

Авторефер.

К 63 МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
У С С Р

Одесский технологический институт пищевой промышленности
им. М. В. Ломоносова

На правах рукописи

Аспирант Комов В. Е.

Оптимизация некоторых параметров
приёмных устройств мельничных
элеваторов

Специальность 05875 - хранение зерна (элеваторно-
складское хозяйство)

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Одесса - 1972

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
У С С Р

Одесский технологический институт пищевой промышленности
им. М. В. Ломоносова

На правах рукописи

Аспирант Комов В. Е.

Оптимизация некоторых параметров
приёмных устройств мельничных
элеваторов

Специальность 05875 - хранение зерна (элеваторно-
складское хозяйство)



Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук



Одесса - 1972

Работа выполнена на кафедре подъемно-транспортных машин и элеваторов Одесского технологического института пищевой промышленности им. М.В. Ломоносова.

Научный руководитель: кандидат технических наук,
доцент Фасман В.Б.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор Платонов П.Н.
кандидат технических наук,
доцент Гордиенко В.

Оппонирующая организация - Государственный научно-исследовательский и проектный среднеазиатский зональный институт "Госниисредазпромзернопроект"

Автореферат разослан " _____ " _____ 1972 г.

Защита состоится "16" июня 1972 г. на заседании Совета Одесского технологического института пищевой промышленности им. М.В.Ломоносова. Просьба отзывы на автореферат в 2-х экземплярах направлять по адресу: 270080, Одесса, ул.Свердлова, 112, Одесский технологический институт пищевой промышленности им. М.В.Ломоносова.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОТИПИ им. М.В. Ломоносова.

УЧЁНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА

/Л. ЗАПОРОЖЕЦ/

ВВЕДЕНИЕ

В период создания материально-технической базы коммунизма и проведения хозяйственной реформы всё большее значение приобретают задачи максимального использования резервов производства, ускорения научно-технического процесса. На изыскание эффективных путей их решения направлено внимание учёных и работников промышленности.

Научно-технический прогресс выдвигает на первый план вопросы качества, надежности, оптимальности, эффективности использования различных систем народного хозяйства. Рациональное, экономичное хозяйствование в наше время приобретает решающее значение.

XXIV съезд КПСС поставил перед работниками сельского хозяйства ответственную задачу - довести в текущей пятилетке среднегодовой валовой сбор зерна до 195 млн. т. При этом ежегодные закупки зерна по твердому плану и сверх плана по повышенным ценам должны составлять 80 - 85 млн. т.

Увеличение объёмов производства и заготовок зерна в стране вызывает, соответственно, непрерывный рост перевозок его всеми видами транспорта, особенно железнодорожным. В 1970 г. железнодорожным транспортом было перевезено более 75 млн. т. зерна. Ежедневно под погрузочно-разгрузочными операциями, а также в движении на сети железных дорог находилось около 70 тыс. вагонов с зерном.

При таких объёмах перевозок зерна особо актуально стоит вопрос о беспростойной обработке вагонов на предприятиях системы хлебопродуктов. В настоящее время не все элеваторы успешно справляются с задачами беспростойной обслуживания транспортных средств о чём свидетельствуют значительные суммы штрафов, уплаченных транспортным организациям за сверхнормативный простой вагонов.

Только в первый полугодии прошлого года на подъездных путях хлебоприёмных предприятий каждый вагон простаивал сверх нормы 41 мин. Как пример недостаточного внимания к использованию транспортного хозяйства можно привести Калужское управление хлебопродуктов. В 1970 г.

предприятиями этого управления уплачено более 158 тыс.руб. штрафа за сверхнормативную задержку железнодорожных вагонов.

Беспростойная обработка транспортных средств на предприятиях системы хлебопродуктов, сокращение норм времени на погрузочно-разгрузочных операциях, ускорение оборачиваемости вагонов даст стране миллионы рублей дополнительной прибыли.

Учитывая исключительную важность данной проблемы для всего народного хозяйства и, в частности, для предприятий системы хлебопродуктов, основная цель настоящего исследования заключается в разработке научно обоснованного метода определения оптимального количества и производительности линий обслуживания для мельничных элеваторов различных типов на основе применения математических методов теории массового обслуживания.

I. Анализ литературных данных и задачи исследования

Математические методы теории массового обслуживания в настоящее время находят широкое применение в различных областях народного хозяйства - промышленном производстве, всевозможных видах ремонта техники и оборудования, снабжении, организации массовых перевозок и т.д. Однако, общей особенностью задач, связанных с массовым обслуживанием, является случайный характер исследуемых явлений, что накладывает отпечаток на свойства получаемых зависимостей, с помощью которых производится оценка качества функционирования систем.

Среди работ, связанных с применением методов теории массового обслуживания при решении различных народнохозяйственных задач и близких к теме настоящего исследования, следует отметить исследования Б.Гчеденко, М.Зубкова, М.Горбатого, Д.Волового, В.Савина, А.Ирхина, Л.Гаськова, В.Падни, В.Севастьянова и др., з которых наряду с дальнейшим развитием теоретических положений разработаны практические рекомендации её применения в различных отраслях народного хозяйства.

Использование методов теории массового обслуживания при исследованиях работы обслуживающих систем в элеваторно-складском хозяйстве к сожалению недостаточно. В работах И.Н.Платонова и А.И.Павлова исследовано функционирование обслуживающих систем ряда складов (в том числе склада базы хлебопродуктов) при пуассоновских входящих потоках. В исследованиях В.М.Нико изучены закономерности потоков автомашин, поступающих с токов колхозов на приёмные устройства хлебоприёмных пунктов. В работе О.Д.Шумского и М.В.Гордиенко методы теории массового обслуживания использованы при расчёте оборудования и оперативных ёмкостей элеваторов, обеспечивающих беспростойную работу технологического оборудования.

Исследования, основанные на использовании математических методов для изучения процессов поступления зерна железнодорожным и водным транспортом на приёмные устройства элеваторов, расчётов оптимального количества и производительности устройств, анализа их работы в литературе отсутствуют.

Указанное состояние вопроса определило основные задачи настоящего исследования: 1) изучение процесса поступления зерна водным и железнодорожным транспортом на приёмные устройства элеваторов с целью построения математических моделей входящих потоков и установления их закономерностей; 2) рекомендация методики определения оптимального количества и производительности приёмных устройств и проверка её при расчётах и анализе работы действующих элеваторов.

Решение вышеуказанных вопросов базировалось на изучении закономерностей входящих потоков и анализе работы приёмных устройств мельничных элеваторов — одного из наиболее распространённых типов хранилищ, принимающих зерно с железнодорожного и водного транспорта в больших количествах.

2. Исследование закономерностей входящих потоков на мельничных элеваторах

С точки зрения случайных процессов теории массового обслуживания поступление вагонов, судов на приёмные устройства мельничных элеваторов, которое носит случайный характер, может быть рассмотрено, как требование на обслуживание. Эти требования поступают в большом количестве и носят массовый характер. Приёмные устройства элеваторов с другой стороны, могут быть рассмотрены как обслуживающие системы. Эти устройства являются системами массового обслуживания с ожиданием, так как в случае занятости устройства требование ожидает его освобождения.

С позиций теории массового обслуживания линии обслуживания мельничных элеваторов могут быть отнесены к полnodоступным системам. Поступающие требования могут быть обслужены любой свободной линией обслуживания. Все линии обслуживания имеют одинаковую производительность и являются взаимозаменяемыми. При приёме зерна с железнодорожного транспорта линией обслуживания можно считать часть приёмного устройства, обслуживаемую одним приёмным транспортером. Количество приёмных ларей, приходящихся на один транспортер, может быть различным.

Устройства для выгрузки зерна из судов и барж состоят из одной линии обслуживания, хотя возможны случаи увеличения их количества до 2, что, в общем случае, наблюдается очень редко. Так как количество приёмных линий не превышает обычно $I - 2$, то обслуживающие системы мельничных элеваторов можно отнести к разряду систем с ограниченным числом линий обслуживания.

Поступающие на обслуживание требования не обладают приоритетом друг перед другом. Поэтому обслуживание требований производится по принципу - "первый пришёл - первым обслужен".

Бероятностный характер входящих потоков на мельничных элеваторах можно объяснить следующим. Несмотря на то, что каждый поток

планируют и регулируют, в большинстве случаев довольно трудно, а иногда просто невозможно указать моменты поступления данной партии зерна на элеватор. Процесс прибытия транспортных средств на элеваторы складывается под воздействием сложного комплекса природных, технических и экономических факторов. На каждом элеваторе, как правило, замыкается большое количество грузопотоков, поступающих из различных направлений. Каждый грузопоток характеризуется большим разнообразием транспортных средств, грузоподъемностью, различной скоростью движения и целым рядом других случайных факторов.

Продолжительность обработки судов и вагонов (время обслуживания) также находится под воздействием ряда вероятностных характеристик: разного веса поступающих партий зерна, различного числа вагонов в подаче, производительности разгрузочных устройств, состояния транспортного оборудования, численности и квалификации обслуживающего персонала, организации процесса выгрузки и т.д.

Длина очереди на разгрузку является случайной величиной. Она зависит от количества и времени поступления транспортных средств, времени обслуживания, числа и производительности линий обслуживания и т.д.

Учитывая изложенное, потоки транспортных средств, поступающие на элеваторы, можно рассматривать как вероятностные. Это позволяет использовать для их изучения и описания методы теории вероятностей и математической статистики.

Для построения математической модели процесса обслуживания входящих потоков было проведено обследование работы основных типов мельничных элеваторов - 5 x 350 /г. Горький, мельзавод И I/, 2 x 175 /г.г. Поти, Ворошиловград, комбинаты хлебопродуктов/, 2 x 100 /г.г. Запорожье, Харьков, комбинаты хлебопродуктов/, 3 x 175 /г. Киев, комбинат хлебопродуктов И I/, за период 1962 - 1968 г.г.

Поступление зерна на вышеуказанные элеваторы производится либо одним потоком - по железной дороге (г.г. Ворошиловград, Запорожье, Харь-

ков), либо двумя потоками - по железной дороге и водным транспортом (г.г. Горький, Киев, Поти).

Методика постановки эксперимента заключалась в следующем. На каждом из обследуемых элеваторов регистрировалось поступление зерна железнодорожным транспортом на основании ведомостей подач и уборки вагонов (форма ГУ - 46). Регистрировалось ежедневное поступление вагонов (по подачам) и время обработки каждой подачи. Количество зерна (в тоннах) определялось на основании формы № 36 - документа оперативного учёта, регистрирующего движение зерна на элеваторе.

Поступление зерна водным транспортом изучалось на основании данных журналов регистрации поступления судов по суткам за период навигации. Время обработки судов, а также количество выгруженного за смену зерна определялось по журналам учёта работы элеватора.

Предварительный анализ работы мельничных элеваторов давал основания полагать, что входящие потоки должны быть близки к простейшим и обладать основными свойствами простейшего потока - свойствами стационарности (среднее количество поступающих требований не изменяется во времени), ординарности (требования поступают поодиночке, а не парами, группами), отсутствия последействия (прибытие очередного требования не зависит от прибытия предыдущих). Такие потоки описываются распределением Пуассона.

$$P_k(t) = e^{-\lambda t} \frac{(\lambda t)^k}{k!} \quad / k = 0, 1, 2, \dots / \quad (1)$$

где - $P_k(t)$ - вероятность поступления точно K требований за период $/ 0, t /$;

λ - параметр потока, математическое ожидание числа требований, поступивших на элеватор за единицу времени.

Анализ основных свойств простейшего потока применительно к реальным потокам, поступающим на мельничные элеваторы показал, что свойство стационарности выполняется, но иногда нарушается в силу ряда причин. Суточная, месячная неравномерности, сезонная неравно-

мерность поступления, связанная с открытием навигации или началом хлебозаготовительной кампании изменяют режимы поступления грузопотоков на элеваторы.

Свойство отсутствия последействия на мельничных элеваторах выполняется полностью. Как исключение, возможны случаи действия данного свойства, например, если поток составляют одни и те же транспортные средства (суда, баржи). Непоступление в срок данного транспортного средства может повлечь перестройку всего транспортно-го звена.

Предположение ординарности потока также выполняется со всей строгостью. Однако, в общем случае на приёмные устройства элеваторов могут поступать не только единичные самоходные суда и баржи, но и караваны барж, приводимые одним буксиром.

Однако, несмотря на то, что эти три условия одновременно могут не всегда выполняться полностью при определенных допущениях они могут служить прочным основанием для изучения реальных потоков, поступающих на мельничные элеваторы.

Следует отметить, что выбор периода стационарной работы мельничных элеваторов сопряжен со значительными трудностями, так как не всегда период максимального поступления характеризует стационарность процесса с точки зрения распределения поступлений требований на обслуживание.

Расчётным путем установлено, что для первого приближения входящий поток можно считать стационарным, если отношение средне-квадратичного отклонения величин \bar{C}_m месячного поступления от среднего значения \bar{B}_m за выбранный период к этому среднему не превышает 15 - 30%, т.е.

$$\frac{\bar{C}_m}{\bar{B}_m} \leq 0,15 - 0,30.$$

2)

Период стационарной работы для Ворошиловградского, Потийско-го, Запорожского, Харьковского, Киевского мельничных элеваторов при

приёме зерна с железной дороги колебался в пределах от 4 месяцев до 1 года. Для Горьковского элеватора при приёме зерна с железнодорожного транспорта этот интервал составил 2 - 5 мес., при приёме с одного транспорта 2 - 3 мес. Если поток был не стационарен в течение исследуемого года, то тогда рассматривались более мелкие промежутки времени, в течение которых поток был практически стационарным.

Потоки вагонов и судов (всего было изучено 33 входящих потока) были описаны методами математической статистики и на основании полученных результатов были построены диаграммы распределений теоретических \bar{P} и эмпирических P вероятностей при различных значениях λ (рис. 1).

Проверка соответствия полученных эмпирических данных теоретическим по критерию согласия Пирсона подтвердила гипотезу о пуассоновском распределении вероятностей подач вагонов на приёмные устройства мельничных элеваторов.

Хорошее согласование вероятностей получено также для случая поступления судов под выгрузку (Горьковский и Киевский элеваторы) /табл. 1/.

Исследование распределения интервалов времени между поступлениями требований на обслуживание (поступление судов на Горьковский элеватор за период стационарной работы, 1965 г., подач вагонов на Харьковский мельзавод № 1, 1968 г.) позволило установить показательный характер данного закона с достоверностью соответственно $P(\lambda) = 0,22$ и $0,20$ (рис. 2).

Распределение времени обслуживания подач вагонов (Харьковский элеватор, 1968 г.) подчиняется экспоненциальному закону с вероятностью $P(\lambda) = 0,45$ (рис. 3).

Проведенное исследование позволяет утверждать, что потоки вагонов и судов, поступающие на приёмные устройства мельничных элеваторов могут быть отнесены к разряду простейших и описаны распределением Пуассона.

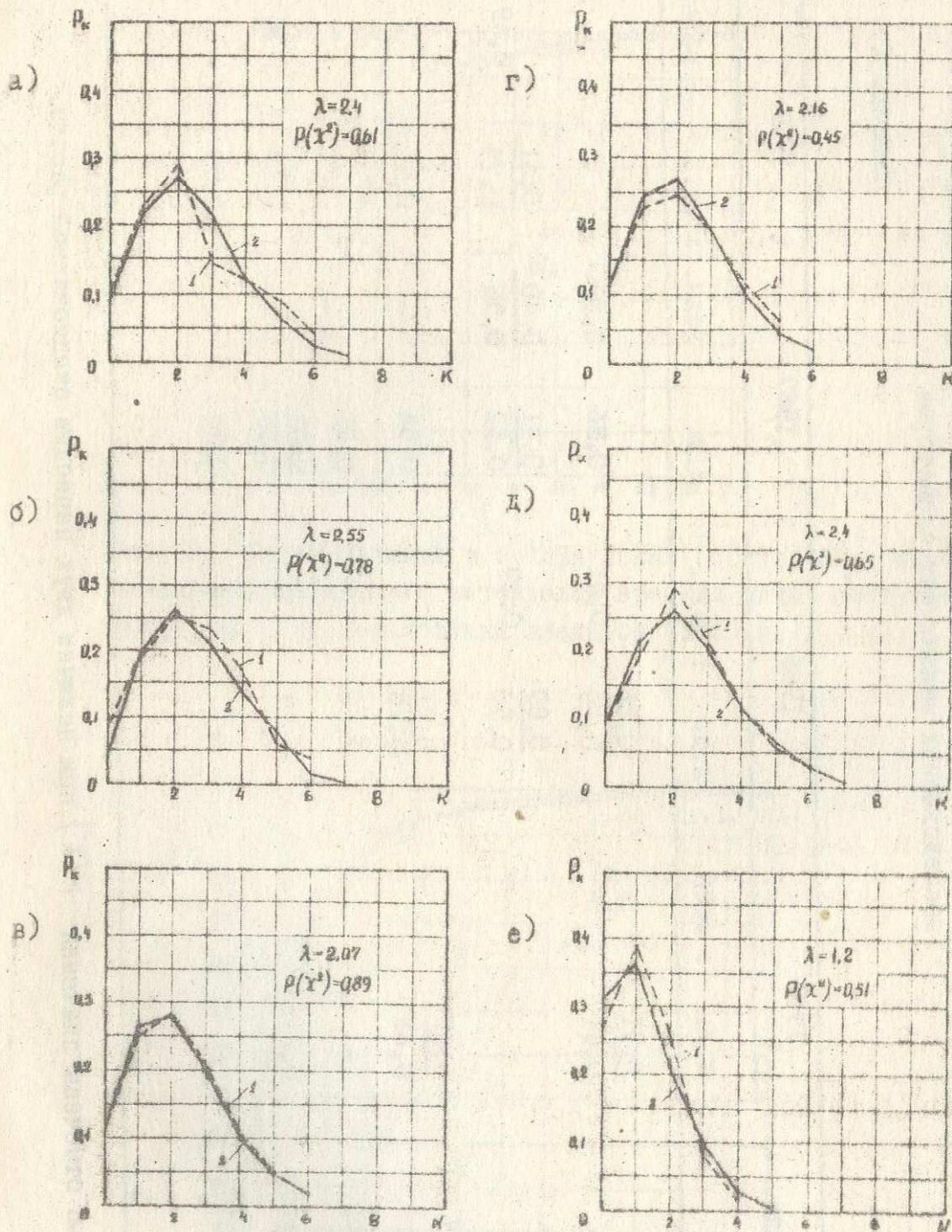


Рис. I Диаграммы распределения вероятностей поступления подач вагонов (1) на: а) Киевский элеватор (I-III мес. 1968 г.), б) Ворошиловградский элеватор (VIII-IX мес. 1966 г.), в) Запорожский элеватор (I-XII мес. 1966 г.), г) Потийский элеватор (I-XII мес. 1967 г.), д) Харьковский элеватор (I-XII мес. 1968 г.), е) Горьковский элеватор (IX-XII мес. 1965 г.) и соответствующие распределения Пуассона (2)

Значения величин критерия Пирсона $P(\chi^2)$ для изученных входящих потоков
 обследованных мельничных элеваторов

Таблица I

Объекты исследования	1965		1966		1967		1968	
	ж.д.	водн.	ж.д.	водн.	ж.д.	водн.	ж.д.	водн.
Горьковский элеватор	$\frac{0,91}{0,51}$	0,21	$\frac{0,16}{0,29}$	0,51	0,86	0,69	-	-
Киевский элеватор	-	-	$\frac{0,89}{0,90}$	0,29	$\frac{0,41}{0,52}$	$\frac{0,40}{0,56}$	$\frac{0,61}{0,75}$	0,49
Борошиловградский элеватор	$\frac{0,57}{0,63}$	-	$\frac{0,91}{0,78}$	-	0,54	-	0,58	-
Потийский элеватор	-	-	0,60	-	0,45	-	-	-
Запорожский элеватор	0,245	-	0,89	-	$\frac{0,44}{0,35}$	-	0,15	ж
Харьковский элеватор	-	-	-	-	0,56	-	0,65	-

Примечание: дробью отмечены значения $P(\chi^2)$ при наличии двух периодов стационарной работы.

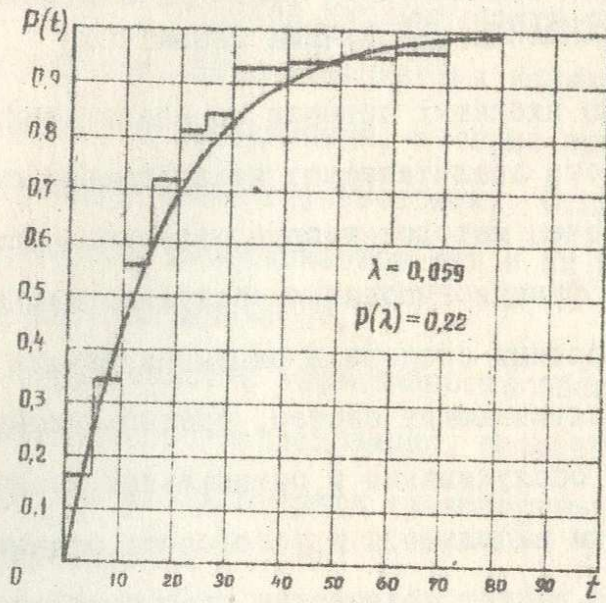


Рис. 2. Показательная и эмпирическая (ступенчатая линия) функции распределения интервалов времени между поступлениями судов на Горьковский элеватор (1965 г.).

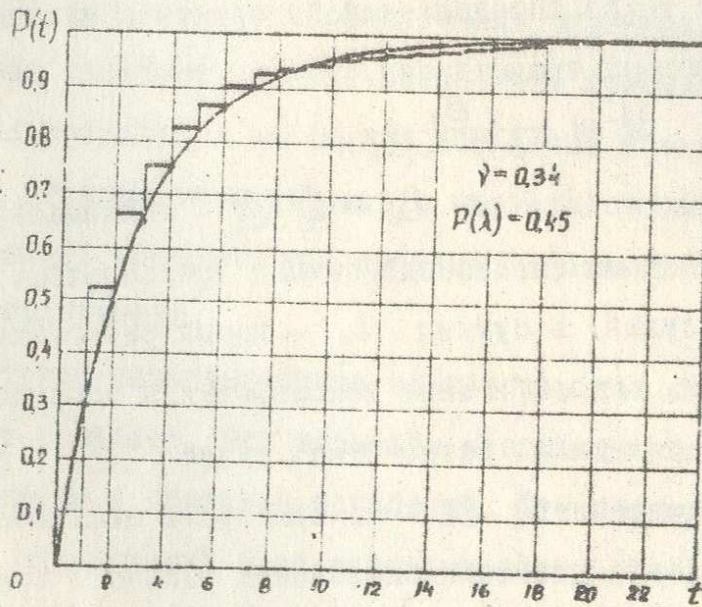


Рис. 3. Показательная и эмпирическая (ступенчатая линия) функции распределения времени обслуживания требований (Харьковский элеватор, 1968 г.).

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА ЛИНИЙ ОБСЛУЖИВАНИЯ МЕЛЬНИЧНЫХ ЭЛЕВАТОРОВ

Моделирование входящих потоков на мельничных элеваторах дает возможность произвести аналитическое исследование процесса поступления зерна с применением методов теории массового обслуживания и определить качество функционирования обслуживающих систем, т.е. потери времени транспортных средств в ожидании начала обслуживания, полноту загрузки обслуживающих систем, среднюю длину очереди транспортных средств на обслуживание и оптимальное количество линий обслуживания с учётом выполнения грузооборота элеватора.

Известно, что расчёт количества транспортётов при приёме зерна с железнодорожного транспорта в настоящее время производится по суткам с максимальным поступлением зерна по формуле

$$n = \frac{B_c}{n_n \cdot t_n \cdot k_u \cdot Q} \quad 3)$$

Необходимая производительность устройств для приёма зерна с водного транспорта также определяется по суткам с максимальным поступлением зерна водным транспортом.

$$Q = \frac{B_c}{n_n \cdot t_n \cdot k_u \cdot k_m \cdot n} \quad 4)$$

В приведенных формулах: $B_c = \frac{B_m}{30} \cdot \mathcal{E}_c$ - максимальное суточное поступление зерна водным (железнодорожным) транспортом, т.; n_n - число подач вагонов (судов) в сутки; t_n - время разгрузки одной подачи (судна), час; k_u - коэффициент использования оборудования; Q - производительность приёмного устройства, т/час; \mathcal{E}_c - суточный коэффициент неравномерности; B_m - максимальное месячное поступление зерна, т.; k_m - коэффициент использования рабочего времени по метеоусловиям.

Следует отметить, что данная методика определения количества приёмных линий имеет ряд существенных недостатков, а именно: она не отражает особенностей внешних операций элеватора по приёму зерна

как случайных процессов, не учитывает вероятностный характер поступающего грузопотока, не учитывает экономическую оправданность количества линий обслуживания. Этим объясняется наличие в формулах коэффициентов неравномерности поступления, которые призваны учитывать реальную специфику поступления грузопотоков. Однако, расчётного обоснования вышеуказанных коэффициентов нет и их величина назначается без строгих научных рекомендаций.

В качестве характеристик эффективности обслуживания, применительно к задачам проводимого исследования, рассматривается среднее время простоя и средняя длина очереди транспортных средств, ожидающих приёма под обработку.

В качестве экономического критерия выбора оптимального количества обслуживания принята минимальная сумма издержек, вызываемых простоями транспортных средств и линий обслуживания в процессе их взаимодействия.

При определении оптимального количества линий обслуживания ставилось условие обязательного обеспечения определенного грузооборота. Это условие означает, прежде всего, что прибывающие на элеватор транспортные средства и заставшие все линии обслуживания занятыми не уходят, а становятся в очередь в ожидании обработки, что позволяет рассматривать элеватор как систему массового обслуживания с ожиданием без ограничений.

Однако, такая характеристика элеватора, как системы массового обслуживания, не означает, что возможно неограниченное скопление транспортных средств в ожидании обработки. Функционирование систем с ожиданием без ограничений и её закономерности подчинены жесткому условию, определяющему соотношение между интенсивностью входящего потока требований, временем их обслуживания и количеством линий обслуживания системы

$$\lambda \frac{1}{v} < n$$

5)

где n - число линий обслуживания;

$\frac{1}{v}$ - среднее время обработки одной транспортной подачи.

Этим условием предопределяется невозможность безграничного роста очереди в ожидании обслуживания как по времени ожидания, так и по количеству требований. Для мельничных элеваторов, как для реальных систем массового обслуживания, невыполнение этого условия невозможно, так как оно будет означать неосвоение грузооборота, который характеризуется в расчётном периоде среднесуточным прибытием транспортных средств λ и средним временем обработки подачи $\frac{1}{v}$.

Если обозначить отношение $\frac{\lambda}{v}$ через a , то при условии $\frac{a}{n} < 1$, величина a будет равна по абсолютной величине необходимому количеству линий обслуживания, обеспечивающему освоение грузооборота элеватора, т.е. $n_{min} = a$.

Однако, в связи с неравномерностью функционирования системы "элеватор - транспортные средства" фактическая потребность элеватора в линиях обслуживания всегда выше минимально необходимого в среднем постоянно загруженного количества линий обслуживания, т.е. $n > n_{min}$.

Рассматривая физический смысл отношения $\frac{\lambda}{v}$ следует отметить, что в данном случае это отношение представляет собой загрузку линий обслуживания во времени. При $n = 1$ численное значение этого отношения является коэффициентом использования линий обслуживания во времени.

Методика определения количества линий обслуживания при приёме зерна с железнодорожного и водного транспорта заключается в следующем: по планируемому грузообороту элеватора данного типа B_r , средневзвешенной загрузке подачи вагонов или транспортного средства (судна) G , величине стационарного периода работы T , числу подач транспортных средств за стационарный период N , количеству единиц транспортных средств в подаче $n_{стр}$ определяем параметры λ и $\frac{1}{v}$.

Для стационарного потока

$$\lambda = \frac{N}{T}; \quad n_{стр} = \frac{B_{стр}}{N}; \quad \frac{1}{v} = \frac{n_{стр} \cdot G}{K_v \cdot Q} + t_{сеп} \quad 6)$$

Минимальное количество линий обслуживания определяем из соотношения $\frac{\lambda}{\mu} = n$.

Использование основных закономерностей, разработанных в аппарате теории массового обслуживания для систем с ожиданием, позволяет определить основные характеристики процесса обслуживания, а именно:

P_0 - вероятность того, что все линии обслуживания свободны, P_n - вероятность занятости всех линий обслуживания, M - среднюю длину очереди транспортных средств в ожидании обслуживания, $T_{ож}$ - среднее время ожидания транспортным средством начала обслуживания.

Оптимальное количество линий обслуживания определяем на основе экономического анализа взаимодействия элеватора и транспортных средств, т.е. путем определения минимума суммарных приведенных затрат.

В качестве критерия оптимальности при выборе количества и производительности приёмных устройств принята минимальная величина зависимых затрат по линиям обслуживания элеватора и транспортным системам:

$$S = S_{\text{ло}} + S_{\text{тр}} = S_{\text{ло}}^{\text{э}} + E_{\text{эс}} K_{\text{ло}} + (N \frac{1}{\nu} + \lambda T_{\text{ож}} T) (C_{\text{тр}}^{\text{э}} + E_{\text{тр}} K_{\text{тр}}) = \min \quad (7)$$

где $S_{\text{ло}}^{\text{э}}$ - эксплуатационные расходы по линиям обслуживания; $E_{\text{эс}}$ - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений в элеваторно-складское хозяйство; $K_{\text{ло}}$ - капитальные вложения на сооружения линий обслуживания; N - число подач за период стационарной работы T ; $T_{\text{ож}}$ - длительность ожидания требованием начала обслуживания; $C_{\text{тр}}^{\text{э}}$ - эксплуатационные расходы, связанные с простоем подачи транспортных средств; $E_{\text{тр}}$ - нормативный коэффициент капвложений для транспортных средств; $K_{\text{тр}}$ - капитальные вложения отнесенные к единице (подаче) транспортных средств.

Минимум функции /7/ определяем методом последовательного перебора, т.е. приняв различные значения n и Q , определяем величину S , минимальное значение которой будет соответствовать

оптимальному количеству и производительности линий обслуживания элеватора.

По предлагаемой методике был произведен расчёт оптимального количества линий обслуживания для приёма зерна с железнодорожного и водного транспорта для Горьковского, Ворошиловградского, Потийского, Харьковского, Запорожского и Киевского мельничных элеваторов и получены основные характеристики качества функционирования обслуживающих систем. Расчёты произведены для различных типов и производительности приёмных устройств (в зависимости от производительности основного оборудования элеваторов - норий) - 1х100, 2х100, 1х175, 2х175, 1х350, 2х350 т/час.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что в большинстве случаев, существующие устройства для приёма зерна с железнодорожного транспорта на обследованных элеваторах не являются оптимальными. Как следует из таблицы 2, для элеваторов типа М-2х100 (Запорожье, Харьков), годовой грузооборот которых не превышает 140 - 160 т.т., оптимальным является устройство с одним транспортёром производительностью 1х100 т/час. Существующие на этих элеваторах приёмные устройства типа 2х100 т/час имеют, по сравнению с расчётными данными, большие резервы приёмной мощности.

Для Ворошиловградского элеватора типа М-2х175 годовой грузооборот которого составляет 280 т.т., существующее устройство с поперечным расположением приёмного транспортёра производительностью 175 т/час является оптимальным и полностью соответствует существующей величине грузооборота.

Для Потийского элеватора типа М-2х175, грузооборот которого составляет 212 т.т. оптимальным является устройство с одним транспортёром производительностью 175 т/час. Существующее нетиповое приёмное устройство производительностью 100 т/час является малопродуктивным, что затрудняет своевременную выгрузку поступающих маршрутов с зерном. Данное устройство нуждается в реконструкции с целью увеличения его производительности.

Для Киевского элеватора типа М-3х175, годовой грузооборот которого составляет 140 т.т., существующее приёмное устройство продольного типа 2х175 т/час имеет завышенную мощность. Для выполнения существующего грузооборота можно рекомендовать устройство с одним транспортёром производительностью 1х175 т/час, что подтверждается результатами расчётов.

Для Горьковского элеватора типа М-5х350, годовой грузооборот которого составляет 190 т.т., оптимальным является устройство продольного типа производительностью 1х350 т/час. Существующее приёмное устройство продольного типа с двумя транспортёрами производительностью 350 т/час каждый имеет большие резервы приёмной мощности.

Расчёт оптимального количества и производительности приёмных устройств элеваторов производился при соблюдении одного обязательного требования - безусловного выполнения планируемого грузооборота. Из этого следует, что существующие резервы приёмной способности на ряде элеваторов (Харьковском, Запорожском, Киевском, Горьковском) позволяют значительно снизить сверхнормативные простои транспортных средств и увеличить грузооборот элеватора. Наличие штрафов за простой вагонов в ожидании или процессе выгрузки свидетельствует о слабой организации погрузочно-разгрузочных работ и отсутствии должного контроля со стороны руководства элеватора за деятельностью транспортного звена.

Следует отметить, что все расчёты проведены для элеваторов, приёмные устройства которых оборудованы механическими лопатами для выгрузки зерна из железнодорожных вагонов. Применение других способов выгрузки зерна (использование инерционных вагоно-разгрузчиков ЦНИИ МПС, саморазгружающихся вагонов-зерновозов) значительно сокращает величину t_p и полностью ликвидирует ручной труд на этой операции. Однако, применение этих способов выгрузки вагонов увеличивает затраты по линиям оборудования ввиду большой стоимости устройств, увеличению расхода электроэнергии, роста затрат на капитальный и текущий ремонт, амортизационных отчислений.

V O 120 12

Определение оптимального количества и производительности приёмных устройств с железнодорожного транспорта для обследованных элеваторов /результаты расчётов/

Таблица 2

Элеваторы	: Головое:		: Величина по вариантам в т.руб. для		: Существующие приёмные устройства
	: поступление	: зерна	: Ix100	: 2x175	
Харьковский М - 2 x 100	140,0	4,9	6,9		2x100, поперечного типа
Запорожский М - 2 x 100	160,0	6,3	7,8		2x100, продольного типа
Ворошиловградский М - 2 x 175	280,0	13,3	(9,0)	13,9	1x175, поперечного типа
Потийский М - 2 x 175	212,0	8,2	(7,9)	12,8	1x100, не типовое
Клевский М - 3 x 175	140,0	(5,6)	7,0	11,2	2x175, продольного типа
Горьковский 5 x 350	190,0		(20,4)	28,8	2x350, продольного типа
			20,6	28,5	

Примечания: 1. подчеркнутый вариант является оптимальным,

2. в скобках указан условно оптимальный вариант (при меньшей производительности устройства).

Проведение проверочного расчёта по предлагаемой методике на любом действующем элеваторе позволяет вскрыть настоящие причины неудовлетворительной работы элеватора по обслуживанию входящего потока и указывает пути их ликвидации.

Предлагаемая методика позволяет решать вопросы определения оптимального типа приёмных устройств для выгрузки зерна, поступающего на элеваторы водным транспортом. Подтверждением этого является расчёт оптимального типа приёмного устройства для Горьковского элеватора, которое полностью обеспечивает беспростойную работу по разгрузке судов. Данные расчётов свидетельствуют о том, что для обработки поступающих грузопотоков водным путём при элеваторе должно быть устройство производительностью 200 т/час.

Наряду с аналитическими методами описания систем массового обслуживания в настоящем исследовании использован метод статистического моделирования с реализацией на ЭЦМ. Сущность данного метода применительно к задачам настоящего исследования заключалась в построении алгоритмов при помощи которых вырабатываются случайные реализации потоков, поступающих на приёмные устройства, а также моделируются процессы функционирования линий обслуживания. В результате реализации моделирующих алгоритмов на ЭЦМ был получен ряд зависимостей, характеризующих функционирование систем обслуживания элеваторов при числе линий $n = 1$ и 2 . Полученные зависимости позволяют определить основные характеристики обслуживания при $\lambda = 0,5 - 4,0$ и $\nu = 1 - 10$.

В заключение работы устанавливается взаимосвязь коэффициентов неравномерности поступления зерна β_c и β_n с вероятностной характеристикой входящего потока λ . Эти коэффициенты могут быть определены из соотношений

$$\beta_n = \frac{1}{\lambda} \frac{N_{n, \max}}{30}; \quad \beta_c = \frac{1}{\lambda} N_{c, \max} \quad 8)$$

где $N_{c, \max}$ и $N_{n, \max}$ - число подач в сутки (месяц) максимальной работы.

Изложенные в диссертации вопросы позволяют сделать следующие основные выводы:

1. Несмотря на различный грузооборот и производительность основного оборудования обследованных элеваторов, поступающие грузопотоки имеют ряд общих особенностей, главная из которых заключается в неравномерном поступлении отдельных подач транспортных средств в течение суток, месяца, года.
2. Изучение процесса поступления зерна на ряд мельничных элеваторов, расположенных в различных районах страны, за ряд лет позволило установить, что поступающие водным и железнодорожным транспортом потоки носят вероятностный характер, являются простейшими и описываются распределением Пуассона.
3. Анализ закономерностей транспортных потоков, осуществленный с помощью методов математической статистики и теории массового обслуживания, дал возможность определить количественные характеристики качества работы приёмных устройств мельничных элеваторов по обслуживанию входящих потоков, а именно: среднюю длину очереди на обслуживание, среднее время ожидания начала обслуживания, среднее время разгрузки подачи и т.д.
4. Предлагаемая методика может быть рекомендована для определения оптимального количества линий обслуживания элеваторов различных типов - базисно-перевалочных, фондовых, портовых и т.д. Однако конкретному практическому применению основных соотношений теории массового обслуживания должна предшествовать работа по сбору и обработке исходных данных. Выполненное исследование позволяет полнее установить закономерности, свойственные входящим потокам мельничных элеваторов.
5. Рекомендована методика определения оптимального количества и производительности линий обслуживания для приёма зерна с водного и железнодорожного транспорта. Оптимальный вариант из числа возможных определяется путем нахождения минимума взаимозависимых приведенных расходов по приёмным устройствам и транспортным средствам, порождаемых

с одной стороны, простоями линий обслуживания и, с другой, простоями транспортных средств в ожидании разгрузки.

6. Проведенные на основании рекомендуемой методики проверочные расчёты количества и производительности приёмных устройств обследованных мельничных элеваторов выявили большие резервы их приёмной мощности при существующих грузооборотах. Это помогает вскрыть причины неудовлетворительной работы элеватора по обработке входящих потоков и наметить пути их устранения.

7. Применение предлагаемых формул по определению характеристик качества работы приёмных устройств мельничных элеваторов при проектировании позволяет получить оптимальные обслуживающие системы.

8. Использование методов статистического моделирования с последующей реализацией на ЭЦВМ в данном исследовании позволило определить основные характеристики процесса обслуживания при количестве линий обслуживания равном 1 и 2. Полученные результаты рекомендованы для использования при анализе работы и расчётах обслуживающих систем элеваторов.

9. В результате исследований был установлен вероятностный характер суточного β_c и месячного β_m коэффициентов неравномерности поступления и определена взаимосвязь вышеуказанных коэффициентов с параметром входящего потока λ .

10. Результаты исследования позволяют рекомендовать проектным организациям использовать разработанные методы при проектировании оптимальных в технико-экономическом смысле приёмных устройств мельничных элеваторов. Применение данных методов при анализе работы существующих приёмных устройств даёт возможность производителям, исходя из конкретных условий, намечать пути устранения недостатков в деятельности транспортного звена элеватора.

Основное содержание диссертации изложено в следующих работах:

1. Применение математических методов для моделирования процес-

- са поступления зерна на мельничные элеваторы. Сб. "Хранение и переработка зерна". М., ЦИНТИ Госкомзага СССР, 1969, вып. 8.
2. Оптимальное количество приёмных устройств мельничных элеваторов. Сб. "Пищевая промышленность". Изд-во "Вища школа" Киев, 1970, вып. IV.
 3. Выбор оптимальной производительности стационарных устройств для приёма зерна с водного транспорта. Сб. "Хранение и переработка зерна". М., ЦИНТИ Госкомзага СССР, 1971, вып. 5.
 4. Определение оптимальной производительности устройств для приёма зерна с водного транспорта. Сб. "Пищевая промышленность". Изд-во "Вища школа", Киев, 1971, вып. У.

Результаты исследований по теме диссертации доложены автором:

1. На XXX, XXXI, XXXII научных конференциях Одесского технологического института пищевой промышленности им.М.В.Ломоносова, 1969 - 1971 г.г.
2. На заседании кафедры "Хранение зерна и элеваторно-складское хозяйство" Московского технологического института пищевой промышленности. Июнь 1970 г.