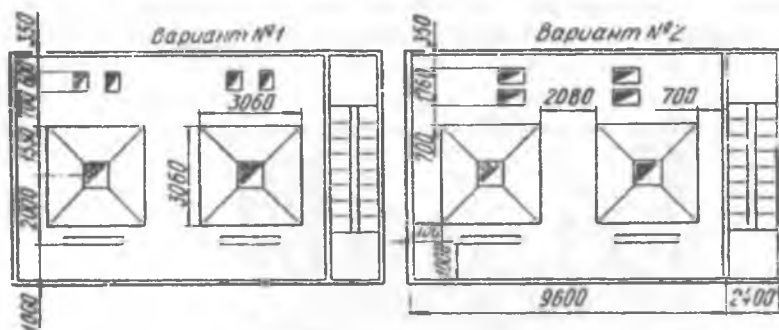


Рисунок 13 – Расположение норий в рабочем здании

4.7.3 Расположение зерноочистительных машин

Зерноочистительные машины устанавливают в рабочем здании так, чтобы их приёмные устройства находились против окон. Обычно контрольные сепараторы и триеры располагают по отношению к основным сепараторам этажом ниже. Если нет специализированных норий, то предусматривают над- и подсепараторные бункера для обеспечения непрерывной работы оборудования не менее чем на 4 часа.

Нории и сепараторы взаимно располагают по первому или второму варианту (рисунок 14)

4.7.4 Расположение зерносушилок

Расположение зерносушилки зависит от ее производительности, объема и продолжительности сушки, местных условий и т. д. Предусматриваются над- и подсушильные бункера для обеспечения непрерывной работы зерносушилки.

На мельничных элеваторах единой конструкции и на хлебоприемных элеваторах зерносушилку устанавливают в рабочем здании (рисунок 15). Схема пригодна только для зерносушилок малой производительности. На второй схеме предусмотрена установка зерносушилок в отдельном здании. Связь зерносушилки с рабочей башней осуществляется с помощью верхних и нижних конвейеров. На третьей схеме

показано расположение зерносушилок в рабочем здании и зерносушилок открытого типа около силосного корпуса.

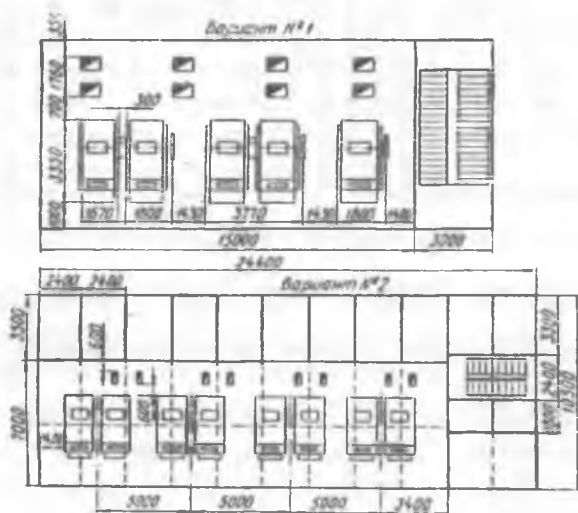


Рисунок 14 – Расположение сепараторов

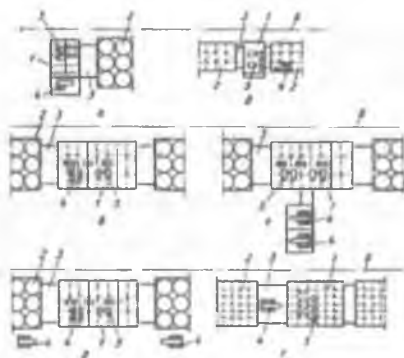


Рисунок 15– Установка зерносушилки на элеваторе

Связь осуществляется за счет дополнительно установленных норий и конвейеров (рисунок 16). Над- и подсушильные бункера размещают обычно в ближних силосах корпуса. Зерносушилки открытого типа (рисунок 17) устанавливаются только в южных

районах. На четвертой схеме зерносушилки открытого типа размещены между рабочим зданием и силосным корпусом. Такую схему используют в последних проектах хлебоприемных элеваторов. Схема упрощает связь зерносушилки с элеватором.

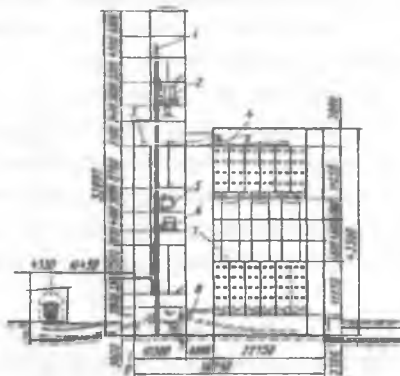


Рисунок 16 – Установка зерносушилки в отдельном здании

4.7.5 Расположение конвейеров

Располагать конвейеры на подсилосном этаже трудно, так как здесь находятся башмаки норий и барабаны конвейеров (подсилосных, приемных с автомобильного транспорта, железной дороги, а иногда и с водного транспорта). В зависимости от общей компоновки элеватора конвейеры могут подавать зерно на одну или две нории. Расположение надсилосных конвейеров определяется в зависимости от размеров силосов и числа их рядов (рисунок 18).

Угол наклона ленточных конвейеров допускается не более 14° при транспортировании зерновых культур и не более 10° для гороха и проса. Если угол наклона ленты более 10° , то на данном участке установка насыпных лотков не допускается.

4.7.6 Определение размеров рабочего здания в плане

Размеры рабочего здания в плане и высоту этажей определяют на основании размещения технологического, транспортного,

вентиляционного и другого оборудования, а также оперативных бункеров.

Размеры рабочего здания в плане определяют по диктующему этажу, который может быть или весовым, если устанавливают ковшовые весы, или зерноочистительным. Иногда длину этажа берут по одному из названных этажей, а ширину—по другому. Окончательные размеры рабочего' здания в плане необходимо определять с учетом принятой строительной сети, с увязкой с силосным корпусом и приемно-отпускными устройствами.

Строительными нормами предусматривается: минимальная высота этажа – 3 м, высота до выступающих конструкций – 2,2 м, минимальная высота в местах нерегулярного прохода людей – 1,8 м, в местах регулярного прохода людей и на путях эвакуации – 2 м.

4.7.7 Выбор формы и размеров сетки силосов и определение размеров силосного корпуса в плане

Выбор формы и размеров силосов зависит от потребной вместимости элеватора, величины и максимального числа одновременно хранящихся партий, от используемого строительного материала и способа работ. При выборе сетки силосов необходимо учитывать, что квадратные и круглые силосы применяют с рядовым расположением, и только в отдельных случаях допускается шахматное расположение круглых силосов.

Число рядов силосов выбирают в зависимости от вместимости силосного корпуса, минимального числа над- и подсилосных конвейеров, увязки силосного корпуса с рабочим зданием и способа строительных работ.

На рисунке 19 представлены различные сетки силосов и увязка силосного корпуса с рабочим зданием. Число силосов в ряду и размеры силосного корпуса определяют после выбора сетки силосов и определения их вместимости.

4.7.8 Определение высоты этажей рабочего здания и силосного корпуса

Высота этажа рабочего здания складывается из:

а) высоты оборудования;

б) величины вертикальной проекции диктующей самотечной трубы, которая или подает зерно в оборудование, или принимает его из-под оборудования;

в) суммы высот устанавливаемых деталей самотечных труб (перекидные клапаны, задвижки, вводы, секторы и др.);

г) монтажной высоты.

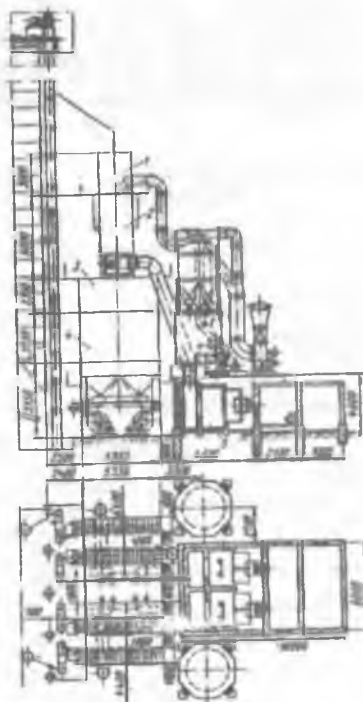
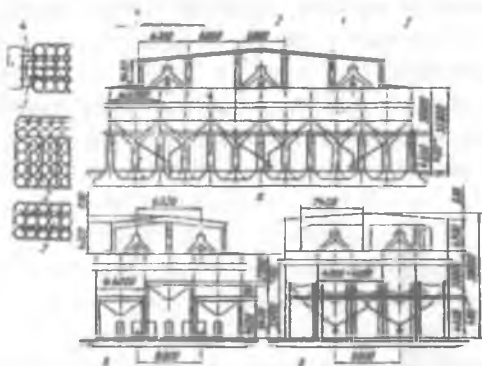


Рисунок 17 – Расположение зерносушилок открытого типа около силосного корпуса



1 - рабочее здание; 2 – силосный корпус; 3, 4 – подсилосные и силосные конвейеры.

Рисунок 18 – Расположение надсилосных конвейеров

Рисунок 19 – различные сетки силосов и увязка силосного корпуса с рабочим зданием

Принимают угол наклона самотечной трубы 36° , для сырого и засоренного зерна – 45° . Высоту стен силосов, над- и подсилосных этажей берут кратным 0,6.

Высота над- и подсепаратных этажей зависит от увязки рабочего здания с силосным корпусом. Высоту этажа надвесовых бункеров определяют в зависимости от их вместимости.

На рисунке 20 показаны основные элементы диктующей самотечной трубы. В верхней части рисунка дана горизонтальная проекция диктующей самотечной трубы (размера).

Высота проекции слагается из высоты сектора, самотечной трубы, сектора, раструба, перекидного клапана и элементов разгрузочной коробки.

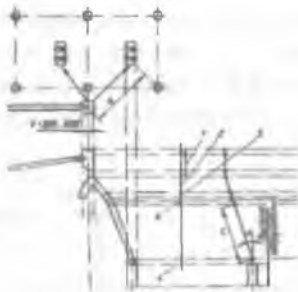


Рисунок 20 – Основные элементы диктующей самотечной трубы

4.7.9 Увязка приёмных устройств и силосного корпуса с рабочим зданием элеватора

Увязку приемных и подсилосных конвейеров с нориями и определение расстояния от приемных устройств и силосного корпуса до рабочего здания элеватора производят только после определения размеров рабочего здания, силосного корпуса и высоты этажей:

а) **Приемные устройства.** На современных элеваторах выгрузка зерна из бункеров приемных устройств производится горизонтальными конвейерами, подающими зерно на заглубленную норию. При низком уровне грунтовых вод может быть применён вариант по схеме на рисунке 21.

Расстояние от приемного устройства до рабочего здания определяют в зависимости от подъема приемного конвейера, обеспечивающего подачу зерна в норию, и следующих высот (рисунок 21):

h_1 – высота от уровня пола приемного устройства до уровня земли;

h_2 – высота от уровня пола рабочего здания до уровня земли;

h_3 – высота от положения верхней ленты конвейера в приемном устройстве до уровня пола;

h_4 – высота расположения ленты на сбрасывающем барабане приемного конвейера в рабочем здании до приемного носка норрии;

h_3 – высота подъема приемного конвейера;

l – длина подъема приемного конвейера;

l_1 – часть длины от начала подъема ленты приемного конвейера, расположенной в приемном устройстве;

l_2 – часть длины приемного конвейера, расположенного в рабочем здании.

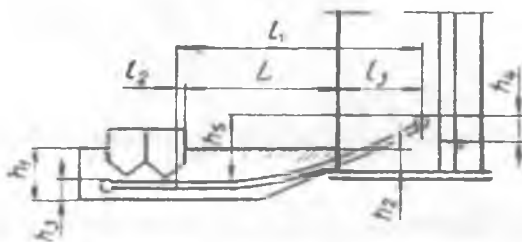


Рисунок 21 – Увязка приемного устройства с рабочим зданием элеватора

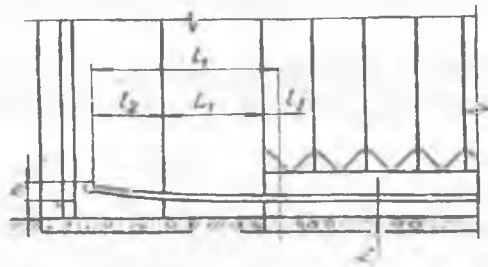
Для конвейеров берут угол подъема 14° и радиус подъема 65 м. Расстояние L от рабочего здания до приемного устройства определяют по формуле

$$L = l_1 - (l_2 + l_3). \quad (59)$$

б) Силосный корпус Расстояние от рабочего здания до силосного корпуса определяют в зависимости от заглубления рабочего здания и силосного корпуса и высоты подъема подсилосного конвейера.

Увязка силосного корпуса и рабочего здания показана на рисунке 22:

Для уменьшения этого расстояния рекомендуется начальную точку подъема конвейера располагать под вторым или третьим силосом.



h_1 – высота положения верхней ленты конвейера на подсилосном этаже;
 h_2 – высота от верхней ленты конвейера до приемного носка норрии; l_1 –
длина подъема подсилосного конвейера;

l_2, l_3 – длины частей конвейера, расположенные на подсилосном этаже и
в рабочем здании;

L_1 – расстояние между силосным корпусом и рабочим зданием.

Рисунок 22 – Увязка силосного корпуса рабочего здания элеватора

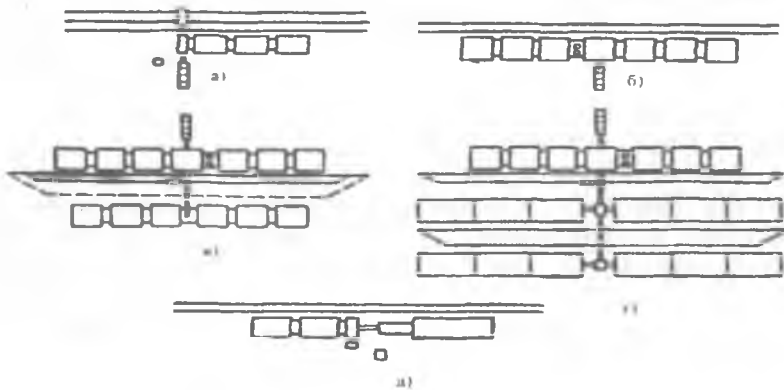
$$L_1 = l_1 - (l_2 + l_3), \quad (60)$$

5 ОБЪЕМНО – ПЛАНИРОВОЧНОЕ РЕШЕНИЕ

5.1 Взаимная компоновка рабочего здания с силосными корпусами и приемно-отпускными устройствами

Разработаны типовые схемы компоновки основных сооружений элеватора. Рабочее здание увязывают с силосными корпусами так, чтобы была создана гибкая технологическая схема, а надсилосные и подсилосные конвейеры имели минимальную протяженность. На рисунке 23 представлены различные типовые схемы компоновок. При компоновке однокрылового элеватора устанавливают наименьшее число конвейеров, но при расширении вместимости необходимо устанавливать очень длинные конвейеры, что значительно увеличивает время передвижения разгрузочных тележек.

Двукрылая схема элеватора позволяет значительно больше силосов связать с рабочей башней. Весь комплекс технологического и транспортного оборудования может быть лучше использован.



а – однокрылового; б – двукрылового; в – элеватора по двухлинейной схеме; г – элеватора с двумя линиями складов зерна; д – мельничного

Рисунок 23 – Схемы компоновок основных сооружений элеватора

При большой вместимости силосов сооружения размещают по двум параллельным линиям. Такая взаимная компоновка обеспечивает высокий коэффициент застройки территории.

Если элеватор сочетается с зерновыми складами, то сооружения размещают по нескольким параллельным линиям.

Допускается располагать силосные корпуса и механизированные склады продольной осью перпендикулярно к железнодорожным путям. У производственных элеваторов с одной стороны рабочего здания размещают силосные корпуса, а с противоположной — предприятие со складом готовой продукции. Такое размещение дает прямую транспортную связь элеватора с предприятием и приемными устройствами.

Базисно-перевалочные и портовые элеваторы komponуют по однокрылой схеме.

Приемно-отпускные устройства для автомобильного и железнодорожного транспорта располагают с разных сторон рабочего здания, причем надземные галереи должны иметь минимальную протяженность. На современных элеваторах приемные и отпускные устройства с железнодорожного и автомобильного транспорта соединяют надземными галереями с рабочим зданием.

Приемные и отпускные устройства для водного транспорта размещают в зависимости от расположения элеватора относительно водного причала. Эти устройства рекомендуется проектировать без береговых накопительных бункеров.

5.2 Рабочее здание и силосный корпус

Объемно-планировочные решения рабочих зданий определяются технологическими операциями с зерном (приемка, обработка, взвешивание, хранение и отпуск).

При разработке объемно-планировочных решений следует предусмотреть: последовательность размещения оборудования по разработанной технологической схеме; нормированные размеры проходов между машинами и конструкциями; правила

обслуживания машин; особенности конструкций сооружений, возводимых в скользящей опалубке; проемы в стенах или перекрытиях для подъема на этажи машин и оборудования (разрешается совмещать эти проемы с оконными).

Сборные рабочие башни применяют для хлебоприемных и производственных элеваторов. В рабочем здании зерно перемещается по одно- и двухступенчатой схемам.

Одноступенчатая схема характеризуется тем, что весы в рабочем здании расположены выше надсилосных конвейеров, поэтому взвешенное зерно может быть направлено сразу в силосы или на обработку. Такая схема отличается простотой, но имеет увеличенную высоту рабочего здания (60 м и более).

Двухступенчатая схема характеризуется тем, что весы размещают ниже надсилосных конвейеров и для подачи зерна в силосы или на обработку требуется дополнительный подъем. Это приводит к повышению расхода электроэнергии и увеличению капиталовложений.

Монолитные и сборные железобетонные элеваторы строят по одноступенчатой схеме.

Мельничный элеватор МС-3Х175 (рисунок 24) сборной конструкции, выполнен из сборных железобетонных элементов размером 3Х3 м. Оборудован тремя основными и тремя дополнительными нориями производительностью 175 т/ч. Основные нории подают зерно на весы, дополнительные — забирают зерно из-под поворотных труб и направляют его в силосы.

При выборе варианта объемно-планировочного решения элеватора рекомендуется накопительные бункера для зерна, поступающего с автомобильного транспорта, размещать в силосных корпусах или в рабочих зданиях. Причем, зерно надо подавать специализированными нориями.

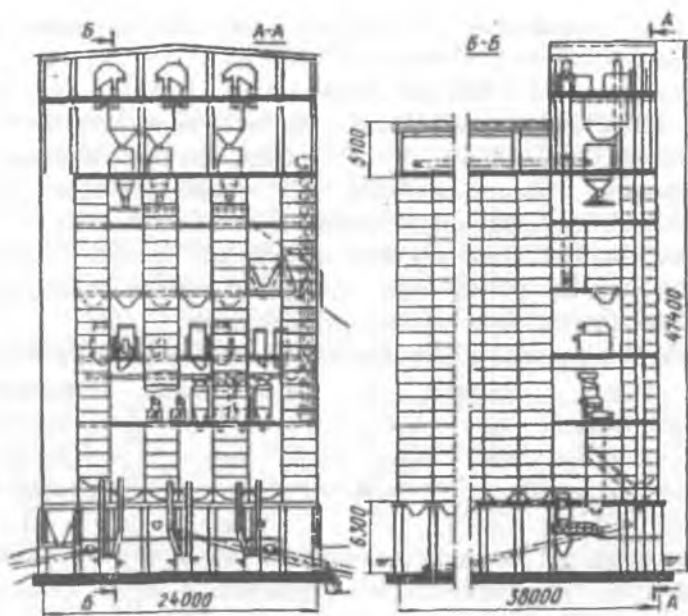


Рисунок 24 – Мельничный элеватор типа МС-3Х175

5.3 Компоновка зерносушилок

Там, где сушка является одной из основных операций, рекомендуется располагать зерносушилки на основных коммуникациях транспортирования зерна.

Открытые зерносушилки размещают у продольных стен силосных корпусов.

Вместимость оперативных досушильных и послесушильных бункеров следует предусматривать в размере, обеспечивающем бесперебойную работу зерносушилок в течение 8 ч.

На элеваторе предусмотрена установка двух дополнительных норий П-350 для подачи и рециркуляции зерна и П-100 для уборки просушенного зерна. Это зерно из сушилки направляется в норию П-100 с помощью ленточного конвейера. Топки размещают с противоположной стороны по отношению к силосному корпусу. Если устанавливают несколько зерносушилок, то рекомендуется

предпочные помещения объединять для концентрации мест обслуживания.

Зерносушилка У2-УЗБ-50 разработана ЦНИИ промзерно проектом. Как и РД, это отдельно стоящая цельнометаллическая двухсекционная (по 25 план, т/ч) сушилка, предназначенная для сушки крупных высоковлажных и сырых партий зерна продовольственного и кормового назначения.

Ее особенность.— цилиндрическая камера нагрева с тормозящими элементами из гирлянд пустотелых шаров и кольцеобразными подводящим и отводящим диффузорами.

Каждый из агрегатов зерносушилки включает цилиндрический бункер, камеру нагрева с кольцевым диффузором, теплообменник, две шахты, воздухораспределительную камеру и бесприводные выпускные устройства, установленные под каждой шахтой.

Шахты каждого аппарата совмещены и не имеют разделительной камеры. Оба аппарата обслуживаются одной топкой. В комплект сушилки входит рециркуляционная нория.

5.4 Обработка и хранение отходов

Обработку и контроль отходов проводят в рабочем здании элеватора. Контрольные сепараторы и триеры устанавливают на одном этаже с основными сепараторами.

Получаемые отходы от очистки зерна делятся на три категории: I категория — а) отходы с содержанием зерна от 30 до 50%; б) отходы с содержанием зерна от 10 до 30%; II категория — отходы с содержанием зерна от 2 до 10%; III категория — отходы с содержанием зерна не более 2% (сход с приемного сита, проход через подсеивное сито, аспирационная пыль и кукурузные обертки).

Разные категории отходов смешивать не разрешается. Отходы, получаемые из-под осадочных камер основных сепараторов, и проход с подсеивных сит поступают на контрольные сепараторы. Отходы с контрольных сепараторов направляют в отдельно стоящие металлические бункера. Их вместимость должна быть рассчитана не более чем на трое суток.

5.5 Компоновка самотечных труб

Проектах элеваторов на основных рабочих чертежах показывают самотечные трубы со всеми фасонными деталями (вводы, сектор, перекидные клапаны и др.).

Пример компоновки самотечных труб подсилосного этажа элеватора дан на рисунке 25. Элеватор имеет восемь рядов силосов и три подсилосных конвейера. Самотечные трубы скомпонованы так, что зерно из трех крайних силосов может поступать на боковые ленточные конвейеры, а из двух средних — на средний конвейер.

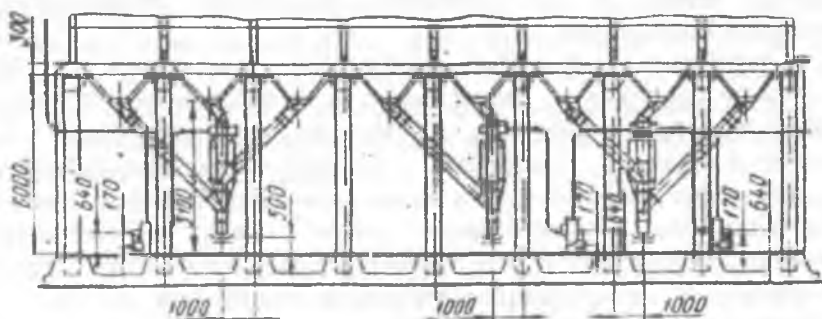


Рисунок 25 – Пример компоновки самотечных труб подсилосного этажа

Железобетонное днище силоса соединено с переходным патрубком, на котором закреплены самотечные трубы $\text{Ø } 300 \text{ мм}$. Перед приемным лотком установлены два одинарных ввода для боковых самотечных труб и один одинарный ввод для средних. Для обеспечения угла наклона самотечных труб 45° и учитывая используемое транспортное оборудование высота подсилосного этажа выбрана 6 м. Если ленту поднимают в начале силосного корпуса, то подсилосные воронки поднимают вверх для обеспечения необходимого угла наклона самотечной трубы при подаче зерна на конвейер.

5.6 Приемно – отпускные устройства элеваторов

Приемно – отпускные устройства на автомобильный транспорт. Приемка зерна с автомобильного транспорта является одной из основных операций. Объем погрузочно-разгрузочных работ на элеваторе, связанных с погрузкой и разгрузкой автомобильного и железнодорожного транспорта, составляет более 60%, поэтому к приемным устройствам предъявляются большие требования.

Оперативная работа приемных устройств зависит от: а) темпов поступления зерна и типов автомобилей; б) числа разнородных партий зерна и их качества; в) типов установленных автомобилеразгрузчиков.

Современное приемное устройство представляет собой отдельное сооружение, размещенное на некотором расстоянии от рабочего здания элеватора, и включает: универсальный автомобилеразгрузчик, приемный бункер, специализированные транспортные механизмы (для приемки) и накопительные бункера, обеспечивающие формирование партий зерна. Накопительные бункера обеспечивают приемку и формирование нескольких партий и повышают использование основных норий. На рисунке 26 представлено приемное устройство с применением двух типов автомобилеразгрузчиков. Отгрузка зерна на автомобильный транспорт является, как правило, небольшой операцией по объему и производится из отсеков (20 т), размещенных в верхней части силосного корпуса. Зерно по самотечным трубам направляют в автомобиль и взвешивают на автомобильных весах.

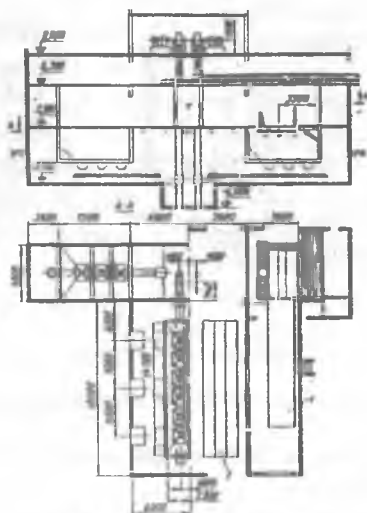
Приемно-отпускные устройства на железнодорожный транспорт. Приемные устройства с железнодорожного транспорта строят в виде отдельных сооружений, которые размещают на некотором расстоянии от рабочего здания элеватора, и включают вагоноразгрузчик, приемный бункер мелкого заложения или полного профиля и горизонтальный приемный конвейер.

Тип вагоноразгрузчика выбирают в зависимости от количества поступления вагонов и вагонооборота. Наиболее прогрессивными вагоноразгрузчиками являются ВРГ, ВГК и установки инерционного действия ЦНИИ МПС (ИРМ). Для разгрузки всех типов вагонов, включая вагоны-зерновозы, предусматривают строительство универсальных приемных устройств. Увеличение

парка вагонов — зерновозов требует реконструкции приемных устройств с установкой транспортного оборудования производительностью 175...350 т/ч.

На рисунке 27 показаны приемные устройства с бункерами полного профиля. Такие приемные устройства имеют короткую линию передачи зерна, требуют установки меньшего числа электродвигателей. Недостаток таких устройств — большое заглубление приемных бункеров (6...7,5 м), что приводит к большим капитальным затратам.

Зерно в вагоны грузят, как правило, на двух путях. Зерно на погрузку подают из накопительных бункеров, размещенных или в рабочем здании, или в силосном корпусе. Для сокращения времени на вспомогательные операции, при погрузке зерна в вагоны на первом пути, на втором пути готовят вагон и вводят погрузочные трубы. В некоторых случаях приходится загружать зерно в вагоны через боковые люки и дверной проем. В этом случае применяют разбрызгиватели типа ШВЗ, УВЗ и др.

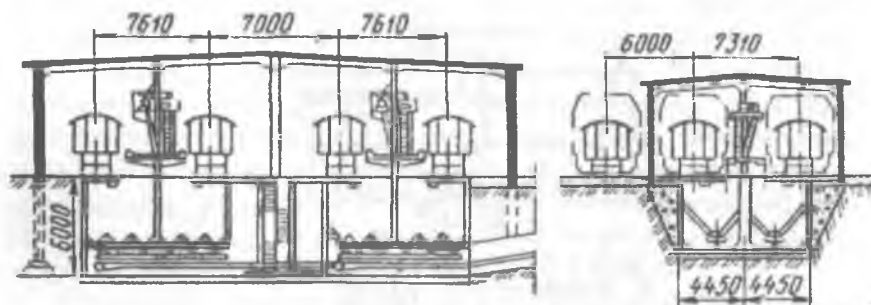


1 — У15-УРВС; 2 — АВС-50.

Рисунок 26 - Приемное устройство с применением автомобилеразгрузчиков

Приемно-отпускные устройства на водный транспорт. Зерно с барж выгружают пневматическим или механическим способом. Пневматический способ наиболее производительный, требует минимальной затраты рабочей силы. При такой разгрузке расходуется большое количество электроэнергии.

Для выгрузки зерна пневматическим способом применяют стационарные, передвижные и плавучие пневматические установки. Стационарные пневматические установки оборудуют двумя и более разгрузителями, устанавливаемыми в башнях, размещенных вдоль причала. Зерно с разгрузителя подается конвейером в промежуточную башню или сразу на элеватор. На рисунке 28 дано приемное устройство с водного транспорта. Плавучие пневматические перегружатели имеют следующие преимущества по сравнению со стационарными: производительность и расход электроэнергии их не зависит от уровня воды, большая маневренность, оснащение высокопроизводительным оборудованием.



а — поперечного типа; б — продольного типа

Рисунок 27 — Приемные устройства с бункерами полного профиля

Передвижные приемные устройства монтируют на порталах, перемещающихся по рельсам.

В редких случаях применяют передвижные пневматические установки, производительность которых составляет не более 50 т/ч.

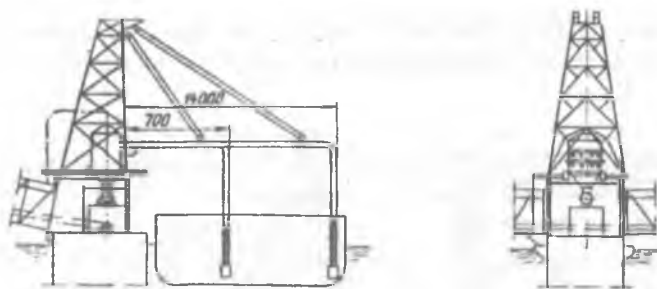


Рисунок 28 – Приемное устройство с водного транспорта.

При механическом способе выгрузки зерна используют нории и грейферные краны. Такой способ применяют на предприятиях с небольшим грузооборотом.

Отпускные устройства на водный транспорт делают как можно более мощными, независимыми от работы элеватора. В связи с этим предусматриваются промежуточные накопительные силосы, вместимость которых для отгрузки зерна на речные суда достигает 0,5... 1 тыс. т, а на морские — 3,0...4,0 тыс. т.

Отпускные устройства должны иметь достаточную протяженность фронта погрузки для обеспечения равномерной и одновременной подачи зерна во все трюмы судна. Для этого устанавливают галереи параллельно причалам с несколькими отпускными транспортерами и трубами. Транспортеры снабжают разгрузочными тележками, которые дают возможность подавать зерно в воронки всех отпускных труб. Эти трубы должны поворачиваться в вертикальной и горизонтальной плоскостях, а также быть телескопическими. Расстояние между соседними отпускными трубами составляет 20...25 м, высота — 20...25 м. Трубами управляют с помощью электролебедок.

Отпускные устройства размещают вдоль берега, если, причальная линия на берегу имеет довольно большую длину, или на выносном пирсе, где возможна погрузка с двух сторон.

Второй вариант используют в морских портах. На рисунке 29 приведено отпускное устройство на водный транспорт. В некоторых случаях используют порталы, перемещающиеся по рельсам. Они

оборудуются поперечными выдвжными конвейерами, имеющими на конце вертикальную телескопическую трубу с зернометателем.

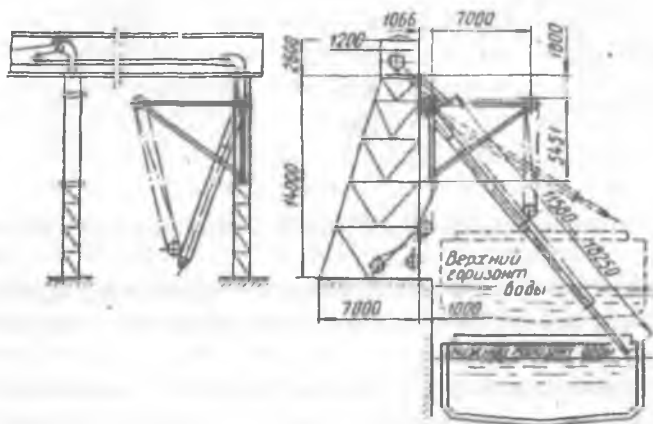


Рисунок 29 – Отпускное устройство на водный транспорт

6 ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ. АВТОМАТИЗАЦИЯ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ

6.1 Характеристика производственных помещений зернохранилищ в соответствии с правилами устройства электроустановок

Электротехническая часть зернохранилищ включает:

- а) электроснабжение;
- б) силовое электрооборудование;
- в) искусственное освещение;
- г) заземление и защиту от статического электричества;
- д) молниезащиту;
- е) светоограждение;
- ж) дистанционное автоматизированное управление и автоблокировку электродвигателей;
- з) производственную и аварийную световую и звуковую сигнализацию; и) дистанционное измерение температуры зерна.

Основными приемниками электрической энергии на предприятиях являются двигатели (силовая нагрузка) и освещение.

В соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) производственные помещения делят на: а) сухие — с относительной влажностью не более 60 %; б) влажные — от 61 до 75 %; в) сырые — более 75 %; г) особо сырые — близко к 100 %; д) жаркие — с температурой более 30 °С; е) пыльные, в которых при производстве продукции выделяется технологическая пыль, проникающая внутрь машин, аппаратов и т.п.

В отношении поражения людей электрическим током ПУЭ разделяют помещения:

с повышенной опасностью (склады хранения, ремонтно-механические мастерские, вентиляционные камеры и др.), характеризующиеся наличием одного из следующих условий: сырости, проводящей пыли, токопроводящих полов, высокой температуры (более 30 °С);

особо опасные (зерноочистительные отделения элеваторов и др.), характеризующиеся наличием одного из следующих условий: особой сырости, химически активной среды, двух или более условий повышенной опасности;

без повышенной опасности (лаборатории, административные, служебно – бытовые и другие помещения, имеющие деревянные, асфальтовые, керамические полы, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную и особую опасность.

Взрывоопасные помещения разделяют (ПУЭ) по классам:

В-I, в которых выделяются горючие газы или пары в таком количестве и обладающие такими свойствами, что они могут образовывать с воздухом или другими окислителями взрывоопасные смеси при нормальных недлительных работах;

В-Ia, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих паров или газов с воздухом или другими окислителями не образуются, а возможны только в результате аварии или неисправностей;

В-Iб, то же, что и В-Ia, имеющие высокий нижний предел взрываемости (15% и более);

В-II, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна, обладающие такими свойствами, что они способны образовывать с воздухом или другими окислителями взрывоопасные смеси при нормальных недлительных режимах работы;

В-IIa, в которых опасные состояния, указанные для помещений класса fill, не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

Пожароопасные помещения разделяют (ПУЭ) по следующим классам: П-1, в которых применяют или хранят горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 45 °С;

П-II, в которых выделяются горючая пыль или волокна, переходящие во взвешенное состояние.

Производственное помещение элеватора относят к пожароопасному классу П-Н. По надежности электроснабжения основные электроприемники элеватора относятся в основном ко второй и частично к третьей категориям.

6.2 Потребная мощность зернохранилищ

Электроснабжение проектируемых сооружений элеватора, как правило, осуществляют от высоковольтных сетей напряжением 6 (10) кВ.

Потребную общую мощность $P_{\text{потр}}$ (кВт) всех токоприемников определяют по формуле

$$P_{\text{потр}} = P_{\text{уст}} K_{\text{сп}}, \quad (61)$$

где $P_{\text{уст}}$ — установленная мощность всех токоприемников, кВт;
 $K_{\text{сп}}$ — коэффициент спроса.

Коэффициент спроса может быть определен при помощи графика суточной работы элеватора с учетом работы электродвигателей аспирационных сетей и других механизмов.

Общую установленную мощность и потребную мощность по отдельным поточным линиям и производственным цехам рассчитывают в соответствии с таблицей 28. Потребную мощность на шинах трансформаторной подстанции находят:

активная мощность (кВт)

$$P_{\text{потр}} = PK_{\text{сп}}, \quad (62)$$

реактивная мощность (квар)

$$P_{\text{потр}, p} = P_{\text{потр}} \operatorname{tg} \varphi, \quad (63)$$

кажущаяся мощность (кВ.А)

$$P_{\text{каж}} = \frac{P_{\text{потр}}}{\cos \varphi}, \quad (64)$$

Например, по данным расчета, для хлебоприемного элеватора вместимостью 75 тыс. т потребная мощность на стороне 0,4/0,23 кВ проектируемой подстанции составит: активная — 1687 кВт, реактивная — 575 квар, кажущаяся — 1790 кВ · А при коэффициенте мощности 0,95 ($\operatorname{tg} \varphi = 0,3$).

Таблица 28 – Подсчет мощности на шинах трансформаторной подстанции

Наименование	Установленная мощность, кВт	Коэффициент спроса	$\cos \varphi$	$\operatorname{tg} \varphi$	Потребная мощность на шинах			Примечание
					кВт	квар	кВ · А	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Для компенсации реактивной мощности до $\text{tg}\varphi = 0,3$ ($\cos\varphi = 0,95$) устанавливают в помещении комплектной трансформаторной подстанции (КТП) статические конденсаторы (380 В, мощность 900 квар) комплексного конденсаторного устройства УК-0,38-450НУЗ с автоматическим включением и отключением части батарей в часы максимального и минимального потребления реактивной мощности при помощи командного блока БК-Аркон в зависимости от уровня напряжения сети или загрузки трансформаторов.

Напряжение силовой сети предусматривают 380/220 В с глухозаземленной нейтралью. Электродвигатели устанавливают в закрытом обдуваемом исполнении, с короткозамкнутым ротором, единой серии АО2...УП, 4А...УП, с пылезащищенными коробками выводов. Защиту электродвигателей и сети от короткого замыкания и перегрузки осуществляют соответственно автоматическими выключателями и тепловыми реле магнитных пускателей установленными на панелях с блоками управления в изолированных от производства и защищенных от пыли электротехнических помещениях.

Около электродвигателей предусматривают индивидуальные и групповые кнопочные станции или пакетные выключатели для их местного управления или аварийной остановки. Силовую распределительную сеть к электродвигателям выполняют небронированными кабелями с полихлорвиниловой (ПХВ) изоляцией и оболочкой, прокладываемыми на кабельных каналах. В местах возможных механических повреждений проводку выполняют в стальных трубах.

Напряжение сети рабочего и аварийного освещения принимают равным 380/220 В, а сети ремонтного освещения — 24 В переменного тока. Освещенность на рабочих местах и основных проходах должна соответствовать ведомственным нормам Министерства заготовок. Рабочее и аварийное освещение включают одновременно. При нарушении рабочего освещения аварийное должно обеспечивать минимальную освещенность в основных проходах для эвакуации людей. В производственных помещениях устанавливают пыленепроницаемые светильники, а во вспомогательных — светильники для нормальных помещений.

Для ремонтного освещения применяют переносные взрывозащищенные светильники с лампами накаливания,

включаемые в сеть напряжением 24 В через штепсельные розетки. Управление и защиту групповой осветительной сети выполняют автоматическими выключателями, установленными на осветительных щитках. Защиту питающей электросети от КТП до осветительных щитков предусматривают автоматическими выключателями. Групповую распределительную сеть рабочего и аварийного освещения выполняют небронированным кабелем с ПВХ изоляцией и оболочкой, проложенным открыто на кабельных металлоконструкциях и частично на тросах. Расчетные данные сети рабочего и аварийного освещения, необходимая освещенность, число и мощность ламп, тип светильников сводят в таблице 29.

Таблица 29 – Основные показатели искусственного освещения для рабочего здания, силосных корпусов, приемно-отпускных устройств, диспетчерской, трансформаторной подстанции, распределительных пунктов

Помещение	Площадь, м ²	Удельная мощность, Вт/м ²	Норма освещенности, лк	Потребная мощность, Вт	Тип светильников	Число и мощность ламп (Вт) освещения		Число		Примечание
						рабо-чего	ава-рийного	Вык-лю-чате-лей	штеп-селей	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Заземление и защиту от статического электричества всего электрооборудования и средств ДАУ осуществляют:

высоковольтное оборудование и щиты КТП, распределительные силовые и релейные панели, пульты управления, щиты сигнализации, щитки осветительные и групповые, кнопочные станции и электродвигатели при помощи полосовой стали 20x 4 мм;

корпуса светильников присоединением к нулевому проводу (жиле) осветительной группы;

стальные несущие тросы для прокладки кабелей заземлением с двух сторон при помощи полосовой стали;

стальные трубы, лотки и другие металлоконструкции, на которых прокладывают провода и кабели, должны иметь непрерывное заземление при помощи полосовой стали и стальных тросиков.

По молниезащитным мероприятиям, согласно СИ 305-77, рабочее здание элеватора относят к третьей категории. На элеваторе предусматривают защиту от прямых ударов молнии и заноса высоких потенциалов через наземные коммуникации и сооружения. На крыше здания укладывают молниеприемную сетку, которую при помощи стальных токоотводов присоединяют к наружному контуру заземления. Импульсное сопротивление устройства заземления молниезащиты должно быть не более 20 Ом.

Проектом предусматривают светоограждение элеватора, являющегося препятствием для самолетов, необходимость которого определяют при привязке. По надежности электроснабжения светоограждение относят к первой категории. Два светильника в каждой точке питают от независимых фидеров. Включают светоограждение автоматически от фотореле или дистанционно со щитка.

6.3 Система диспетчерского автоматизированного управления

Современный элеватор представляет собой комплекс высокомеханизированных технологических линий, на котором все работы, связанные с приемкой, улучшением зерна, его хранением и отпуском, полностью механизированы. В силу этого за обслуживающим персоналом остаются функции настройки производственного процесса, управления, контроля за хранящимся зерном.

В технологическом процессе на элеваторе все машины и механизмы объединены в так называемые маршруты, которые создают из групп машин, механизмов и приборов, обеспечивающих перемещение зерна из одного силоса в другой, а также из аспирационного оборудования, служащего для обеспыливания транспортных машин и силосов при перемещении зерна. Началом маршрута обычно считают задвижку под опорожняемым силосом, окончанием — верхний измерительный преобразователь (датчик) заполняемого силоса.

В отличие от других предприятий (мукомольные заводы, хлебозаводы) на элеваторе наблюдается большая смена технологических и транспортных операций. Даже в пределах одной операции часто приходится перестраивать схему движения зерна

(например, при приемке зерна с автомобильного транспорта). При этом должна быть обеспечена сохранность качества зерна и устранена возможность его смешивания. Максимальное использование производственной мощности технологических линий и оперативной возможности элеватора во многом зависит от времени, затрачиваемого на перестройку маршрута, устойчивой работы машин и автоматического выключения их при аварии или неправильной настройке маршрута движения зерна.

Все это дает основание рассматривать централизацию оперативного управления и контроля производственным процессом как средство, обеспечивающее нормальную работу элеватора путем внедрения средств автоматизации и организации диспетчерского управления всеми операциями с частичной или полной автоматизацией отдельных процессов.

Между диспетчером и рабочими элеватора предусматривают надежно работающую связь — телефонную или селекторную с громкоговорителями. В зависимости от вида связи, участия диспетчера и обслуживающего персонала в работе элеватора диспетчерское управление выполняют по различным схемам.

С переводом на индивидуальный привод всего оборудования элеватора начали переход сначала к дистанционному, затем к диспетчерскому и, наконец, к диспетчерскому автоматизированному управлению.

При дистанционном управлении (рисунок 30а) электродвигатели пускают при помощи магнитного пускателя, кнопки которых находятся на небольшом расстоянии. Диспетчер в этом случае руководит работой, ведет учет производственных операции по перемещению зерна, следит за загрузкой основных машин. Дистанционное оперативное руководство осуществляют при помощи телефонной или двухсторонней громкоговорящей связи. Автоблокировка транспортных машин отсутствует. Впоследствии на вновь строящихся мельничных элеваторах монтировали системы диспетчерского управления (ДУ), которые предусматривали помимо телефонной и двухсторонней громкоговорящей связи: дистанционный пуск транспортных и аспирационных машин элеватора (кроме сепараторов и вентиляторов зерносушилки) с одного центрального пульта; дистанционный контроль за работой машин и положением перекидных клапанов,

задвижек, повторных труб, загрузочных тележек при помощи сигнальных ламп, установленных на пульте; дистанционный контроль за заполнением оперативных бункеров в рабочем здании элеватора; автоблокировку электродвигателей машин.

При ДУ сокращается численность обслуживающего персонала, повышается оперативная возможность оборудования, достигается большая эффективность ведения технологического процесса на элеваторе. Обслуживающий персонал необходим на рабочих местах, где остаются механизмы с ручным приводом: перепускные клапаны, задвижки, разгрузочные тележки, поворотные трубы.

В настоящее время все строящиеся и реконструируемые элеваторы оборудуют системами диспетчерского автоматизированного управления (ДАУ, рисунок 30,б).

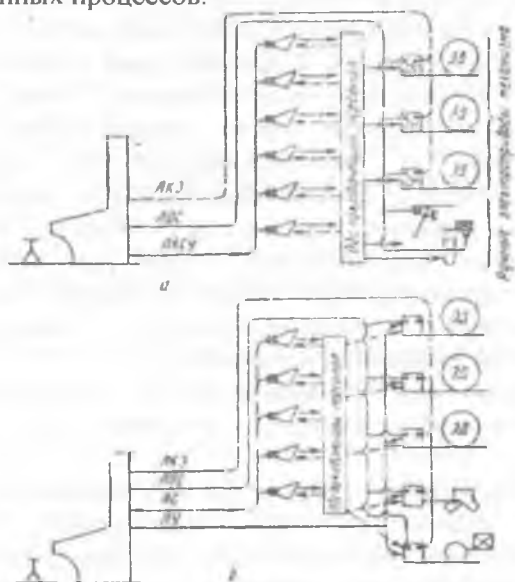
Система ДАУ кроме элементов диспетчерского управления предусматривает централизованное управление не только электродвигателями транспортных машин и аспирации, но и механизмами настройки схемы движения зерна (задвижки, перекидные клапаны, разгрузочные тележки, поворотные трубы), а также развернутую схему противоаварийной (противозавальной) автоблокировки. Машинами и механизмами элеватора управляет диспетчер с пульта, расположенного в отдельном помещении.

Пульт управления представляет собой устройство, при помощи которого диспетчер средствами автоматики и связи осуществляет автоматизированное управление производственными процессами и получает необходимую информацию о ходе процесса.

Пульты управления бывают местными, находящимися непосредственно около обслуживаемого объекта, и дистанционными, с которых на обслуживаемые объекты воздействуют на большом расстоянии при помощи элементов автоматики.

В большинстве случаев вся аппаратура пульта управления, где сосредоточены связь, сигнализация, контроль и управление, размещена на диспетчерском столе и контрольном вертикальном диспетчерском щите сигнализации. На диспетчерском столе устанавливают телефоны, микрофоны, громкоговорители, поисковые и вызывные кнопки, ключи управления; на диспетчерском щите сигнализации — измерительные приборы,

визуальные и световые сигнальные указатели мнемонических схем производственных процессов.



а — дистанционная; б — дистанционно-автоматизированная; ЛКСУ — линия командной связи управления; ЛОС — линия отпета сигнализации; ЛКЗ — линия контроля загрузки; ЛУ — линия управления; ЛС — линия связи

Рисунок 30 — Схемы диспетчерского управления работой элеватора

Систему ДАУ элеватора, как правило, оборудуют пультами единой конструкции, включающей диспетчерский стол и щит сигнализации. На вертикальной панели щита сигнализации изображена мнемоническая схема с символами (и вмонтированными в них сигнальными лампами) машин и механизмов, установленных в элеваторе. Положение клапанов, задвижек, работа электродвигателей и заполнение бункеров фиксируются загоранием сигнальных ламп.

Цвета стеклянных колпачков сигнальных ламп соответствуют следующим обозначениям: зеленый — положению задвижек клапанов, разгрузочных тележек и поворотных труб; молочный — работе электродвигателей машин; красный — верхнему уровню

зерна в бункерах, а также сигналу аварий; желтый — среднему и нижнему уровням зерна в бункерах, предупреждению.

В верхней части щита расположены амперметры, включенные в сеть электродвигателей норий и показывающие степень их загрузки, следовательно, и загрузки технологических линий, в которых работают нории. В боковых частях панелей щита расположены символы силосов с вмонтированными в них лампами, сигнализирующими об открытии подсилосных задвижек (слева) и о положении передвижных надсилосных тележек (справа). На наклонной панели диспетчерского стола расположены кнопки управления электродвигателями машин и механизмов элеватора и кнопки включения предупредительной сигнализации о дистанционном пуске машин и механизмов.

Пульт управления в комплексе с логической частью обеспечивает связанную систему управления всеми процессами элеватора.

Автоматизированную систему централизованного контроля и управления технологическими процессами (АСЦКУТП) производства на предприятиях отрасли хлебопродуктов разработал ГосНИИСибПЗП. Система построена на базе микропроцессорной техники управления, включающей следующие основные узлы: центральный процессор, модуль ОЗУ и ПЗУ, модуль последовательного канала, модуль ввода-вывода цифровых сигналов, модуль управления силовыми цепями, модуль ввода-вывода аналоговых сигналов, блок отображения и ввода информации, блок питания.

Центральный процессор построен на серии КР-580 и является восьмиразрядной ЭВМ. Система имеет защиту от исчезновения питания (резервирование ОЗУ от потери информации) и защиту от произвольного сбоя в работе программы.

Основной крейт системы имеет 10 мест установки модулей в произвольном порядке, что позволяет создавать систему управления с требуемым количеством входных и выходных сигналов. При необходимости на базе АСЦКУТП можно строить системы управления, включающие произвольное количество систем с выходом на ЭВМ класса IBM PC и аналогичные.

С помощью АСЦКУТП можно решить следующие задачи:

- оперативный учет количества и качества зерна;
- оптимальное размещение зерна в хранилищах;

- управление маршрутами;
- управление дозированием и смешиванием;
- распечатка и отображение информации на дисплее о количестве и качестве принимаемого, отпускаемого и хранимого зерна на предприятиях;
- управление приемкой сырья и отпуском готовой продукции на автомобильный и железнодорожный транспорт;
- расчет рецептов.

Внедрение системы на объект на всех этапах производится без нарушения работы основного производства.

6.4 Устройства для дистанционного измерения температуры хранящегося зерна

В практике работы хлебоприемных предприятий приходится систематически измерять температуру хранящегося зерна. Зная начальные значения температуры в различных слоях зерновой насыпи при закладке на хранение, можно проанализировать ее изменения во времени и в случае необходимости осуществлять технологические операции по искусственному охлаждению зерна активным вентилированием или другими способами. Однако технолог должен иметь достоверную информацию о температурном поле зерновой насыпи. Поэтому применяемые средства контроля температуры должны обладать высокой чувствительностью и малой погрешностью измерения.

Для измерения температуры зерна в зерновой насыпи относительно небольшой высоты (4...5 м) обычно используют термоштанги. При их погружении на такую глубину требуются большие усилия визировщиков, лаборантов и значительные потери времени.

При большой высоте насыпи зерна в складах с наклонными полами и в силосах элеваторов применение термоштанги позволяет измерить температуру только верхних слоев и нет возможности определить температурное состояние зерна, находящегося в средней и нижней частях этих сооружений. В этих случаях используют специальные системы, основанные на дистанционном измерении температуры зерна электрическим методом. Системы состоят из измерительных преобразователей (ИП) температуры, вторичных приборов, схем управления и элементов связи. В качестве ИП температуры применяют

низкоомные терморезисторы, а в качестве вторичных приборов — лагометры либо уравновешенные мосты.

При измерении температуры зерна в силосе переносным измерительным прибором, т.е. непосредственным подключением вторичного прибора к термоподвеске, получается простейшая система. Если вторичный прибор удален от термоподвесок на большое расстояние (установлен на пульте), измерять температуру можно при помощи вспомогательной релейной аппаратуры (релейного шкафа), обеспечивающей выбор необходимого ИП и подключение его к вторичному- прибору. В этом случае систему измерения называют дистанционной (ДКТ).

Для контроля температуры зерна в силосах элеваторов применяют системы дистанционного контроля ДКТЭ-4М, ДКТЭ-4МГ и системы дистанционного автоматического контроля М-5 и МАРС- 1500. В складах для зерна и на площадках используют переносные термошупы ТЩ, ТМЩ-11, ИТЭ-1.

Система ДКТЭ-4М позволяет контролировать большое число термоподвесок. В ней установлены переключатели силосных корпусов и переключатель номеров релейных шкафов, к которым группами подводят линии, идущие от термоподвесок. При пользовании системой ДКТЭ-4М переключателями включают необходимую термоподвеску и затем кнопками подключают лагометры к соответствующим термометрам. На сигнальном табло при помощи загоревшейся лампочки устанавливают номер выбранного шкафа и термоподвески.

Система ДКТЭ-4МГ более совершенна, чем система ДКТЭ-4М, и отличается конструкцией пульта, релейного шкафа, схемой измерения и типом реле, применяемых в цепях управления и измерения. Эта система может обслуживать до 12 силосных корпусов. Оптимальный режим, при котором обеспечивается вероятность безотказной работы, — шесть силосных корпусов.

Рассмотренным системам дистанционного контроля температуры зерна в силосах присущ один общий недостаток: все измерения производит оператор, который затрачивает много времени для измерений и записи их в журнал.

Система ДАКТ (дистанционный автоматический контроль температуры) обеспечивает автоматическое подключение ИП к вторичным приборам и регистрацию температуры. Система ДАКТ не требует постоянного присутствия оператора, температура измеряется

автоматически во всех точках с записью на бумажной ленте. Если в какой-либо точке температура превышает нормальную, то автоматически записываются эти показания и выдается аварийный сигнал.

Первой такой системой была БВЗ, разработанная специалистами монтажно-наладочного управления треста Спецэлеватормонтаж.

Широкое распространение получила система ДАКТ с машиной МАРС-1500, обеспечивающая контроль температуры зерна от -30 до +50 °С.

Система может работать в автоматическом режиме обегания ИП либо в режиме вызова ИП одной термоподвески. Система включается в работу автоматически от контакта часов, установленных на пульте, или оператором пусковой кнопки.

В машине МАРС-1500 предусмотрен электрический календарь, который переключается от часов и выдает импульсы на регистратор отклонений для напечатания даты.

В складах термометрические установки не нашли широкого применения из-за конструктивных недостатков термоподвесок, особенно их крепления. При загрузке склада термоподвески как бы всплывают, а при опорожнении мешают работе передвижной механизации.

В настоящее время применяют зерновые электротермометры ЭТЗ-58 и в несколько большей степени измерительные комплекты ДКТТ-1. Измерительный комплект ДКТТ-1 предназначен для дистанционного измерения температуры зерна, хранящегося в складах и на площадках (в бунтах). Комплект состоит из электрического термощупа ТМЩ-II и переносного измерительного прибора ПИП-2Щ. Диапазон измерения температуры от 0 до 50 °С.

6.4.1 Техничко - экономическая эффективность систем дистанционного управления

Для определения экономической эффективности различных систем дистанционного управления необходимо сопоставить материальные затраты с преимуществами и экономией, которые дает автоматизация производственных процессов на элеваторе.

Оснащение современных элеваторов системами автоматизированного управления обеспечивает:

улучшение условий труда и сокращение числа обслуживающего персонала, в частности таких специальностей, как мотористы головок норий, транспортерщики и т.д.;

снижение затрат электроэнергии;

сокращение затрат на ремонт оборудования, увеличение общего срока его службы; улучшение оперативных возможностей, выражающихся в ускоренной обработке транспортных средств (разгрузка автомобильного транспорта и вагонов, погрузка вагонов), повышение эффективности использования основного оборудования элеватора;

уменьшение возможности смешивания зерна различных партий: круг работников, по вине которых может произойти такая ошибка, ограничивается квалифицированными специалистами лаборатории и диспетчерами-операторами;

улучшение работы по созданию помольных партий на мельничных элеваторах;

создание возможностей для лучшей организации работ, повышение производительности труда и увеличение грузооборота элеватора.

Для определения экономической эффективности автоматизации находят размер дополнительных капитальных вложений, необходимых для внедрения автоматизации. Затем рассчитывают экономию от снижения себестоимости вырабатываемой продукции или издержек обращения.

Экономию от снижения себестоимости \mathcal{E}_c вырабатываемой продукции определяют по формуле

$$\mathcal{E}_c = C_1 - C_2 = (C_1' - C_2') B, \quad (65)$$

где C_1 и C_2 — себестоимость продукции до внедрения и после внедрения автоматизации;

C_1' и C_2' — себестоимость единицы продукции до внедрения и после внедрения автоматизации;

B — годовой объем выпуска продукции.

$$\mathcal{E}_u = (I_1 - I_2) K, \quad (66)$$

где I_1 и I_2 — затраты на 1 т общего комплексного грузооборота до внедрения и после внедрения автоматизации;

K — объем общего комплексного грузооборота за год.

Срок окупаемости капитальных вложений $T_{ок}$ и соответствующий коэффициент экономической эффективности E составляет

$$T_{ок} = \frac{K_d}{\mathcal{E}} \text{ и } E = \frac{\mathcal{E}}{K_d} = \frac{1}{T_{ок}}, \quad (67)$$

где K_d — дополнительные капитальные вложения и затраты на внедрение автоматизации;

\mathcal{E} — экономия.

Срок окупаемости капитальных вложений и коэффициент экономической эффективности сравнивают с нормативными показателями. Если они соответствуют нормативным или выше таковых, автоматизацию рекомендуют к внедрению.

ЗЕРНОХРАНИЛИЩ

Экономическая часть проекта состоит из следующих разделов:

- технико – экономическое обоснование строительства хлебо-приемного элеватора;
- научная организация труда;
- расчет капитальных вложений на строительство;
- основные показатели деятельности проектируемого элеватора;
- экономическая эффективность проекта.

Разработка первого раздела должна предшествовать выполнению технических частей проекта. Раздел по научной организации производства и труда следует выполнять в процессе разработки технической части проекта с целью обеспечения оптимальных проектных решений. Необходимые капитальные вложения рассчитывают после разработки технических частей проекта и раздела по научной организации производства и труда. В завершение проекта разрабатывают технико-экономические показатели и рассчитывают экономическую эффективность строительства.

7.1 Технико – экономическое обоснование строительства и реконструкции действующего зернохранилища

В этом разделе должна быть дана экономико-географическая характеристика выбранного района строительства, определены валовые сборы зерна в районе строительства и обоснованы государственные ресурсы зерна, а также дана его качественная характеристика по влажности и засоренности.

Экономико-географическую характеристику района строительства составляют на основании материалов, собранных в местных организациях. При этом определяют важнейшие отрасли промышленности и сельского хозяйства, распределение земельной площади и сельскохозяйственных угодий по землепользованию и структуре посевных площадей. Наиболее существенно при определении района строительства — обоснование прикрепления отдельных хозяйств к проектируемому элеватору с учетом кратчайших расстояний, наличия и состояния подъездных дорог.

При обосновании объема зерна, поступающего на элеватор, необходимо определить на перспективу посевные площади под зерновые культуры, урожайность, валовой сбор и объем заготовок по каждому хозяйству, тяготеющему к данному элеватору. Количество зерна, поступающего на элеватор, приводят в физических тоннах. Одновременно с объемом заготавливаемого зерна прогнозируют и его качество. После определения объемов зерна следует рассчитать вместимость элеватора, обосновать необходимость строительства зерносушильной мощности и исходную базу для расчета приемных устройств.

Для принятия обоснованного решения о строительстве элеватора соответствующей вместимости составляют план годового грузооборота, при помощи которого определяют максимальный остаток зерна и потребность во вместимости силосов для хранения этого зерна. При составлении плана грузооборота требуется учитывать следующие факторы:

- сроки созревания отдельных зерновых культур в зоне расположения элеватора;

- поступление зерна из хозяйств автомобильным транспортом;

- прочие поступления зерна;

- все виды отпуска зерна;

- переходящие остатки зерна на элеваторе перед началом приемки от хозяйств зерна нового урожая.

Все данные о грузообороте элеватора (таблица 30) приводят в зачетной массе. Для этого поступление зерна в физической массе надо пересчитать в зачетную, используя соответствующие коэффициенты (таблица 1).

Таблица 30 – Данные о грузообороте

Месяц	Остаток на начало месяца, т	Приемка зерна, т		Отпуск зерна, т			Остаток на конец месяца
		по заготовкам	прочие поступления	на железнодорожный транспорт	на автомобильный транспорт	на предприятие	
1	2	3	4	5	6	7	8

7.2 Научная организация производства и труда

Данный раздел разрабатывают при проектировании технологической части проекта с учетом технико-экономического обоснования строительства. Параллельное выполнение технологической и организационной частей проекта позволяет своевременно оценить принятые проектные решения, внести в них соответствующие коррективы, обеспечивающие наибольшую экономическую эффективность производства, труда и производственно-хозяйственной деятельности в целом.

В разделе должны быть рассчитаны основные параметры работы предусмотренных проектом механизированных поточных линий, установлена возможность выполнения ими проектируемых объемов работ с зерном, рассчитаны нормативы обслуживания визировочной площадки. Кроме того, необходимо дать краткую характеристику содержания организации труда на основных рабочих местах в период массового поступления зерна.

В этом разделе приводят физические модели механизированных поточных линий, число и техническое оснащение которых предусмотрено технологической частью проекта; рассматривают вопросу специализации поточных линий с учетом качественной характеристики зерна, поступающего на элеватор.

По каждой поточной линии в зависимости от принятых вариантов организации технологического процесса рассчитывают следующие основные характеристики потока: часовую производительность поточной линии, производственные задания линии и отдельных, операций.

Сопоставляя производительность и производственное задание потока, определяют возможность выполнения установленного производственного задания и уточняют оборудование, которое необходимо иметь в работе на отдельных операциях механизированных поточных линий. При этом под установленным заданием понимают количество зерна, подлежащего обработке на отдельных операциях, определяемого по результатам технико-экономического обоснования.

По аналогии с операцией приемки зерна на основе расчетов экономического обоснования и технологических расчетов определяют производственные задания по отпуску зерна в различные виды транспорта и сравнивают их с

производительностью отпускных устройств.

Далее на основе опыта действующих предприятий описывают принятую в проекте организацию труда на основных операциях с зерном (приемке и отпуске), операциях определения качества зерна и его взвешивания, очистке и сушке, на основных видах погрузочно-разгрузочных работ. Описанию подлежат организация рабочих мест, собственно содержание и приемы труда, а также условия труда.

После этого рассчитывают нормы обслуживания контрольно-визировочной лаборатории и весового хозяйства, т.е. определяют численность лаборантов и весовщиков с учетом суточной и сменной неравномерности. Расчеты выполняют при наличии данных о продолжительности всех операций по обслуживанию одной машины, времени на подготовительно-заключительную работу, отдых и личные надобности с учетом передового производственного опыта.

Для установления численности персонала, обслуживающего механизированные поточные линии, и грузчиков на отдельных погрузочно-разгрузочных работах приводят действующие нормы обслуживания и нормы выработки (времени), которые затем используются при разработке плана по труду и заработной плате.

7.3 Расчет капиталовложений на строительство

В этом разделе определяют общую стоимость строительства элеватора, а также приводят расчет затрат, необходимых для приобретения и монтажа основного оборудования. Нормативы удельных капиталовложений и районные коэффициенты берут из справочных материалов.

Стоимость строительства проектируемого предприятия определяют по нормативам удельных капитальных вложений на 1 т вместимости в базисных ценах с учетом поправочных коэффициентов на район строительства. Нормативы удельных капитальных вложений по элеваторам разработаны в двух вариантах: в сборном и монолитном железобетоне.

Расчет капитальных вложений на строительство выполняют в такой последовательности:

по нормативам удельных капитальных вложений определяют общую стоимость проектируемого элеватора, для чего указанный норматив умножают на вместимость;

исходя из типовой структуры капитальных вложений, устанавливают объемы строительных и монтажных работ;

находят суммарное изменение стоимости капитальных вложений по индивидуальным проектным решениям (\pm);

суммированием этих двух величин устанавливают общую стоимость строительства элеватора по данному проекту.

После этого, используя специальные коэффициенты, делают пересчет стоимости капиталовложений на район строительства.

Затраты на приобретение оборудования складываются из следующих элементов:

стоимости оборудования по оптовым ценам из прейскурантов; транспортных расходов;

расходов на запасные части (5% от стоимости оборудования по оптовым ценам);

расходов по комплектации (по КИП 1%, для прочего оборудования 0,7% от стоимости оборудования по оптовым ценам);

затрат на тару и упаковку (4% от стоимости оборудования по оптовым ценам) и расходов на запасные части;

заготовительно-складских расходов (1,2% от стоимости оборудования по оптовым ценам, стоимости запасных частей, затрат по таре и упаковке, расходов на транспорт);

наценки снабженческо-сбытовых организаций (в размере до 6—7% в таком же порядке, что и заготовительно-складские расходы).

Стоимость монтажных работ определяют для технологического оборудования по ценникам «Оборудование зернохранилищ и предприятий по переработке зерна», «Подъемно-транспортное оборудование», «Приборы и средства автоматизации». Плановые накопления определяют в размере 6% от стоимости монтажных работ.

7.4 Основные показатели деятельности проектируемого элеватора

На основании результатов разработки предыдущих разделов выполняют расчеты объемов основных операций, численности и фонда заработной платы персонала хлебоприемной сети, издержек обращения, прибыли и рентабельности производства. Результаты расчетов используют для определения экономической эффективности проекта.

Расчет объемов основных операций сводится к определению объема складской приемки, складского отпуска, хранения, очистки, активного вентилирования и сушки зерна. Проектируемый объем зерносушения устанавливают в плановых тоннах, исходя из прогнозируемого для района обоснования соотношений поступления сырого, влажного и сухого зерна с учетом средних (за 3...4 последних года) показателей его влажности.

Обработку зерна планируют, как правило, по двум основным операциям: очистка в сепараторах и вентилирование. В отдельных случаях в зависимости от конкретных показателей засоренности (например, при значительной засоренности куколом или овсюгом) можно устанавливать объем очистки в триерах. При планировании очистки зерна в сепараторах необходимо руководствоваться следующим: зерно засоренностью до 3% подвергают однократной очистке; от 3 до 5% — двукратной; более 5% — трехкратной очистке. Объемы работ по активному вентилированию определяют из расчета 100% обработки всего поступившего от хлебосдатчиков зерна.

Расчет комплексного и общего комплексного грузооборота сводят в таблицу 31. Коэффициенты пересчета в плановые тонны комплексного и общего комплексного грузооборота следующие:

Приемка зерна	0,5
Отпуск зерна	0,5
Хранение	0,2
Комплексный грузооборот	1,0
Очистка в сепараторах	0,6
Вентилирование	0,2
Обработка (в целом) зерна	0,3
Сушка зерна	0,75

Таблица 31 – Расчет комплексного и общего комплексного грузооборота элеватора

Наименование операции	Приемка		Отпуск		Хранение		Комплексный грузооборот, тыс. т		
	тыс. физ. т	тыс. т комплексного грузооборота	тыс. физ. т	тыс. т комплексного грузооборота	тыс. физ. т	тыс. т комплексного грузооборота	итого (графы 3+5+7)	в пересчете на общий комплексный грузооборот	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Коэффициенты пересчета									
Элеватор E=... тыс.т									
Наименование операции	Очистка в сепараторах		Вентиляция		Итого обработка зерна		Сушка зерна		Общий комплексный грузооборот, тыс. т (графы 9+15+17)
	тыс. физ. т	тыс. пл. т	тыс. физ. т	тыс. пл. т	тыс. физ. т (графы 11+13)	тыс. т общего комплексного грузооборота	тыс. пл. т	тыс. т общего комплексного грузооборота	
1	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Коэффициенты пересчета									
Элеватор E=... тыс.т									

При расчете численности персонала и фонда заработной платы предварительно обосновывают группу по оплате ИТР и служащих. Персонал линейного элеватора включает:

основной, в том числе административно-управленческий, приемно-складской, лабораторный; на зерносушилках; на обработке зерна;

на приемке зерна с автомобильного транспорта; на прочих работах технической базы; на погрузочно-разгрузочных работах.

На основе справочных материалов определяют численность и фонд заработной платы персонала элеватора. Расчеты выполняют по форме, приведенной в таблице 32. При этом средний размер премий рабочим из фонда оплаты труда принимают равным 40...60 %.

Расчет численности и фонда заработной платы на погрузочно-разгрузочных работах выполняют в соответствии с таблицей 33.

Расчет проводят по операции "Погрузка зерна в железнодорожные вагоны". Объем работ в физических тоннах принимают по расчету объема основных операций. Норма времени для элеватора на отдельной площадке составляет 0,0609 ч на 1 т.. Годовой фонд рабочего времени одного грузчика в расчетах принимают равным 1920 ч, поправочный коэффициент на неравномерность работ 1,2.

Техника расчета сводится к следующему. Объем работ в физических тоннах умножают на норму времени. От полученных затрат времени (ч) 15 % составляют дополнительные затраты времени на выполнение работ в зимнее время и вспомогательно - подсобные нужды. Суммарные затраты времени делят на годовой фонд рабочего времени грузчика и умножают на коэффициент 1,2.

При определении издержек обращения предварительно выполняют следующие вспомогательные расчеты:

- а) амортизационных отчислений;
- б) стоимости топлива для сушки зерна;
- в) стоимости электроэнергии по отдельным операциям.

Амортизационные отчисления (таблица 34) рассчитывают по нормам амортизации, установленным в процентах от стоимости основных фондов. В расчетах рекомендуется использовать следующие средние нормы амортизационных отчислений:

Норма, %	
На строительные работы	2,6
На оборудование и монтаж	10,2
На прочие затраты	4,7 ... 3,8

В расчетах стоимости топлива (таблица 35) рекомендуется принимать норму расхода топлива, равную 8,4 кг тракторного керосина на 1 пл. т сушки.

В зависимости от конкретных условий проектирования с учетом дополнительных материалов данный расчет может быть проведен по другим прогрессивным нормам расхода и видам топлива.

Стоимость электроэнергии на выполнение основных операций (таблица 36) рассчитывают с учетом удельных норм расходов электроэнергии по отдельным операциям.

Удельные нормы расхода электроэнергии по отдельным операциям с зерном принимают:

Операция	Удельный расход кВт • ч/т
Приемка зерна с автомобильного транспорта (без ворохоочистителя)	0,91
Приемка зерна с железнодорожного транспорта	0,88
Сушка зерна	3,69
Очистка зерна в сепараторах в потоке:	
подача	0,28
очистка	0,80
уборка	0,39
Очистка зерна не в потоке:	
подача	0,39
очистка в сепараторах	0,80
очистка в триерах	0,94
уборка	0,37
Вентилирование	2,13
Отгрузка на железнодорожный транспорт	0,71

Расчет электроэнергии на подсобные нужды и освещение выполняют по результатам расчетов, сделанных в электротехнической части проекта, справочным материалам.

В заключение рассчитывают сумму издержек обращения в целом на комплексный грузооборот по форме, приведенной в таблице 36.

Заработную плату основного персонала и расходы по содержанию ВОХР принимают в соответствии с планом по труду и заработной плате, отчисления на социальные нужды — 40 % от полного годового фонда заработной платы.

Расходы на содержание зданий, сооружений и оборудования, а также расходы на дезинсекцию, дератизацию и погрузочно-разгрузочные работы рассчитывают по укрупненным нормативам затрат, установленным на 1 т вместимости или 1 т складского грузооборота.

Амортизацию основных фондов, расходы на топливо и электроэнергию определяют специальными расчетами по

изложенной выше методике. Затраты на текущий ремонт устанавливают укрупненно в размере 20 % от суммы амортизации.

Таблица 32 – Расчет численности и фонда заработной платы персонала элеватора

Наименование персонала	ДлЯИТР группа по оплате труда, для рабочих боцх разряд	Численность, чел.	Должностной оклад в рубль в месяц	Месячный фонд заработной платы по должностным окладам и тарифным ставкам, тг.	Прочие выплаты (на допавки за неучтенный труд и др.), тг.	Итого месячный фонд заработной платы (графы 5+6), тг.	Годовой фонд заработной платы (графа 7.12 месяцев), тг.	Премии, тг.		Полный головной фонд заработной платы, тг.	
								ИЗФЭП	ИФФЭП	без учета премий изФМП	С учетом премий из ФМП
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Основной											
Административно-управленческий											
Приемно - складской											
Лабораторный											
по эксплуатации элеватора											
по очистке и зерносушению											
Прочий											
На текущем ремонте											
На прочих работах											
Охрана											
Командир отделения											
Стрелки											
Грузчики											

Таблица 33 - Расчет численности грузчиков для элеваторов на отдельных площадках и в составе действующих предприятий

Погрузка зерна в вагоны		Дополнительные затраты времени (работы в зимнее время и подсобно-вспомогательные нужды), ч	Всего затраты времени, ч	Потребность в грузчиках, чел.
объем, тыс. т	затраты времени, ч			
1	2	3	4	5

Таблица 34 – Расчет амортизационных отчислений

Основные фонды предприятия ни и ценах на 1 января 1995г., тыс. тг.					Нормы амортизационных отчислений, %			Амортизационные отчисления, тыс. тг.			
всего	в том числе				со строи-тельных работ	с оборудова-ния и мон-тая	с прочих затрат	со строи-тельных работ	с оборудова-ния и мон-тая	с прочих затрат	всего
	строи-тельные работы	монтажные работы	оборудова-ние	прочие за-траты							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Таблица 35 – Расчет стоимости топлива для сушки зерна

Объем сушки, пл. т	Норма расхода топлива, кг/пл. т	Общий расход топлива, т	Стоимость топлива, тыс. тг.
1	2	3	4

Прибыль элеватора складывается из трех частей:

- от выполнения комплексного грузооборота;
- от выполнения операций по сушке зерна;
- от операций по обработке зерна.

Ее рассчитывают как разность между доходом от выполнения названных операций и их издержками. При этом доход от выпол-

нения комплексного грузооборота и сумму возмещений за сушку и обработку зерна рассчитывают умножением объемов этих операций на расчетно-отпускную цену и нормы возмещения затрат.

Таблица 36 – Расчет стоимости электроэнергии на выполнение основных операций с зерном

Показатели	Приемка зерна с транспорта		Сушка зерна			Очистка зерна в сепараторах в потоке			Очистка зерна не в потоке			Вентилирование	Отгрузка на железнодорожный транспорт	Итого расход электроэнергии, кВт • ч	Стоимость потребляемой электроэнергии, тыс. р.
	автомобильного (без вороточистителей)	железнодорожного	подача	очистка	уборка	подача	очистка в сепараторах	очистка в триерах	уборка	подача	уборка				
Удельный расход электроэнергии кВт ч/т															
Объем работ, тыс т															
Итого расход электроэнергии, кВт • ч															
Тариф за 1 кВт ч															
Стоимость потребляемой электроэнергии, тыс. р.															

Таблица 37 – Издержки обращения проектируемого элеватора

Статья расходов	Единица измерения	Показатели
1	2	3
Вместимость элеватора	тыс т	
Складской грузооборот		
Комплексный грузооборот		
Общий комплексный грузооборот		
Издержки обращения		
Общехозяйственные расходы		
Зарплата основного персонала с начислениями на социальное страхование	тыс. тенге	
Расходы по содержанию ВОХР	тыс тенге	
Расходы по содержанию зданий, сооружений	тыс. тенге	

и оборудования, изнашивание инвентаря		
Амортизация основных средств	тыс. тенге	
Расходы на текущий ремонт	тыс. тенге	
Расходы по дезинсекции и дератизации	тыс. тенге	
Прочие хозяйственные расходы	тыс. тенге	

Продолжение таблицы 37

1	2	3
Итого	тыс. тенге	
Прямые прочие расходы		
Погрузочно-разгрузочные работы	тыс. тенге	
Топливо	тыс. тенге	
Электроэнергия	тыс. тенге	
Итого	тыс. тенге	
Всего издержки обращения	тыс. тенге	

7.5 Экономическая эффективность проекта

Данный раздел завершает экономическую часть проекта и отражает два основных вопроса, а именно эффективность капиталовложений и основные технико-экономические показатели проектируемого элеватора.

Эффект капитальных вложений — это определенный результат, полученный как следствие их вложения в строительство. Для характеристики уровня эффективности капитальных затрат необходимо сопоставить полученный эффект с вложенными средствами, обусловившими этот результат. При расчетах экономической эффективности капитальных вложений определяют общую (абсолютную) и сравнительную эффективность. Общая (абсолютная) эффективность показывает величину отдачи, получаемую в результате сделанных вложений, сравнительная — насколько один вариант эффективнее другого.

При строительстве новых предприятий общую эффективность определяют как отношение прибыли к капитальным вложениям, т.е.

$$\mathcal{E} = \frac{\Pi}{K}, \quad (68)$$

где \mathcal{E} — коэффициент эффективности;

Π — прибыль, тыс. тг.;

K — капитальные затраты, тыс. тг.

Наряду с коэффициентом эффективности определяют срок окупаемости капитальных вложений

$$T = \frac{K}{\Pi}, \quad (69)$$

где T — срок окупаемости.

Показателем сравнительной экономической эффективности служит минимальный размер приведенных затрат

$$\Pi = I + KE_{\Pi}, \quad (70)$$

где Π — приведенные затраты, тыс. тг.;

I — издержки обращения, тыс. тг.;

E_{Π} — нормативный коэффициент экономической эффективности; $E_{\Pi} = 0,15$.

Экономическую эффективность проекта рассчитывают после выполнения технических частей проекта и раздела по организации и планированию хлебоприемной деятельности. В данном разделе рассчитывают срок окупаемости капитальных вложений.

8 ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА (САПР)

8.1 Системный подход. Основные понятия и определения

Методология автоматизированного проектирования во многом определяется характеристиками решаемых задач. Задачи архитектурно-строительного проектирования 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) (рисунок 31).

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 32).

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.

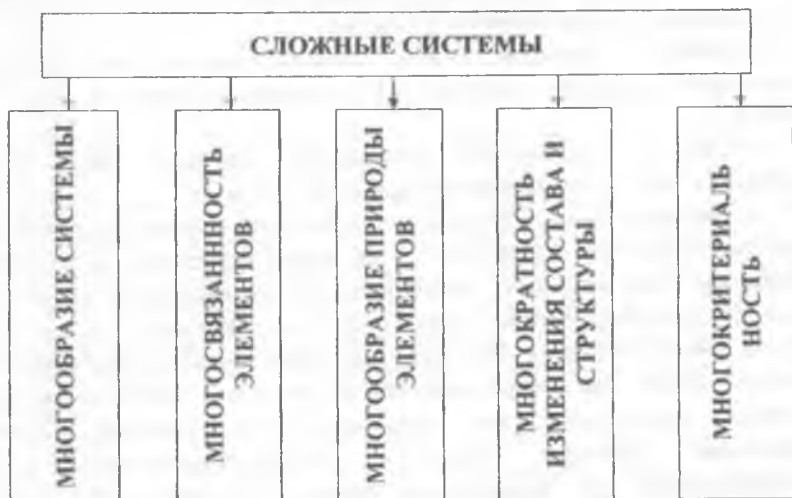


Рисунок 31 – Признаки сложных систем

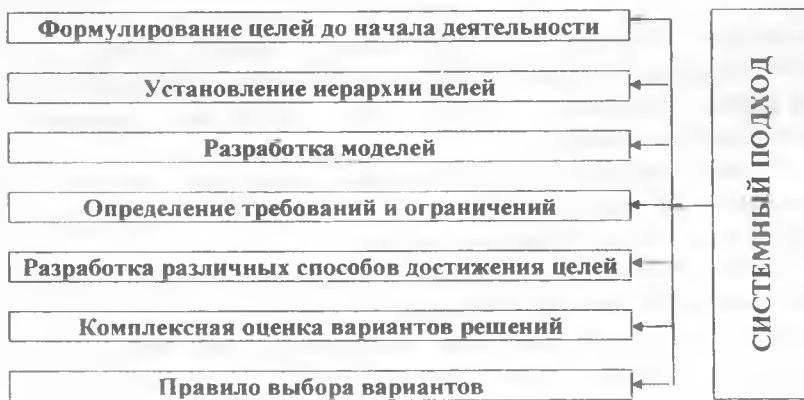


Рисунок 32 – Основные элементы системного подхода

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 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 архитектурно-строительного 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 33). 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.

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 управляющему 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 рисунок 34. 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.

Рисунок 33 – Схема функционирования системы по принципу «чёрного ящика»

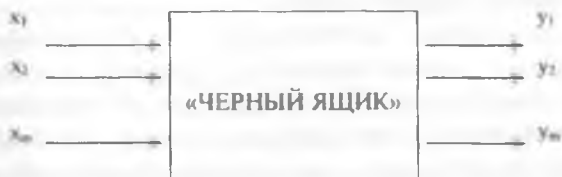


Рисунок 33 – Схема функционирования системы по принципу «черного ящика»

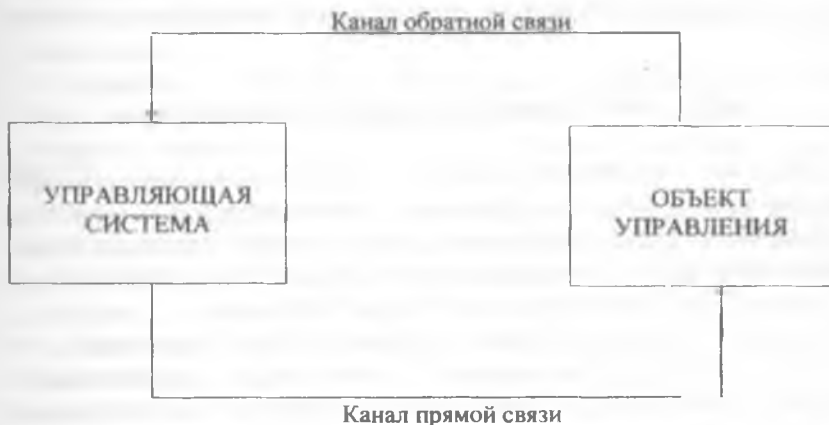


Рисунок 34 – Схема функционирования произвольной системы управления

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.

8.2 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.

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 ведется 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.

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 (рисунок 35).

Методическое обеспечение САПР представляет собой совокупность документов, в которых изложены теоретические принципы и практические методы построения систем автоматизированного проектирования, моделирование объекта и процесса проектирования; генерации проектных решений, построение системы критериев, способов их описания и определение приоритетов, оценки вариантов решений; состав и правило отбора средств автоматизации выполнения проектных операций, методика автоматизированного проектирования; правила эксплуатации средств комплекса средств автоматизации проектирования.

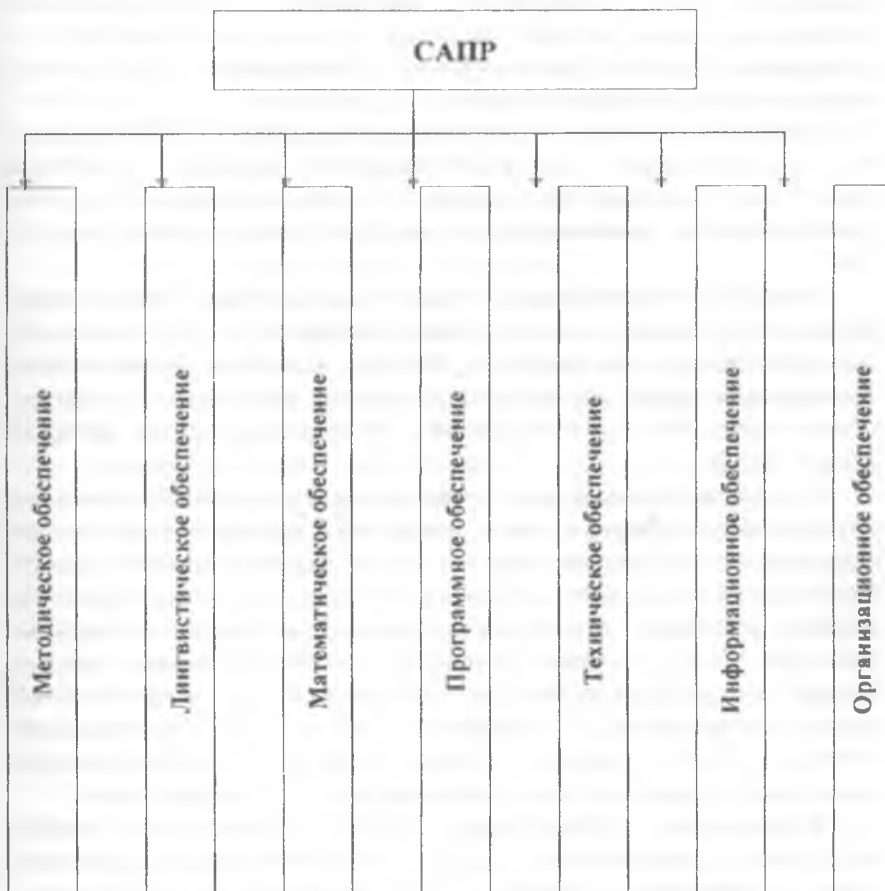


Рисунок 35 – Компоненты обеспечения САПР.

Лингвистическое обеспечение включает описание языков программирования, терминологию, нормативы, стандарты и др. Регламентирующие данные.

Математическое обеспечение содержит описание математических методов, моделей и алгоритмов для решения задач и обработки информации.

Программное обеспечение представляет собой совокупность документов с текстами программ, обеспечивающих функционирование систем; программ на машинных носителях и инструкции по их эксплуатации. Программное обеспечение подразделяется на общесистемное и специальное.

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 работу отдельных устройств, обеспечение обмена информацией, размещение её во внешней памяти и т.п.

К специальному обеспечению относится комплекс программ для решения конкретных проектных задач. Структура и содержание прикладного обеспечения зависит от уровня и назначения САПР. Прикладное обеспечение может состоять из отдельных программ, которые реализуют определенные проектные задачи, процедуры, операции. Если путь вычислительного процесса известен заранее, модули вводятся в работу в соответствии с установленной последовательностью. Возможна и такая организация вычислительного процесса, когда выбор последовательности введения отдельных модулей определяется при решении задач.

Техническое обеспечение САПР представляет собой совокупность технических средств ,обеспечивающих хранение, поиск и обработку проектной и научно технической информации, используемой системе, а также подготовку проектных документации. Техническое обеспечение САПР состоит из двух основных комплексов: средства обеспечения вычислительной техники и средства организационной техники.

Комплекс средств вычислительной техники предназначен для выполнения следующих операций:

- ввод – вывод алфавитно – цифровой и графической информации;

- хранение, накопление, поиск, обработка и передача информации;
- выпуск технической документации по проектируемым объектам.

Комплекс средств организационной техники предназначен для выполнения следующих функций:

- составление текстовой документации;
- размножение и копирование документов;
- обработка проектных документов;
- хранение, поиск и транспортировка документации.

К техническому обеспечению относятся также средства связи, обеспечивающие взаимодействие исполнителей и передачу данных, каналы связи между техническими средствами, измерительные и др. Приборы и их сочетание.

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 машинных носителях с записью указанной документации.

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.

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, 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 конструкции, 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, конструкции могут быть записаны на машинных 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.

Организационное обеспечение САПР представляет собой совокупность документов, описывающих организационную структуру системы и связи между ее элементами;

последовательность и состав работы, приказы, штатные расписания и квалификацию исполнителей; временные затраты труда исполнителей и работы ПК; источники информации для выполнения работ; порядок взаимодействия подразделения организации с комплексом средств автоматизированного проектирования. Все компоненты обеспечения САПР должны быть увязаны в едином комплексе и направлены на выполнение основной задачи системы. В конкретных системах возможно объединение перечисленных компонентов обеспечения, например методического, лингвистического и математического.

Системы автоматизированного проектирования и их подсистемы разрабатываются в несколько стадий, последовательность и содержание которых установлены ГОСТом.

На стадии предпроектных исследований, в которых предполагается создавать САПР. На следующих стадиях разрабатывается **техническое задание**, а затем **техническое предложение**, в котором обосновывается выбор варианта САПР.

В дальнейшем осуществляется последовательная, всё более детальная разработка решений по созданию САПР: принципиальных - на стадии **эскизного проекта**; окончательных - на стадии **технического проекта**; оформление рабочей документации - на стадий **рабочего проекта**. Каждая из перечисленных стадии заканчивается подготовкой соответствующих отчетов и документов, их согласованием и утверждением.

За разработкой документации следует стадия **изготовления, отладки, испытания**, в ходе которой осуществляется получение готовых комплектов технических средств автоматизированного проектирования или их изготовление, монтаж, наладка и испытания. Идет подготовка организации к вводу системы в действие. **Ввод системы в действие** - заключительная стадия создания САПР, когда система проходит опытные испытания и сдается в эксплуатацию.

При создании САПР не все названные стадии обязательны. Допускается выполнения перечня работ, входящих в установленную ГОСТом стадию, последующей стадии. Например, при создании САПР на базе типовых подсистем, разработанных

другими организациями стадии: предпроектные исследования, эскизный проект и технический проект – необязательны.

В зависимости от содержания выполняемых операций и сложности решения проектных задач САПР могут иметь проблемную и объектную ориентацию. САПР проблемной ориентации представляет собой систему средств, используемых в процессах автоматизированного проектирования. Результат функционирования этого рода САПР - промежуточные проектные документы, которые используются при разработке проектной документации. Пример САПР проблемной ориентации дают пакеты прикладных программ, которые предназначены для решения определенного класса задач, например теплотехнических, светотехнических, акустических расчетов, графических работ.

САПР объектной ориентации представляет собой достаточно самостоятельную систему автоматизированного проектирования конкретного объекта или его части, которая может быть выделена из общего процесса проектирования и обладает всеми признаками системы.

К САПР объектной ориентации относятся технологические линии автоматизированного проектирования.

САПР может быть создана как для отдельного проектного института, так и для сети институтов, объединённых по производственному или территориальному принципу.

Создание САПР, обслуживающей несколько институтов, разрабатывающих однотипные объекты позволяет значительно эффективнее использовать ресурсы, так как мощность САПР по количеству выпускаемой продукции обычно намного превышает потребности одной организаций.

9 МЕТОДЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ ЭЛЕВАТОРОВ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

9.1 Цели и задачи САПР-ПХПЗ

Целью САПР-ПХПЗ является сокращение трудоемкости и сроков проектирования, повышение экономичности проектных решений, качества работы и производительности труда проектировщиков, а также повышение эффективности проектных решений на основе широкого применения САПР.

Объектами проектирования являются предприятия по хранению и переработке зерна (элеваторы, мельзаводы, комбизаводы, крупозаводы, рисозаводы и др.)

Поэтому САПР-ПХПЗ состоял из трех подсистем (технологических линий проектирования - ТЛП):

- ТЛП – элеватор (Госниисредаз ПЗП)
- ТЛП – мельница (Ростовский ПЗП)
- ТЛП – комбизавод (Госниисиб ПЗП)

Под технологической линией автоматизированного проектирования (ТЛП, ТЛАП) понимается организационно-техническая система, которая объединяет комплекс специализированных структурных подразделений проектной организации, обеспечивающий оперативную разработку проектно-сметной документации на базе программно-информационных средств, вычислительных систем и технических устройств.

ТЛП имеют объектную ориентацию, т.е. предназначается для проектирования частей или объектов строительства, перечень которых различен для каждой проектной организации.

Ввиду специфики проектируемых объектов, основным направлением разработок являлась технологическая часть проектов указанных объектов. Наряду с разработкой велись работы по внедрению программ межотраслевого назначения по строительным, сметным, сантехническим и электротехническим частям проектов объектов системы заготовок.

Технологическая часть включала следующие задачи:

- формирование схемы технологического процесса;

- компоновка основного технологического оборудования;
- трассировка и расчет аспирационных сетей;
- трассировка самотечного транспорта;
- конструирование и расчет механического транспорта и др.

9.2 Структурная схема процесса автоматизированного проектирования

Структура формирования проекта представлена на рисунке 36.

Научно-технический прогресс и связанная с ним дальнейшая механизация и автоматизация производства повышают роль и ответственность технологов при разработке проекта, делают технологическую часть стержнем проекта предприятий системы заготовок, связывающим воедино все его составные части. Эти соображения легли в основу выбора подсистемы “Технологическая часть” в качестве первоочередной в общем объеме работ по созданию САПР-ПХПЗ.

При определении состава задач указанной подсистемы нужно исходить прежде всего из функций, решаемых технологической частью проекта. Такой подход позволяет сохранять на первом этапе существенную структуру института и, не усложняя системы, начать разработку основных проектных задач, постепенно объединяя их в комплексные программы и дополняя из сметных разделов.

Проектирующие подсистемы САПР-ПХПЗ состоят из компонентов программного, информационного, методического, технического, организационного обеспечения проектных подразделений, использующих средства автоматизации, и персонала, обслуживающего средства автоматизации.

Структурная схема САПР-ПХПЗ представлена на рисунке 37

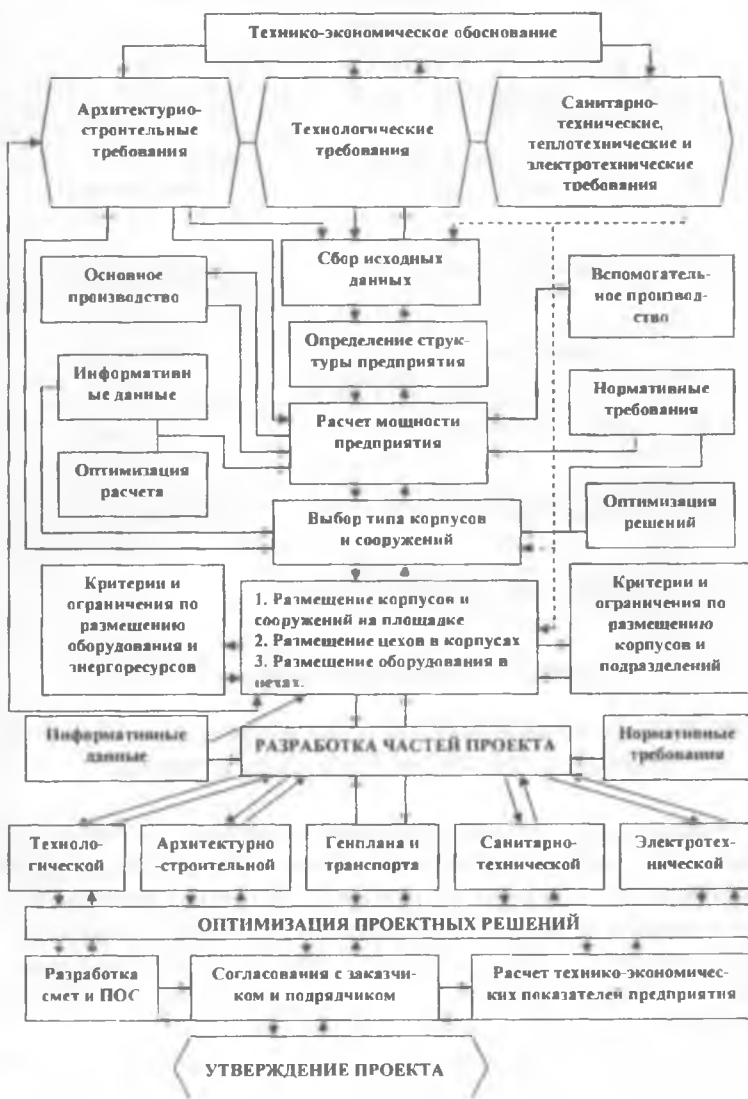


Рисунок 36 – Структура формирования проекта предприятий по хранению и переработке зерна



Рисунок 37 – Структурная схема САПР-ПХПЗ

9.3 Функциональная модель автоматизированного проектирования технологической части проекта

В подсистеме “Технологическая часть” сосредоточено решение всех основных технологических задач проектирования предприятий по хранению и переработке зерна: формирование технологической схемы, расчеты и компоновка основного и вспомогательного оборудования, расчеты энергетических средств, проектирование коммуникаций, объемно-планировочные решения и т.д.

Исходя из структуры формирования проекта предприятий по хранению и переработке зерна, представленной на рисунке 36 предыдущего пункта, создана функциональная модель проектирующей подсистемы “Технологическая часть проекта элеваторов” (рисунок 38).

Эта модель определяет взаимодействие проектных процедур и операций по рассматриваемой подсистеме. Объединение отдельных блоков говорит о необходимости их совместного решения, структура блоков является иерархической и выше расположенные блоки управляют ниже расположенными. В свою очередь, информация от нижних блоков с помощью обратной связи, передается в верхние блоки для корректировки.

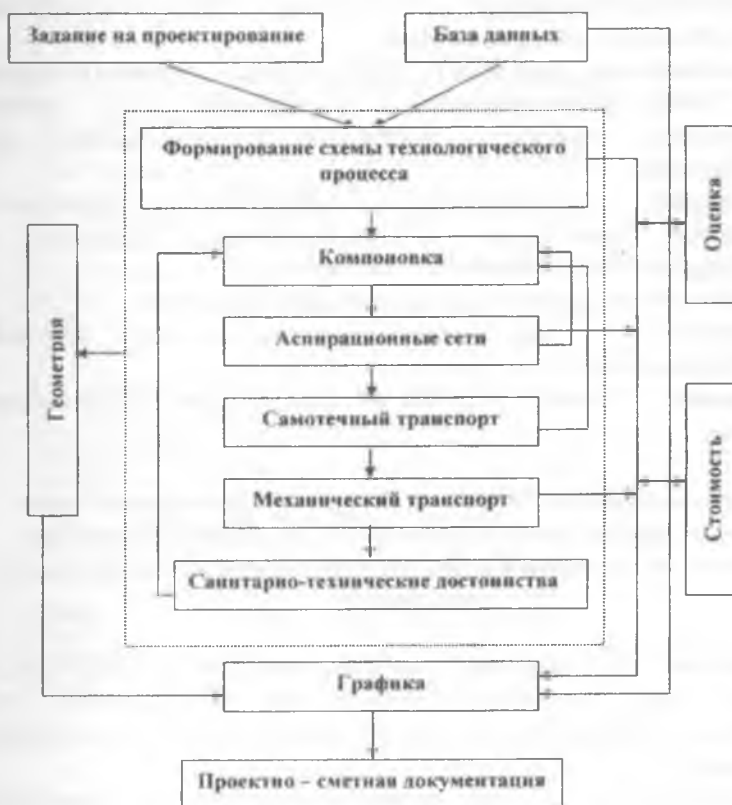


Рисунок 38 – Технологическая часть проекта элеваторов

Кратко охарактеризуем указанные блоки:

Формирование схемы технологического процесса – расчет и выбор основного и технологического оборудования, определение цеховой структуры предприятия и формирование транспортных потоков;**Компоновка** – выбор строительной сетки, компоновка основного и вспомогательного технологического оборудования, увязка основного технологического оборудования с транспортным;

Аспирационные сети – компоновка аспирационных сетей, их трассировка и расчет;

Самотечный транспорт – обеспечивает вертикальную связь сверху вниз между оборудованием;

Механический транспорт – обеспечивает горизонтальную связь Санитарно-технические достоинства – расчет загрязненности атмосферы выбросами и мероприятий по шумоглушению;

Геометрия – определяет конфигурацию взаимного расположения строительных и технологических элементов, а также цифровую модель типовых элементов;

Оценка – оценка принятых проектных решений;

Стоимость – определение ориентировочной сметной стоимости объекта;

Графика – вывод чертежей объекта на графические устройства.

9.4 Математические модели и алгоритмы некоторых задач проектирования технологической части проекта элеватора

9.4.1 Расчет оборудования для приемки зерна с автомобильного транспорта

Программа предназначена для решения задачи «Погрузка и разгрузка зерна из автотранспорта на предприятиях по хранению и переработке зерна». В зависимости от исходных данных программа позволяет:

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

2) Определить оптимальное количество приемных потоков.

3) Определить оптимальное количество автомобиле-погрузчиков.

4) Определить коэффициент, учитывающий снижение производительности автомобилеразгрузчика при приемке разнородных партий зерна.

Таблица 38 - Входные данные программы

Обозначение	Имя переменной	Описание	Ед. измерения	Тип переменной
1	2	3	4	5
A1	KolZern	Количество зерна, поступающего автотранспортом за весь период заготовок	тонн	real
Kc	KSutNerav	Коэффициент суточной неравномерности поступления зерна	-	real
Kч	KCHasNerav	Коэффициент часовой неравномерности поступления зерна	-	real
Пр	ProdRasPer	Продолжительность расчетного периода заготовок	сутки	integer
t	RasVrem	Расчетное время подвоза зерна автомобильным транспортом в течение суток	часы	integer
0,8		Коэффициент, учитывающий поступление зерна в расчетный период заготовок		
Ka	KNeravAvt	Коэффициент, учитывающий неравномерность поступления автомобилей с зерном в течение часа	-	real
Ku	KTranProiz	Коэффициент использования транспортного оборудования по производительности	-	real
Kвн	KMusor	Коэффициент, учитывающий снижение производительности нории при транспортировании сырого и засоренного зерна	-	real
Kк Kксп вз	KNatura	Коэффициент, учитывающие снижение производительности нории при транспортировании культур с объемной массой, отличающейся от объемной массы пшеницы	-	real
Qn	ProizNoria	Производительность применяемых в проектируемом устройстве транспортных машин	т/ч	real
A2	OsnPart	Количество зерна основной партии, поступающей автотранспортом в проектируемое сооружение	%	integer
Ga	ProizRazgr	Техническая производительность автомобилеразгрузчика	т/ч	integer
Kпч	KKukuruza	Коэффициент для кукурузы, поступающей в початках	-	real
Kв	KRazgrMusor	Коэффициент, учитывающий снижение производительности автомобилеразгрузчика при разгрузке сырого и засоренного зерна	-	real

Продолжение таблицы 38

1	2	3	4	5
K _{тp}	KRazgrAvto	Коэффициент, учитывающий изменение производительности автомобилеразгрузчика в зависимости от типа автомобиля (грузоподъемности)	-	real
t _{ож}	TPereklucl	Время, необходимое для переключения маршрута при переходе с одной партии зерна на другую	час	real
m ₁	KolRaznor	Число разнородных партий зерна, поступающих за период заготовок	шт.	integer
m ₂	KolOsnovn	Число основных партий зерна, поступающих за период заготовок	%	integer
m ₃	KolSuctch	Число разнородных мелких партий, принимаемых существующими приемными устройствами	шт.	real
K _{п1}	KSutOdnovrem	Коэффициент суточной одновременности поступления разнородных партий	-	real
K _{п2}	KChasOdnovrem	Коэффициент часовой одновременности поступления разнородных партий	-	real
E _{пp}	VProectSilos	Вместимость проектируемых силосов	тонн	integer
E _c	VSuctchSilos	Вместимость существующих на предприятии силосов	тонн	integer
Q _a	SummProizRazgr	Суммарная производительность имеющихся на предприятии автомобилеразгрузчиков	т/час	real

Таблица 39 - Выходные данные программы

Обозначение	Имя переменной	Описание	Ед. измерения	Тип переменной
a _ч	MaxChasPostup	Максимальное часовое поступление зерна при разработке типовых проектов	т/час	real
a _{ч.пp}	MaxChasPostup	Максимальное часовое поступление зерна при разработке проектов приемных устройств для строительства на действующих предприятиях (определяется с учетом действующих на предприятии приемных устройств в увязке с вместимостью силосов)	т/час	real
П _п	KolPotok	Число приемных потоков	шт.	real
K _т	KPazgrRaznor	Коэффициент, учитывающий снижение производительности автомобилеразгрузчика при транспортировании разнородных партий зерна	-	real
P	KolPazgr	Количество автомобилеразгрузчиков	шт	real

9.4.2 Расчет оборудования для приемки зерна с железнодорожного транспорта и отгрузки на железнодорожный транспорт

При проектировании приемных устройств с железнодорожного транспорта необходимо определить:

- 1) максимальное количество зерна, подлежащего приемке в сутки или час;
- 2) число подач и массу зерна, подаваемого на разгрузку;
- 3) продолжительность разгрузки одной партии вагонов;
- 4) число точек разгрузки железнодорожных вагонов;
- 5) число приемных транспортеров;
- 6) число бункеров и их вместимость на один транспортер;
- 7) число железнодорожных путей.

Таблица 40 – Входные данные программы

Обозначение	Имя переменной	Описание	Ед. измерения	Тип переменной
1	2	3	4	5
$V_{г}$	GodKolZern	годовой объем приемки зерна	т	real
M	KolMes	расчетное число месяцев в году по приемке зерна;	месяцев	integer
K_M	RMesNerav	месячный коэффициент неравномерности поступления и отгрузки зерна;	-	real
K_C	KSutNerav	суточный коэффициент неравномерности поступления и отгрузки зерна;	-	real
$Q_{\text{Под}}$	MassaPod	масса зерна в одной подаче;	т	real
T	VremRazgrPod	время разгрузки одной подачи;	час	real
Q_T	ProizNoria	производительность транспортных механизмов	т/ч	real
$K_{\text{И}}$	KTranProiz	коэффициент использования транспортного оборудования по производительности;	-	real
K_K	KNatura	коэффициент, учитывающий снижение производительности транспортного оборудования при перемещении зерна с натурой, отличающейся от природы пшеницы	-	real
G_B	NormaZagr	техническая норма загрузки железнодорожного вагона, зависящая от природы зерна и вместимости вагона	т	real
t_M	VremPeredv	время, затрачиваемое на передвижку вагонов	час	real
$t_{\text{ПЗ}}$	VremPodg	время, затрачиваемое на подготовительные и заключительные работы при разгрузке вагона;	час	real

Продолжение таблицы 40

1	2	3	4	5
$Q_{св}$	KolZernSam	количество зерна, вытекающего самотеком при выемке вагонного шита	т	real
Q_p	ProizVagRazgr	техническая производительность вагоноразгрузчика	т/ч	real
$Q_{мд}$	MassaPogrPod	масса зерна в одной подаче;	т	real
T	VremPogrPod	время погрузки одной подачи	час	real
$Q_{пг}$	ProizPogrNorra	производительность погрузочных механизмов	т/ч	real
$K_{и}$	KTranProizPogr	коэффициент использования оборудования (нории) по производительности	-	real
	Marchrut	расчетная грузоподъемность железнодорожного маршрута	т	real
	Podacha	число подач в маршруте	шт	integer

Таблица 41 – Выходные данные программы

Обозначение	Имя переменной	Описание	Ед. измерения	Тип переменной
V_C	KolSut	суточный объем разгрузки железнодорожных вагонов	т	real
$P_{п}$	KolPotok	число приемных потоков	шт	real
$P_{рт}$	KolRazgr	число вагоноразгрузчиков (разгрузочных точек)	шт	real
$Q_{вр}$	EksProizVag	эксплуатационная производительность вагоноразгрузчика	т/ч.	real
$N_{раз.п}$	KolPogr	число погрузочных потоков	шт	real

9.4.3 Расчет оборудования для приемки зерна с водного транспорта и отгрузки на водный транспорт

При проектировании устройств для выгрузки зерна с водного транспорта необходимо определить:

- 1) максимальное количество зерна, подлежащее выгрузке в сутки или в час;
- 2) тип приемного устройства;
- 3) техническую и эксплуатационную производительность приемного устройства.

Таблица 42 – Входные данные программы

Обозначение	Имя переменной	Описание	Ед. измерения	Тип переменной
1	2	3	4	5
Q _{пр}	GodPrchal	годовой грузооборот причала	т	real

Продолжение таблицы 42

1	2	3	4	5
K _с	KSutNerav	коэффициент суточной неравномерности поступления зерна	-	real
K _м	RMesNerav	коэффициент месячной неравномерности поступления зерна	-	real
30		среднее число дней в месяце;		
M _н	MesNavig	число месяцев навигации в году.	мес.	real
K _ц	KTranProiz	коэффициент использования оборудования;	-	real
D	Gruzopod	грузоподъемность судна	т	real
t _{гр}	VremGruz	время занятости причала обработкой одного судна под грузовыми операциями	ч	real
t _{всп}	VremVspom	время занятости причала вспомогательными операциями при обработке морских судов с зерном	ч	real
K _{зан}	KZanPrichal	коэффициент занятости причала по времени грузовыми и вспомогательными операциями в течение расчетного месяца	-	real
K _{мет}	KMeteo	коэффициент использования рабочего времени причалов по метеорологическим условиям	-	real
t _{мет}	VremMeteo	продолжительность действия гидрометеорологических факторов в течение месяца, при которых нельзя проводить операции с зерном	час	real
K _{мес}	KNeravNavig	коэффициент месячной неравномерности по навигации.	-	real

Таблица 43 – Выходные данные программы

Обозначение	Имя переменной	Описание	Ед. измерения	Тип переменной
Q _{рс}	PropNoria	пропускная способность устройств для разгрузки речных судов	т/сут	real
Q _{эо}	EksProizRazgr	Эксплуатационная производительность оборудования для разгрузки судов	т/час	real
Q _{мп}	SutPropPrichal	Суточная пропускная способность морского причала	т/сут	real
Q _{пр}	GodPropPrichal	Годовая (навигационная) пропускная способность причала	т/год	real

9.4.4 Расчёт объемов обработки зерна при предварительной очистке

Программа «Расчет объемов обработки зерна при предварительной очистке» рассчитывает объемы обработки зерна при предварительной очистке отдельно по партиям, по одной культуре, суммарно по всем культурам. Результаты отражают объемы очистки за весь период заготовок, за расчетный период, за сутки в среднем, за час. В основу расчетов положены нормы технологического проектирования.

Таблица 44 – Входные данные программы

Обозначение	Имя переменной	Описание	Ед. измерения	Тип переменной
A _j	PostupIj	объем поступлений i-ой партии j-ой культуры за период заготовок;	тонна	real
K _ч	KSutNerav	часовой коэффициент неравномерности;	тонна	real
K _с	KCHasNerav	коэффициент суточной неравномерности;	-	real
K _ф	KPerFiz	коэффициент перевода физических тонн в плановые;	-	real
П _p	ProdRasPer	продолжительность периода заготовок;	суток	real
t	RasVrem	время работы в часах в сутки	часы	real
c _{1j}	SorDoOch	содержание сорной примеси в i-ой партии до очистки;	%	real
c _{2i}	SorOch	содержание сорной примеси в i-ой партии после очистки	%	real

Таблица 45 – Выходные данные программы

Обозначение	Имя переменной	Описание	Ед. измерения	Тип переменной
O _{чi} ⁿ	ObChasI	объем часовой очистки i-ой партии	т/час	real
O _{чj} ⁿ	ObChasJ	объем часовой очистки всех партий	т/час	real
O _{сi} ⁿ	ObSutI	объем суточной очистки i-ой партии	т/сут	real
O _{сj} ⁿ	ObSutJ	объем суточной очистки всех партий	т/сут	real
O _i ⁿ	ObRasPerI	объем очистки i-ой партии в расчетный период заготовок	т	real
O _j ⁿ	ObRasPerJ	объем очистки всех партий в расчетный период заготовок	т	real
c _{2i}	SorOchI	содержание сорной примеси в i-ой партии после предварительной очистки	%	real
O _{чi} ^o	ObOchChasI	объем зерна после предварительной очистки i-ой партии за час	т/час	real

$O_{\text{ч}}^{\circ}$	ObOchChasJ	объем зерна после предварительной очистки всех партий за час	т/час	real
$O_{\text{с1}}^{\circ}$	ObOchSutI	объем зерна после предварительной очистки 1-ой партии за сутки	т/сут	real
$O_{\text{с2}}^{\circ}$	ObOchSutJ	объем зерна после предварительной очистки всех партий за сутки	т/сут	real
O_1°	ObOchRasPerI	объем зерна после предварительной очистки 1-ой партии за расчетный период заготовок	т	real
O_J°	ObOchRasPerJ	объем зерна после предварительной очистки всех партий за расчетный период заготовок	т	real

9.4.5 Расчет оборудования для очистки зерна

Для определения потребного оборудования, используемого для очистки зерна, необходимо знать:

- 1) характеристику зерна, поступающего на технологические линии в основной период заготовок по отдельным партиям;
- 2) повторность очистки различных партий зерна с учетом их засоренности и целевого назначения;
- 3) часовую производительность сепараторов или других зерноочистительных машин;
- 4) тип и число зерноочистительных машин;
- 5) эксплуатационную производительность зерноочистительных машин.

Таблица 46 – Входные данные программы

Обозначение	Имя переменной	Описание	Ед. измерения	Тип переменной
K_1, K_2, \dots, K_n	KKultura	Коэффициенты, зависящие от культуры зерна, влажности и содержания отделимой смеси	-	real
A_1, A_2	KolPostZern	количество поступающего зерна	тонн	real
q	ProizvSepar	паспортная производительность сепараторов	т/час	real
K_a	KNeravCHas	коэффициент, учитывающий неравномерность поступления автомобилей с зерном в течение часа	-	real
$E_{\text{пр}}$	VProectSilos	паспортная вместимость проектируемых зернохранилищ	тонн	real
$E_{\text{с}}$	VSuctchSilos	паспортная вместимость существующих зернохранилищ	тонн	real
K	KCHasNerav	коэффициент суточной неравномерности поступления зерна	-	real
P_p	ProdRasPer	расчетный период заготовок	сут-ки	real
$\Sigma Q_{\text{сн}}$	SumProizvSep	суммарная паспортная производительность сепараторов	т/час	real

Обозначение	Имя переменной	Описание	Ед. измерения	Тип переменной
Q_t	ProizvTrierov	паспортная производительность триеров	т/час	real
$A_{тр}$	KolZemTrier	количество зерна, подлежащего очистке в триерах	%	real

Таблица 47 – Выходные данные программы

Обозначение	Имя переменной	Описание	Ед. измерения	Тип переменной
P_c	KolSeparator	Необходимое число сепараторов	шт	real
Q_c	ProizSeparator	Производительность сепараторов для очистки сухого зерна	тонн/час	real
$n_{тр}$	KolTrier	Необходимое число триеров	шт	real

9.4.6 Расчет оборудования для сушки зерна

Программа предназначена для решения задачи «Расчет оборудования для сушки зерна».

В зависимости от набора исходных данных программа позволяет:

- 1) Определить необходимый суточный объем сушки для предприятия в целом;
- 2) Определить необходимый суточный объем основных и мелких партии зерна;
- 3) Определить расчетную суточную производительность зерносушильного аппарата для сушки одной партии;
- 4) Определить необходимое количество зерносушильных аппаратов;
- 5) Определить число переключений.

При проектировании новых предприятий и реконструкции существующих следует применять наиболее прогрессивные типы высокоэффективных зерносушильных аппаратов, оборудованных средствами автоматизации контроля сушильного агрегата.

Таблица 48 – Входные данные программы

Обозначение	Имя переменной	Описание	Ед. измерения	Тип переменной
1	2	3	4	5
A_1, A_2, \dots, A_n	KolPostZern	количество сырого и влажного зерна различных партий, поступающих за период заготовок, определяется технологическими изысканиями	тонн	real
$K_{пт1}, K_{пт2}, \dots, K_{пtn}$	KPerFiz	коэффициенты перевода физических тонн в плановые	-	real
K_c	KSutNerav	коэффициент суточной неравномерности	-	real
$K_ч$	KCHasNerav	коэффициент часовой неравномерности;	-	real
P_p	ProdRasPer	расчетный период заготовок;	Сут-ки	real
$Q_{зо}$	ProizvSushOsn	паспортная производительность зерносушильных аппаратов для основных партий,	пл.т/ч	real
$Q_{зм}$	ProizvSushMelk	паспортная производительность зерносушильных аппаратов для мелких партий ;	пл.т/ч	real
$K_{з}$	KPerecluch	коэффициент, учитывающий снижение производительности в зависимости от числа переключений;	-	real
m_0	KolOsnovn	число основных партий зерна ,	шт.	integer
m_1	KolMelk	число мелких партий;	шт.	integer
$ш$	ProcentOsnovn	процент основных партий,	%	real
$K_{п1}$	KSutOdnovrem	коэффициент суточной одновременности поступления разнородных партий;	-	real

Таблица 49 Выходные данные программы

Обозначение	Имя переменной	Описание	Ед. измерения	Тип переменной
$Q_{зс}$	SutObSush	необходимый суточный объем сушки для предприятия в целом	пл.тонн	real
$Q_{зо}$	SutObSushOsn	необходимый суточный объем основных партий зерна	пл.тонн	real
$Q_{зм}$	SutObSushMelk	необходимый суточный объем мелких партий зерна	пл.тонн	real
$Q_{зо}$	SutProizvOsn	расчетная суточная производительность зерносушильного аппарата для	пл.тонн/сут.	real

		сушки одной основной партии		
$Q_{зм}$	SutProizvMelk	расчетная суточная производительность зерносушильного аппарата для сушки одной мелкой партии	пл.тонн/сут.	real
$P_{ю}$	KolSushOsn	необходимое количество зерносушильных аппаратов для сушки основных партий зерна	шт.	real
$P_{м}$	KolSushMelk	необходимое количество зерносушильных аппаратов для сушки мелких партий зерна	шт.	real
$P_о$	KolPerekluchOsn	число переключений для основных партий зерна	шт.	real
P	KolPerekluchMelk	число переключений для мелких партий зерна	шт.	real

9.4.7 Расчет потребной вместимости зернохранилищ

Согласно нормам технологического проектирования, паспортную вместимость проектируемых зернохранилищ предприятий следует определять из расчета:

- общего количества заготавливаемого зерна в физической массе;
- планируемого переходящего остатка зерна на начало заготовок, устанавливаемого заданием на проектирование; при разработке типовых проектов величину переходящего остатка принимают равной 15% от годового поступления;
- планируемого объема отгрузки в течение месяца периода заготовок, устанавливаемого заданием на проектирование; при разработке типовых проектов объем отгрузки в течение месяца принимают равным 10% от объема заготовок;
- паспортной вместимости существующих на хлебоприемном предприятии зернохранилищ с учетом состояния имеющихся хранилищ и предполагаемого списания;
- средневзвешенного коэффициента на размещение различных культур.

Форму и размеры силосов выбирают в соответствии с необходимой вместимостью элеватора, максимальным числом одновременно хранящихся партий, их величиной, строительным материалом и способом производства работ. Расположение круглых и квадратных силосов, как правило, принимают рядовое. Силосный

корпус с шахматным расположением силосов допускается строить в исключительных случаях.

Таблица 50 – Входные данные программы

Обозначение	Имя переменной	Описание	Ед. измерения	Тип переменной
1	2	3	4	5
	ТИР	Тип зернохранилища	-	real
	FORMA	Форма зернохранилища	-	real
	CENTER	Выпуск (загрузка) зерна по центральной оси	-	real
Y	Ordinata	Ордината центра загрузочного	-	real
D	DiamOtv	Внутренний диаметр отверстия силоса	м	real
	UgolNaktOtk	Угол наклона откоса	град	real
d	DiamZagrOtv	Диаметр загрузочного отверстия	м	real
F _c	PlochSesbSil	Площадь внутреннего сечения силоса	м ²	real
H _c	VysotaSil	Высота силоса	м	real
γ	NaturaZerna	Натура зерна	м	real
A	StoronaSil	Сторона силоса квадратной формы	м	real
α ₁	UgolEstOtk	Угол естественного откоса зерна	град	real
α ₂	UgolZabut	Угол забутки днища силоса	град	real
R	VnutrRadius	Внутренний радиус силоса	м	real
a	ShirinaBun	Ширина бункера	м	real
b	DlinaBun	Длина бункера	м	real
H _б	VysotaZabut	Высота забутки	м	real
ψ	KIspOb	Коэффициент использования объема	-	real
K ₁	KRaspZagr1	Коэффициент, зависящий от расположения загрузочного отверстия в плане	-	real
K ₂	KRaspZagr2	Коэффициент, зависящий от расположения загрузочного отверстия в плане	-	real
K ₃	KRaspVyp3	Коэффициент, зависящий от расположения выпускного отверстия в плане	-	real
K ₄	KRaspVyp4	Коэффициент, зависящий от расположения выпускного отверстия в плане	-	real
ψ'	KIspOb	Коэффициент использования объема	-	real

Таблица 51 – Выходные данные программы

Имя переменной	Имя переменной	Описание	Единицы измерения	Тип переменной
E ₁	VmestSilos	Вместимость силоса	м ³	real
E ₂	VmestZvezd	Вместимость силоса-звездочки	м ³	real
E ₃	VmestBunk	Вместимость бункера	м ³	real

9.4.8 Расчет численности персонала

Программа «Расчет численности персонала» рассчитывает численность обслуживающего персонала хлебозаготовительных, перевалочных и портовых предприятий. 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.

Таблица 52 - Входные данные программы

Имя Переменной	Описание	Ед. измерения	Тип переменной
TIP	Тип предприятия		Integer
VOLUME	Емкость предприятия	Тысяч тонн	Integer
V POSTUP	Объем поступлений от хлебопечников	Тыс. т.	Integer
KolSmen	Количество смен		Integer
CentrUprav	Наличие централизованного управления		Integer
CentrDispUpr	Наличие центрально-диспетчерского управления		Integer
ColKonvBash	Количество конвейеров, приемных и отпусковых устройств, башмак норий	Шт.	Integer
ColKonvGal	Количество конвейеров в подсилосной галерее, головки норий	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 пневмоперегружателей	Шт.	Integer
ColTechTrOb	Количество технологического и	Шт.	Integer

	транспортного оборудования		
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 53 – 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 текущем 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	Чел.	Integer

	строительстве элеватора на отдельной площадке		
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
KvartPriemPersOP	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
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 устройствах, 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
ColMashAutopod	Число машинистов автомобилеподемника (персонал элеватора)	Чел.	Integer
ColMashAutopodBM	Число машинистов автомобилеподемника (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
ColMashAutopodPer	Число машинистов автомобилеподемника	Чел.	Integer

sKvart	(персонал элеватора) дополнительно на квартал		
ColMashAutopodBM Pers Kvart	Число машинистов автомобилеподемника (персонал башен механизации) дополнительно на квартал	Чел.	Integer
ColZernosushPersKv art	Число зерносушильщиков дополнительно на квартал	Чел.	Integer
ColNaladAvtPersKva rt	Число наладчиков автоматики дополнительно на квартал	Чел.	Integer
ColDispOperPersKva rt	Число диспетчеров-операторов дополнительно на квартал	Чел.	Integer
ColOperatorPersKvar t	Число операторов дополнительно на квартал	Чел.	Integer
GodPersonal	Годовой штат персонала	Чел.	Integer
KvartPersonal	Персонал дополнительно на квартал	Чел.	Integer

9.4.9 Определение энергоемкости элеватора

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.

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.

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.

Программа «Определение расхода энергии элеватора» предназначена для решения задачи «Определение планового расхода энергии элеватора».

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 А 18 содержатся данные по проведенным исследованиям удельных расходов электроэнергии при сушке зерна разных культур.

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

$$\delta = 8,48 A^{-1} + 0,15, \quad (71)$$

где A – расчетная производительность зерноочистительной машины

Основным фактором, влияющим на энергоемкость транспортных операций, является производительность. В таблице А 19 приведены оптимально-возможные укрупненные удельные расходы энергии.

Для расчета удельного расхода электроэнергии горизонтальных транспортеров использована закономерность:

$$\delta = -0,428 A^{-1} + 0,028 L + 0,0208 L A^{-1}, \quad (72)$$

где A – производительность транспортера;
 L – длина транспортера.

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

$$\delta = (0,06 A^{-1} - 0,04) H - 0,0022, \quad (73)$$

где H – высота норрии;

Таблица 54 - 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
ZernoSushiika	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 норрий	тонн	real
ProizvNoria	Производительность норрии	т/ч	real
KolNoria	Количество норрий	шт	integer
VysotaNoria	Высота норрии	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 55 – Выходные данные программы

№ п/п	Имя переменной	Описание	Единицы измерения	Тип переменной
1	WSushka	Расход энергии для сушки зерна	кВт.ч	real
2	WNoria	Расход энергии для транспортировки нориями	кВт.ч	real
3	WOchistka	Расход энергии для очистки зерна	кВт.ч	real
4	WPnemka	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

9.4.10 Технологическая компоновка

9.4.10.1 Содержательная постановка задачи объемной компоновки технологического оборудования и выбор критерия оптимальности

Для предприятий по хранению и переработке зерна характерна так называемая вертикальная технология. Смысл ее заключается в том, что зерно поднимается на верхний этаж здания, затем после обработки на оборудовании этого этажа в соответствии с технологическим маршрутом, самотечным транспортом попадает на оборудование, расположенное на соседнем более низком этаже и т.д.

Ясно, что самотек зерна между соседними этажами может быть обеспечен только при определенных углах наклона транспортных магистралей. Углы наклона транспортных магистралей зависят от взаимного расположения связанных единиц оборудования. С другой стороны, существуют требования на расположение оборудования в пределах каждого этажа здания.

В простейшем случае они сводятся к тому, чтобы расстояния между единицами оборудования, между оборудованием и стенами здания не были меньше некоторой нормативной величины. Практически же в процессе проектирования необходимо учитывать то, что оборудование на этажах предприятия должно размещаться с

обязательным учетом тех участков здания, в которых не может быть установлено.

Задачей объемной компоновки мы назовем мы поиск наиболее плотного расположения технологического оборудования в проектируемом сооружении с учетом предъявляемых требований. Естественно, что вариант проекта предприятий по хранению и переработке зерна с наиболее плотной компоновкой оборудования при соблюдении всех необходимых требований является и наиболее экономичным, так как он может быть реализован в здании с наименьшими габаритами.

На практике поиск наиболее наилучшего варианта проекта осуществлялся вручную (без применения ПК) 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.

9.4.10.2 Постановка оптимизационной задачи пространственной компоновки

Пусть m -количество этажей здания, n_i -количество единиц оборудования, которое должно быть размещено на i -м этаже здания. Технологические связи между оборудованием i -го этажа с оборудованием $i+1$ -го этажа зададим с помощью матрицы $d_{i,j,k}$, где i -номер этажа, $i=1, \dots, m-1$, j - номер оборудования i -го этажа, $j=1, \dots, n_i$, k - номер оборудования $i+1$ -го этажа, $k=1, \dots, n_{i+1}$.

При этом

$$d_{i,j,k} = \begin{cases} 1, & \text{если технологическая связь имеет место,} \\ 0, & \text{если связь отсутствует.} \end{cases}$$

Будем считать заданным расположенные здания в координатах $Ox_1x_2x_3$ (рисунок 39). Один из углов здания находится в точке (O, O, O) .

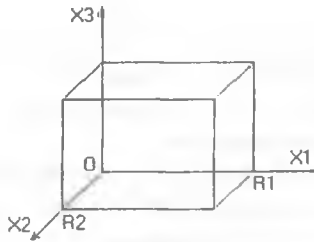


Рисунок 39

Пусть R_1, R_2 – размеры здания в горизонтальной плоскости, H_i – высота i -го этажа, $i = 1, 2, \dots, m$.

Пусть b_i^k – полуразмер k -й единицы оборудования, расположенной на i -м этаже здания, по оси OX_S , $S=1,2$ в стандартном положении. Эти величины считаются заданными.

Введем переменную β_i^k , которая характеризует ориентацию k -й единицы оборудования в плоскости i -го этажа здания:

$$\beta_i^k = \begin{cases} 1, \\ 2, \end{cases} \quad k=1, \dots, n_i; \quad i=1, \dots, m \quad (74)$$

Конкретные значения этих переменных обычно задаются проектировщиком (специалистом). Если с точки зрения проектировщика $\beta_i^k=1$, то это значит, что k -я единица оборудования должна занять в плоскости i -го этажа стандартное положение. Если же проектировщик считает, что $\beta_i^k=2$, то k -я единица должна занять в плоскости i -го этажа положение ортогональное стандартному.

Необходимы вспомогательные переменные $\mu_S^{i,k}$, $i=1, \dots, m$, $k=1, \dots, n_i$, $S=1,2$. Определяем их с помощью соотношений

$$\mu_S^{i,k} = \begin{cases} S, & \text{если } \beta_i^k = 1, \\ S+3, & \text{если } \beta_i^k = 2 \end{cases} \quad (75)$$

Используем выражение (75) для вычисления параметров задачи вида:

$$I_S^{i,k} = b_i^k$$

где, $j = \mu_S^{i,k}$, $k=1, \dots, n_i$, $i=1, \dots, m, S=1,2$.

Ясно, что величины l_i^k , $S=1,2$ характеризуют размеры k -й единицы оборудования на i -м этаже здания с учетом ориентации этого оборудования в координатной плоскости Ox_1x_2 , предлагаемой проектировщиком.

Отметим, что геометрическое расположение оборудования на этаже определяется координатами центра прямоугольной фигуры, имитирующей данное оборудование, а также соотношением (74), (75).

Рассмотрим, классический вариант определения расстояния между оборудованием размещенным на одном этаже. Для вычисления расстояния между k -й и j -й единицами оборудования i -го этажа здания используем выражение вида:

$$g(x^{i,k}, x^{i,j}) = \max \{ |x_1^{i,k} - x_1^{i,j}| - (l_1^k + l_1^j) \} \quad (76)$$

где $x^{i,k}$, $x^{i,j}$ - координаты, k -й и j -й единиц оборудования. Формулу (76) можно проиллюстрировать примером, изображенным на рисунок 40. Очевидно, что для примера на рисунке 40 имеют место соотношения:

$$\begin{aligned} g(x^1, x^2) &= x_1^2 - x_1^1 - (l_1^1 + l_1^2), \\ g(x^1, x^3) &= x_2^3 - x_2^1 - (l_2^1 + l_2^3) \end{aligned}$$

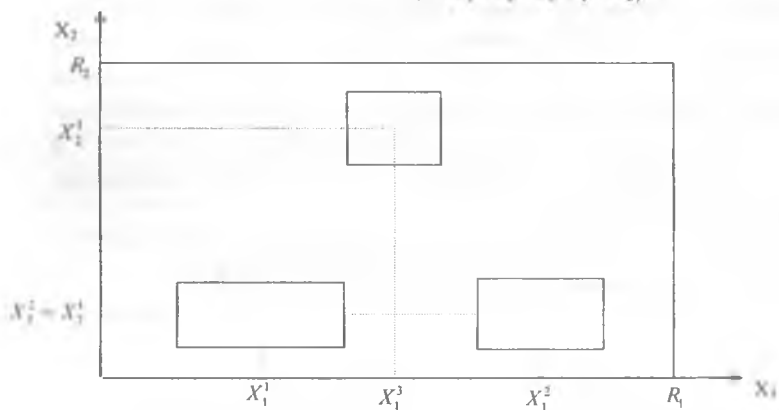


Рисунок 40 – Определение расстояния между оборудованием размещенным на одном этаже

Действительно имеем в первом случае:

$$\begin{aligned}x_2^i - x_1^i - (l_i^i + l_i^i) &= (x_1^i - l_i^i) - (x_1^i + l_i^i) < 0, \\x_2^i - x_1^i - (l_i^i + l_i^i) &= -(l_i^i + l_i^i) < 0.\end{aligned}$$

во втором:

$$\begin{aligned}x_2^i - x_1^i - (l_i^i + l_i^i) &= (x_1^i - l_i^i) - (x_1^i + l_i^i) < 0, \\x_1^i - x_1^i - (l_i^i + l_i^i) &= (x_1^i - l_i^i) - (x_1^i + l_i^i) < 0\end{aligned}$$

Формализуем теперь ограничения, возникающие как результат наличия технологических связей оборудования данного этажа здания с оборудованием предыдущего и последующего этажей.

Пусть w^{ikj} - угол, образованный отрезком прямой, соединяющим k -ю единицу оборудования i -го этажа с j -й единицей оборудования $i+1$ -го этажа и осью OX_3 (рисунок 41)

Имеют место ограничения вида

$$0 \leq w^{ikj} \leq \alpha, \quad (77)$$

где α - заданный угол, определенный требованиями технологии, при этом $0 < \alpha < 90$.

На основании (77) можно записать

$$0 \leq \operatorname{tg} w^{ikj} \leq \operatorname{tg} \alpha$$

или

$$0 \leq \frac{\|x^{i,k} - x^{i+1,j}\|}{H} \leq \operatorname{tg} \alpha, \quad i=1, \dots, m-1, k=1, \dots, m, j=1, \dots, m+1, \quad (78)$$

где $\|\cdot\|$ - евклидова норма.

Из выражения (78) получим

$$\|x^{i,k} - x^{i+1,j}\| \leq H \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha$$

или

$$\sum_{s=1}^3 (x_s^{i,k} - x_s^{i+1,j})^2 \leq H^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha, \quad i=1, \dots, m-1, k=1, \dots, n_i, j=1, \dots, n_{i+1} \quad (79)$$

В процессе проектирования необходимо помнить с том, что часть площадей здания в силу ряда причин может быть реализована для специальных целей, эти площади являются запретными для размещения на них технологического оборудования. Последнее должно быть учтено введением фиктивных единиц оборудования с необходимыми размерами и с заданными координатами. Будем считать, что для каждого этажа наборы фиксированных единиц оборудования известны.

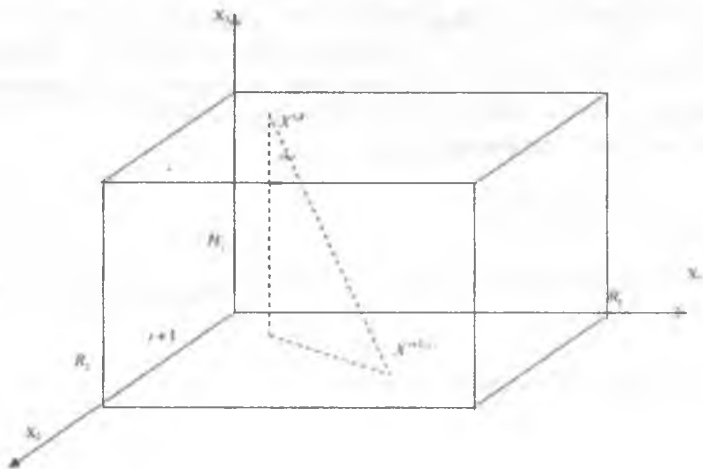


Рисунок 41 – Геометрическая интерпретация соотношения (79)

Пусть

$\left\{ \begin{array}{l} 1, \text{ если } k\text{-я единица оборудования фиксирована на } i\text{-м} \\ \text{этаже.} \end{array} \right.$

0, если k -я единица оборудования свободна на i -м этаже.

где $k=1, \dots, n_i$; $i=1, \dots, m$

С учетом соотношений (76) и (79) поставим следующую задачу объемной компоновки технологического оборудования:

$$\sum_{i=1}^m \left[\sum_{k=1}^{n_i} \sum_{j=k+1}^{n_i} \sum_{S=1}^2 (x_{ij}^{kS} - x_{ij}^{jS})^2 + \sum_{k=1}^{n_i} \sum_{S=1}^2 (x_{ij}^{kS} - R_{ij})^2 + \sum_{k=1}^{n_i} \sum_{S=1}^2 (x_{ij}^{kS})^2 \right] \rightarrow \min \quad (80)$$

$$\max_S \{x_S^{i,k} + x_S^{i,l}\} - (l_S^{i,k} + l_S^{i,l}) \geq \alpha, \quad (81)$$

$i=1, \dots, m, k=1, \dots, n_1, j=k+1, \dots, n_1$,

$$\sum_{S=1}^2 (x_S^{i,k} - x_S^{i+1,j}) \leq n_{i,k}, i=1, \dots, m-1; k=1, \dots, n_1; j=1, \dots, n_{i+1} \quad (82)$$

$$r_S^{i,k} \leq x_S^{i,k} \leq P_S^{i,k}, S=1,2; i=1, \dots, m; k=1, \dots, n_1 \quad (83)$$

$$h_{i,k,j} = \begin{cases} R_1^2 + R_2^2, & \text{если } d_{i,k,j} = 0, \\ H_i^2 + \alpha^2, & \text{если } d_{i,k,j} = 1, \end{cases} \quad (84)$$

$$r_S^{i,k} = \begin{cases} l_S^{i,k} + \alpha, & \text{если } t_{i,k} = 0, \\ -i_k, & \text{если } t_{i,k} = 1, \\ x_S, & \text{если } t_{i,k} = 1, \end{cases} \quad (85)$$

$$P_S^{i,k} = \begin{cases} R_i - l_S^{i,k}, & \text{если } t_{i,k} = 0, \\ -i_k, & \text{если } t_{i,k} = 1, \end{cases} \quad (86)$$

Q – нормативное расстояние между отдельными единицами оборудования и стенами здания, $Q>0$;

$x_S^{i,k}$ – координаты фиксированных единиц оборудования.

Приведем общие замечания к задаче (80) - (83) относится к классу многоэкстремальных задач нелинейного программирования. Для задачи характерна блочность ряда ограничений, точнее ограничения (81) и (83) являются (блочными), а ограничения (82)-глобальными (связывающими). Следует отметить, что задача (80)-(83) была ориентирована на активное участие проектировщика в вычислительном процессе путем задания входной информации, определяющей габариты здания $R_1, R_2, H_i, i=1, \dots, m$, величины $\beta^{i,k}, i=1, \dots, m, k=1, \dots, n_1$, а также путем фиксирования тех или иных единиц оборудования.

9.4.10.3 Выбор и обоснование метода решения задачи

Рассматриваемая выше задача, относится к классу многоэкстремальных задач нелинейного программирования. Данное обстоятельство диктует необходимость выбора алгоритма многоэкстремальной минимизации. Так же как и в прежней математической постановке сведем задачу (80)-(83) к задаче безусловной минимизации на основе метода штрафных функций.

Пусть

$$f(x) = \sum_{i=1}^{m+1} \left[\sum_{k=1}^{n_1} \sum_{j=k+1}^{n_1} \sum_{S=1}^2 (x_S^{i,k} - x_S^{i,j})^2 + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^{n_1} (x_S^{i,k} - R_i)^2 + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^{n_1} (x_S^{i,k})^2 \right] \rightarrow \min \quad (87)$$

$$\varphi_{i,k,j}^{(1)}(x) = \left[\min \left\{ \max \left\{ x_S^{i,k} - x_S^{i,j} \right\} - (l_S^{i,k} + l_S^{i,j}) \right\}, -a, 0 \right] \}, \quad (88)$$

$$k=1, \dots, n_{i-1}, \quad j=k+1, \dots, n_i, \dots, \quad i=1, \dots, m,$$

$$\varphi_{i,k,S}^{(1)}(x) = \left[\min \left\{ x_S^{i,k} - p_S^{i,k}, 0 \right\} \right]^2 + \left[\max \left\{ x_S^{i,k} - p_S^{i,k}, 0 \right\} \right]^2, \quad (89)$$

$$S=1,2; \quad k=1, \dots, n_i; \quad i=1, \dots, m;$$

$$\varphi_{i,k,j}^{(2)}(x) = \left[\max \left\{ \sum_{s=1}^2 (x_S^{i,k} - x_S^{i+1,j})^2 - h_{i,k,j}, 0 \right\} \right]^2, \quad (90)$$

$$k=1, \dots, n_i; \quad j=1, \dots, n_{i+1}; \quad i=1, \dots, m-1,$$

$$F(x, \lambda) = f(x) + \lambda \left(\sum_{i=1}^m \left[\sum_{k=1}^{n_i} \sum_{j=k+1}^{n_i} \varphi_{i,k,j}^{(1)}(x) + \sum_{k=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_{i+1}} \varphi_{i,k,j}^{(2)}(x) \right] + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} \varphi_{i,k,j}^{(3)}(x) \right). \quad (91)$$

На основании выражений (87) – (91) получим задачу безусловной минимизации вида:

$$F(x, \lambda) \rightarrow \min, \quad (92)$$

Обозначим оптимальное решение задачи (92) при заданном значении параметра λ через $x(\lambda)$. Пусть $\{\lambda_t\}$, $t=1, 2, \dots$, последовательность значений параметра λ такая, что

$$\lambda_t \rightarrow \infty$$

Доказано, что

$$\bar{x}(\lambda_t) \rightarrow x^*$$

где x^* – оптимальное решение задачи (80) – (83).

В разработанной для решения данной задачи программе 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. В течение достаточно длительного времени алгоритм успешно применялся для решения многих прикладных задач.

Примечание – необходимые справочные данные для задач 9.4.1 – 9.4.9 можно взять из приложения А книги [1].

10 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

10.1 Характеристики и поведение систем

Разработка и внедрение в инженерную практику методов исследования динамики функционирования сложных систем является актуальной задачей в последние три десятилетия. К классу таких систем относятся крупные производственные, энергетические и технологические комплексы, сами средства управления, создаваемые на базе вычислительной техники, вычислительные системы и многие другие системы. При проектировании и создании сложных систем, их испытаниях и эксплуатации возникают многочисленные задачи, требующие знания количественных и качественных закономерностей, свойственных рассматриваемым системам.

Отнесение той или иной системы к разряду «сложных» или «простых» весьма условно и во многом определяется задачами исследования систем. Будем считать **систему сложной**, если в системе функционирует некоторое количество взаимно связанных и взаимодействующих между собой элементов, обеспечивающих выполнение системой некоторого набора функций, выполнение которых приводит к достижению поставленной перед системой цели. Примером сложной системы может служить производственный процесс крупного предприятия, оснащенного средствами механизации и автоматизации управления производственными и технологическими операциями. В последние годы вместо термина «сложная система» используется термин «система». Поэтому в дальнейшем изложении будем использовать именно этот термин.

Понятие **элемента системы** и разделение системы на элементы с практической точки зрения относительны. Рассматривая в качестве системы производственный комплекс предприятия, можно считать его элементами производственные комплексы отдельных цехов или отдельные технологические линии. Если же системой служит технологическая линия, то элементами можно считать отдельные станки и агрегаты. При формальном подходе к системам элементом считается объект, не подлежащий дальнейшему делению

на части. Внутренняя структура элемента не является предметом изучения теории систем. Существенны лишь такие свойства элемента, которые определяют его взаимодействие с другими элементами системы или влияют на свойства системы в целом.

Любая совокупность элементов системы может рассматриваться как ее **подсистема**. Обычно подсистемы являются некоторыми самостоятельно функционирующими частями системы. При этом цель функционирования подсистемы согласована с целью всей системы. Правильное выделение подсистем системы часто способствует упрощению расчетов при исследовании и более наглядной интерпретации его результатов.

Важную роль в системах играют вопросы управления. Управление представляет собой процесс сбора, передачи и переработки информации, осуществляемый специальными средствами. Управляющие устройства перерабатывают информацию, поступающую от элементов системы, от вышестоящих органов и от воздействий внешней среды. В результате вырабатываются управляющие команды, которые изменяют состояния и режимы функционирования элементов системы.

Если управление сложной системой сосредоточено в едином центре, оно называется **централизованным**. На практике встречаются различные степени **децентрализации** управления, когда функция управления распределена между главным и периферийными центрами управления, а также свойственна в определенной мере и элементам системы. Как правило, структура средств управления сложной системой является иерархической, при которой имеется несколько уровней управления.

Многим системам свойственны в той или иной степени черты самоорганизации. Система называется **самоорганизующейся**, если она способна на основании оценки воздействий внешней среды, путем последовательного изменения своих свойств перейти к некоторому устойчивому состоянию, когда воздействия внешней среды окажутся в допустимых пределах.

Реальные системы функционируют в условиях действия большого числа случайных факторов. Источниками случайных факторов являются воздействие внешней среды, а также ошибки,

шумы и отклонения различных величин, возникающих внутри системы.

В заключение перечислим основные отличительные признаки систем:

- наличие большого количества взаимно связанных и взаимодействующих между собой элементов;
- сложность функций, выполняемых системой и направленной на достижение заданной цели функционирования;
- возможность разбиения системы на подсистемы, цели функционирования которых подчинены общей цели функционирования всей системы;
- наличие управления, разветвленной информационной сети и интенсивных потоков информации;
- наличие взаимодействия с внешней средой и функционирование в условиях взаимодействия случайных факторов.

10.2 Имитационные модели систем

Сложность используемой и создающейся техники, сложность используемых технологий, транспортных и производственных связей непрерывно растет (принято говорить об экспоненциальном росте характеристик сложности). В этом и состоит особенность эпохи развития производственной деятельности, которую обычно называют эпохой научно-технической революции, которая фактически превратилась в естественное состояние развивающейся техники и экономики.

Резкое усложнение производственных связей и технологий качественно усложняет работу проектировщика производственных и технологических систем. Его сегодняшняя деятельность качественно непохожа на проектную работу прошлого века. Усложнение проектируемых объектов приходит в противоречие с традиционными принципами проектирования, которые всегда предполагали, что главный конструктор имеет целостное представление о проектируемой системе. Поскольку физиологические возможности человека ограничены, а сложность

создаваемых систем непрерывно растет то, очевидно, что однажды этот тезис перестает быть справедливым.

Поэтому на повестку дня выдвигается проблема принципиального изменения всей технологии проектирования систем. Ее особенность - широкое использование современных способов обработки информации и представления ее в таком виде, который позволил бы проектировщику полностью использовать свои творческие возможности. В последние годы этой проблеме уделяется все большее и большее внимание, причем такое явление характерно для всех индустриально развитых стран, создающих сложные образцы систем и реализующих проекты сложнейших народно - хозяйственных комплексов.

Стала очевидной необходимость создания взаимоувязанной системы проектирования, включающей в себя и систему программ для инженерных расчетов, и автоматизированные рабочие места проектировщиков, и разнообразные диалоговые процедуры. Системы проектирования, как они задумываются сегодня, требуют коллективного использования баз данных, систем моделей и программ, а создание специального математического обеспечения обычно требует многих лет упорной работы многочисленных коллективов высокой квалификации. По современному представлению, такая система должна быть некоторым машинным аналогом испытательного полигона - сложнейшей **имитационной системой**. Ядро такой системы составляет **имитационная модель** - комплекс алгоритмов и программ, позволяющих отображать в информационном пространстве вычислительной системы поведение проектируемой системы в интересующем исследователя аспекте. Сходство реальной системы с моделью заключается в том, что в реальной системе и в имитационной модели циркулирует одинаковая информация, которая подчиняется одинаковым закономерностям. Исследуя поведение имитационной модели при заданных условиях, можно получить информацию, позволяющую определить поведение реальной системы при таких же условиях.

При проектировании сложных систем важнейшим является принцип разделения (принцип декомпозиции), означающий, что сложная система представляется в виде некоторого множества взаимосвязанных элементов - составных частей системы. Такое разделение элементов должно быть приспособлено и к сборке -

синтезу. Такой же принцип используется и при разработке имитационных моделей, которая обычно представляется некоторым набором элементов, взаимодействие которых описывается некоторым алгоритмом. Реализация этого алгоритма в виде программы на вычислительной системе, собственно и есть имитационная модель.

Формализованное описание системы представляет собой четкое математическое описание реальной системы с необходимой степенью точности.

10.3 Этапы разработки и применения имитационных моделей

Можно выделить следующие этапы разработки и применения имитационных моделей:

- 1) содержательное описание исследуемой или проектируемой системы;
- 2) формализованное описание системы, построение математической модели процесса функционирования системы;
- 3) разработка моделирующего алгоритма;
- 4) программирование;
- 5) отладка программы;
- 6) исследование адекватности имитационной модели;
- 7) если модель адекватна, то перейти к пункту 8, иначе к пункту 2(в общем случае);
- 8) математическая постановка прикладной задачи, решаемой с помощью имитационной модели;
- 9) проведение машинных имитационных экспериментов;
- 10) анализ результатов имитационных экспериментов, принятие решений для проектируемой системы;
- 11) если есть еще прикладные задачи, то перейти пункту 8, иначе к пункту 12;
- 12) анализ результатов решений прикладных задач, принятие решения о развитии имитационной модели;
- 13) если решение о развитии системы принято, то перейти к пункту 2, иначе перейти к пункту 14;
- 14) оставить модель в эксплуатации и ждать новых задач.

Рассмотрим более подробно представленные этапы. **Содержательное описание системы** представляет собой первую попытку четко изложить закономерности, характерные для исследуемой или проектируемой системы. Содержательное описание в словесном выражении концентрирует сведения о физической природе и количественных характеристиках элементарных явлений исследуемой системы, о степени и характере взаимодействия между ними, о месте и значении каждого элементарного явления в процессе функционирования исследуемой реальной системы. Содержательное описание может быть составлено в результате достаточно обстоятельного изучения системы. Зачастую изучение системы сводится к наблюдению за ее функционированием и фиксации количественных характеристик при проведении натурного эксперимента на реально существующей аппаратуре и оборудовании. Однако часто требуется построить содержательное описание систем, для которых соответствующая аппаратура и оборудование реально не существует, а имеются только проекты, техническая документация, замысел конструктора. В этих случаях используются накопленный опыт и результаты наблюдения за процессами функционирования аналогичных систем с учетом особенностей исследуемой системы.

Помимо сведений, непосредственно характеризующих процесс, в содержательное описание включаются дополнительные материалы. Это, прежде всего, постановка прикладной задачи. В этой постановке формулируется цель моделирования, перечень искомых величин и требуемая точность их вычислений. Постановка прикладной задачи может и не иметь строгой математической формулировки. В то же время она должна обязательно содержать четкое изложение идеи предполагаемого исследования, перечень зависимостей, подлежащих оценке по результатам моделирования. Кроме постановки прикладной задачи в содержательное описание включаются также исходные данные, необходимые для исследования: численные значения используемых характеристик и параметров системы (возможно в виде таблиц и графиков), а также значения начальных условий.

Сущность **формализации** обычно сводится к следующему. Моделируемая система представляется **формализованной схемой (функциональной моделью)**: набором взаимосвязанных

элементов, математическое описание которых не представляет непреодолимых трудностей. Далее выбирается совокупность характеристик и параметров. В качестве характеристик состояний системы выбираются такие функции, которые с одной стороны обеспечили бы возможность вычисления искомых величин при моделировании, а с другой - давали бы возможность получить достаточно простую математическую модель. Выбор параметров, характеризующих процесс функционирования системы, обусловлен теми факторами, которые должны обеспечить достаточную полноту описания главнейших особенностей реальных явлений с точки зрения прикладных задач. Необходимо отметить, что стремление к учету как можно большего числа действующих факторов не всегда оказывается оправданным. Как правило, учет факторов, влияние которых не является определяющим для оценки характеристик и параметров исследуемого процесса, приводит лишь к тому, что модели становятся чересчур громоздкими и плохо обозримыми, а точность решения задач при этом практически не увеличивается и даже может уменьшиться. Конкретные рекомендации по этому поводу могут быть даны только при рассмотрении сравнительно узких классов систем с учетом их структуры и природы явлений, составляющих процесс их функционирования. Следует также отметить, что невозможно указать какие-либо формальные правила для выбора характеристик состояний и параметров исследуемых реальных систем. Исследователь в этом отношении может руководствоваться лишь собственной интуицией, опирающейся на постановку прикладной задачи и понимание природы процесса функционирования системы.

К формализованной схеме прилагается систематизированная и уточненная совокупность всех исходных данных, известных параметров процесса и начальных условий. Эти величины могут оставаться представленными графически, но должны быть выяснены все вопросы, связанные с интерполяцией и экстраполяцией экспериментального материала. Обычно содержательное описание включает сведения, достаточные для построения формальной схемы. Однако бывают случаи, когда материал содержательного описания, относящийся к некоторым элементам системы, не дает оснований для достаточно точного их описания. В этих случаях могут потребоваться дополнительные

эксперименты или наблюдения, уточняющие представления об исследуемой системе. Следует подчеркнуть, что формализованная схема полностью подводит итог изучению и экспериментальному обследованию системы. Все сведения о системе, которые мы можем почерпнуть из эксперимента или технической документации должны быть использованы на этапе построения формальной схемы. Дальнейшее преобразование формализованной схемы выполняется математическими методами без притока дополнительной информации о системе. На этапе построения формализованной схемы должна быть дана точная математическая постановка задачи исследования с указанием окончательного перечня искомых величин и оцениваемых зависимостей. Также на этом этапе прилагается совокупность всех исходных данных, известных параметрах системы и начальных условий. Эти величины могут быть представлены таблично или графически.

Математическая модель представляет собой систему соотношений, связывающих характеристики процесса функционирования системы с его параметрами и начальными условиями. Для преобразования формализованной схемы в математическую модель необходимо воспользоваться соответствующими математическими схемами (например, случайное событие, система массового обслуживания и др.), записать в аналитической форме все соотношения, выразить логические условия в виде системы неравенств, а также придать аналитическую форму по возможности всем другим сведениям, содержащимся в формализованной схеме.

Известны следующие основные способы использования математических моделей:

- Аналитические исследования;
- Исследования при помощи численных методов;
- Аппаратурное моделирование или моделирование на вычислительных машинах непрерывного действия и специальных моделирующих установках;
- Моделирование на цифровых вычислительных машинах (компьютерах).

В большинстве случаев моделирование процессов последним методом производится с учетом и имитацией случайных факторов.

Поэтому такой метод часто называют **методом статистического моделирования**. Именно этот метод является предметом настоящего изучения. В дальнейшем будем применять термин «**статистическое моделирование**» как эквивалентный термину «**имитационное моделирование**».

Для моделирования систем на цифровых вычислительных машинах необходимо преобразовать ее математическую модель в специальный **моделирующий алгоритм**. В соответствии с этим алгоритмом в компьютере вырабатывается информация, описывающая элементарные явления исследуемого процесса с учетом их связей и взаимных влияний. Определенная часть накопленной информации выводится на «печать» и используется для определения тех характеристик системы, которые требуется получить в результате моделирования. При **статистическом моделировании** реализация моделирующего алгоритма является, в некотором смысле, имитацией элементарных явлений, имеющих место в системе, с сохранением их логической структуры, последовательности протекания во времени, а также характера и состава информации о состояниях системы.

Отметим основные особенности моделирования систем с учетом случайных факторов:

– Искомые величины определяются как средние величины по данным большого количества реализаций процесса функционирования системы;

– Если количество реализаций N , используемых для оценки искомых величин, достаточно велико, то в силу закона больших чисел получаемые оценки имеют статистическую устойчивость, и с достаточной для практики точностью могут быть приняты в качестве приближенных значений искомых величин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арынгазин К.Ш., Гирнис С.Р. Математические модели и про-граммная реализация задач автоматизированного формирования схемы технологического процесса на элеваторах: учебное пособие. – Павлодар, 2004. – 110 с.
2. Арынгазин К.Ш., Сарлыбаева Л.М., Тлеубай А.Т. Технология элеваторной промышленности. – Павлодар, 2006. – 60 с.
3. Аюшев О. Г. Технология элеваторной промышленности: Методические указания по выполнению курсового проекта/ВСГТУ – Улан – Удэ, 2002. – 110 с.
4. Крылов М. М., Понятовская Т. В., Ус А. И. Курсовое и дипломное проектирование предприятий элеваторной промышленности. М. : Агропромиздат, 1985. – 159 с.
5. Изтаев А. И. Технологические качества зерна пшеницы Казахстана. – Алма-Ата, 1992. – 367 с.
6. Карпов В. И., Мышенков К. С. Моделирование систем / Курс лекций. – М., 2004. – 66 с.
7. Мерко И.Т., Погирной Н.Е., Касьянов Б.В. и др. Проектирование зерноперерабатывающих предприятий с основами САПР. – М., 1989. – 367 с.
8. Нагинская В.С. Автоматизация архитектурно – строительно-го проектирования. – М., 1986. – 255 с.
9. Нормы технологического проектирования хлебоприемных предприятий и элеваторов: ВНТП-05-88/Минхлебопродуктов СССР. ЦНИИПромзернопроект. – М., 1990. – 138 с.
10. Петров А. В., Черненький В.М. Разработка САПР. Кн. 1. Проблемы и принципы создания САПР. – М., 1990. – 191 с.
11. Платонов П.Н., Пунков С.П., Фасман В.Б. Элеваторы и склады. – М., 1987. – 319 с.
12. Пунков С.П., Изтаев А.И. Послеуборочная обработка зерна. – Алма-Ата, 1982. – 167 с.
13. Пунков С.П., Ким Л.В., Фейденгольд В.Б. Проектирование элеваторов и хлебоприемных предприятий с основами САПР. – Воронеж, 1996. – 283 с.

14. Пунков С. П., Румянцев Г. М. Проектирование элеваторов и хлебоприемных предприятий. – М., 1982. – 239 с.
15. Пунков С. П., Стародубцева А. И. Хранение зерна, элеваторно-складское хозяйство и зерносушение. – М., 1990. – 367 с.
16. Пятенков В. М., Резниковский И. А. Строительство элеваторов и комбинатов хлебопродуктов. – М., 1984. – 232 с.
17. Скориков Б. А., Простосердов А. Н., Карев В. И. и др. Конструкции и расчет элеваторов. – М., 1987. – 230 с.
18. Трисвятский Л. А. Хранение зерна. – М., 1986. 351с.
19. Фейденгольд В. Б. Эксплуатационная производительность технологических линий хлебоприемных предприятий и элеваторов: Обзорная информация. Серия: Элеваторная промышленность. – М., 1993. – 158 с.
20. Фейденгольд В. Б., Фомин Н. И., Додин А. В. Организация приемки зерна с автомобильного транспорта на хлебоприемных предприятиях. – М., 1992. – 42 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	4
1.1 Стадии проектирования	4
1.2 Задание на проектирование	5
1.3 Объем и содержание проектно-сметной документации	6
2. ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН.....	8
2.1 Основные требования.....	8
2.2 Здания и сооружения предприятий по хранению зерна	10
2.3 Железнодорожные пути	10
2.4 Автомобильные и водные подъездные пути.....	11
2.5 Оформление генерального плана	12
3 ОБЩЕСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ	13
3.1 Строительные конструкции элеваторов	13
3.2 Строительные конструкции складов безстарного хранения	17
3.3 Строительные конструкции складов для зерна	18
3.4 Строительные конструкции складов для тарных грузов.....	20
4 ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	21
4.1 Расчет и подбор оборудования для приемки и отпуска зерна	22
4.1.1 Прием и отпуск зерна с использованием автомобильного транспорта	24
4.1.1.1 Расчет устройств для контроля за качеством зерна	27
4.1.1.2 Расчет весового оборудования	31
4.1.1.3 Расчет оборудования при выгрузке зерна с автотранспорта	32
Производительность транспортирующего оборудования.....	35
4.1.2 Прием и отпуск зерна с использованием железнодорожного транспорта.....	36
4.1.2.1 Расчет устройств для погрузки зерна в железнодорожные вагоны	37
4.1.2.2 Расчет устройств для разгрузки зерна из железнодорожных вагонов	38
4.1.3 Прием и отпуск зерна с использованием морских и речных судов.....	39
4.1.3.1 Расчет устройств для речных причалов	39
4.1.3.2 Расчет устройств для морских причалов.....	41
4.1.4 Передача зерна на переработку.....	42
4.2 Расчет и подбор оборудования для очистки зерна.....	42
4.3 Расчет и подбор зерносушилок	45

4.4	Расчет и подбор транспортного оборудования.....	48
4.4.1	Нории	48
4.4.2	Конвейеры	51
4.5	Обработка и хранение отходов.....	51
4.6	Вместимость сооружений для хранения и обработки зерна	53
4.6.1	Определение вместимости силосов и бункеров	53
4.6.2	Определение вместимости проектируемых сооружений для хранения и обработки зерна.....	56
4.7	Технологическое проектирование рабочего здания и силосного корпуса элеватора	59
4.7.1	Требования по технике безопасности при размещении основного оборудования	59
4.7.2	Расположение норий и весов в рабочем здании элеватора	60
4.7.3	Расположение зерноочистительных машин	61
4.7.4	Расположение зерносушилок	61
4.7.5	Расположение конвейеров	63
4.7.6	Определение размеров рабочего здания в плане.....	63
4.7.7	Выбор формы и размеров сетки силосов и определение размеров силосного корпуса в плане	64
4.7.8	Определение высоты этажей рабочего здания и силосного корпуса	64
4.7.9	Увязка приёмных устройств и силосного корпуса с рабочим зданием элеватора.....	67
5	ОБЪЕМНО – ПЛАНИРОВОЧНОЕ РЕШЕНИЕ	69
5.1	Взаимная компоновка рабочего здания с силосными корпусами и приемно-отпускными устройствами.....	69
5.2	Рабочее здание и силосный корпус.....	71
5.3	Компоновка зерносушилок	73
5.4	Обработка и хранение отходов.....	74
5.5	Компоновка самотечных труб	74
5.6	Приемно – отпускные устройства элеваторов.....	75
6	ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ. АВТОМАТИЗАЦИЯ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ.....	81
6.1	Характеристика производственных помещений зернохранилищ в соответствии с правилами устройства электроустановок	81
6.2	Потребная мощность зернохранилищ	82
6.3	Система диспетчерского автоматизированного управления	86
6.4	Устройства для дистанционного измерения температуры хранящегося зерна.....	91
6.4.1	Технико - экономическая эффективность систем дистанционного управления	93

7 ТЕХНИКО - ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТИРУЕМЫХ И РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ.....	95
7.1 Техничко – экономическое обоснование строительства и реконструкции действующего зернохранилища	96
7.2 Научная организация производства и труда	97
7.3 Расчет капиталовложений на строительство	99
7.4 Основные показатели деятельности проектируемого элеватора....	100
7.5 Экономическая эффективность проекта	109
8 ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИ-РОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА (САПР)	111
8.1 Системный подход. Основные понятия и определения	111
8.2 САПР: принципы разработки, структура	118
9 МЕТОДЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ ЭЛЕВАТОРОВ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ	127
9.1 Цели и задачи САПР-ПХПЗ	127
9.2 Структурная схема процесса автоматизированного проектирования	128
9.3 Функциональная модель автоматизированного проекти-рования технологической части проекта	130
9.4 Математические модели и алгоритмы некоторых задач проектирования технологической части проекта элеватора	132
9.4.1 Расчет оборудования для приемки зерна с автомобильного транспорта.....	132
9.4.2 Расчет оборудования для приемки зерна с железнодорожного транспорта и отгрузки на железнодорожный транспорт.....	135
9.4.3 Расчет оборудования для приемки зерна с водного транспорта и отгрузки на водный транспорт	136
9.4.4 Расчёт объёмов обработки зерна при предварительной очистке	138
9.4.5 Расчет оборудования для очистки зерна	139
9.4.6 Расчет оборудования для сушки зерна	140
9.4.7 Расчет потребной вместимости зернохранилищ	142
9.4.8 Расчет численности персонала	144
9.4.9 Определение энергоёмкости элеватора.....	148
9.4.10 Технологическая компоновка.....	151
9.4.10.1 Содержательная постановка задачи объемной компоновки технологического оборудования и выбор критерия оптимальности ...	151
9.4.10.2 Постановка оптимизационной задачи пространст- венной компоновки.....	152
9.4.10.3 Выбор и обоснование метода решения задачи	157

10 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	159
10.1 Характеристики и поведение систем	159
10.2 Имитационные модели систем	161
10.3 Этапы разработки и применения имитационных моде-лей	163
ЛИТЕРАТУРА.....	168

К.Ш. Арынгазин, А.И. Изтаев

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗЕРНОВЫХ ЭЛЕВАТОРОВ С ЭЛЕМЕНТАМИ САПР

учебник

Бумага офсетная Формат 60x100 1/16
Плотность 80гр/м². Белизна 95%. Печать РИЗО.
Усл.печ.стр. 11. Объем 176 стр.



Подготовлено к изданию и отпечатано
в издательстве «Эверо»
РК, Алматы, ул. Байтурсынова, 22
тел.: 8 (727) 233 83 89, 233 83 43,
233 80 45, 233 80 42
e-mail: evero08@mail.ru
