

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК ЖИВОГО ГРУЗА АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

В. М. Курганов

Тверской государственный университет, Тверь, Россия
e-mail: glavreds@gmail.com

М. В. Грязнов

Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, Магнитогорск, Россия
e-mail: gm-autolab@mail.ru

Е. А. Тимофеев

ООО «Ситно-Продукт», Магнитогорск, Россия
e-mail: wolf_tea@mail.ru

***Аннотация.** Существенная часть потерь живого груза (птицы) происходит в процессе её перевозки автомобильным транспортом на перерабатывающий завод. В настоящее время отсутствуют исследования факторов, определяющих эти потери, математическая модель оптимизации плотности размещения живого груза в транспортную тару, методика управления задержками на различных этапах перевозки, учитывающая структуру современного птицеводческого комплекса и уровень автоматизации его коммуникационных систем. В этой связи можно утверждать, что цель настоящего исследования, состоящая в повышении эффективности перевозки живого груза автомобильным транспортом за счёт управления продолжительностью операций транспортирования и оптимизации плотности размещения живого груза в транспортную тару, направлена на решение актуальной научно-практической задачи.*

Теоретические исследования выполнены на основе анализа научной и нормативно-технической литературы, правовой базы, системного, статистического, факторного и технико-экономического анализов, математического моделирования транспортного процесса. Экспериментальные исследования выполнялись в условиях действующего предприятия с использованием методов математической статистики, компьютерного моделирования, натурных наблюдений.

Основными результатами, имеющими научную новизну, являются: зависимости потерь перевозимого груза от задержек при погрузке, движении и разгрузке птицевоза с учетом эффективной температуры окружающей среды и специфических свойств груза; математическая модель оптимизации плотности размещения живого груза в транспортную тару; методика управления задержками на различных этапах перевозки живого груза автомобильным транспортом.

Дальнейшие исследования предполагается вести в направлении развития интеллектуальной поддержки управления перевозкой как живой птицы в границах предприятия, так и готовой продукции.

***Ключевые слова:** перевозка живого груза, автомобильный транспорт, транспортный процесс, транспортная тара, размещение живого груза.*

***Для цитирования:** Курганов В. М., Грязнов М. В., Тимофеев Е. А. Оптимизация перевозок живого груза автомобильным транспортом // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2022. – № 2. – С. 82–94, <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2022-2-82>.*

OPTIMIZATION OF LIVE CARGO TRANSPORTATION BY ROAD TRANSPORT

V. M. Kurganov

Tver State University, Tver, Russia
e-mail: glavreds@gmail.com

M. V. Gryaznov

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia
e-mail: gm-autolab@mail.ru

E. A. Timofeev

Sitno-Product LLC, Magnitogorsk, Russia
e-mail: wolf_tea@mail.ru

Abstract. A significant part of the loss of live cargo (poultry) occurs in the process of its transportation by road to the processing plant. Currently, there are no studies of the factors that determine these losses, a mathematical model for optimizing the density of live cargo placement in a transport container, a method for managing delays at various stages of transportation, taking into account the structure of a modern poultry complex and the level of automation of its communication systems. In this regard, it can be argued that the purpose of this study, which is to increase the efficiency of transportation of live cargo by road by controlling the duration of transportation operations and optimizing the density of placement of live cargo in a transport container, is aimed at solving an urgent scientific and practical problem.

Theoretical studies are carried out on the basis of the analysis of scientific and regulatory and technical literature, the legal framework, systemic, statistical, factorial and technical and economic analysis, mathematical modeling of the transport process. Experimental studies were carried out in the conditions of an operating enterprise using the methods of mathematical statistics, computer modeling, field observations.

The main results that have scientific novelty are: the dependence of the losses of the transported cargo on delays in loading, moving and unloading the poultry carrier, taking into account the effective ambient temperature and the specific properties of the cargo; mathematical model for optimizing the density of placement of live cargo in a transport container; a method for managing delays at various stages of the transportation of live cargo by road.

Further research is supposed to be carried out in the direction of the development of intellectual support for the management of transportation, both of live poultry within the boundaries of the enterprise, and of finished products.

Key words: transportation of live cargo, road transport, transport process, shipping container, placement of live cargo.

Cite as: Kurganov, V. M., Gryaznov, M. V., Timofeev, E. A. (2022) [Optimization of live cargo transportation by road transport]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intellect. Innovations. Investments]. Vol. 2, pp. 82–94, <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2022-2-82>.

Введение

Существенная часть потерь живого груза (птицы) происходит в процессе её перевозки автомобильным транспортом. Задержки в перевозке обуславливают эти потери и снижают эффективность транспортного процесса.

В современных научных работах содержатся методические рекомендации по определению влияния факторов транспортного процесса на сохранность перевозимого живого груза. Среди большого числа подобных исследований необходимо остановиться на следующих работах. Чешскими учёными исследованы факторы, среди которых выделены: температура внешней среды, плотность размещения живого груза, его вес, время, проведённое в пути [15].

Обосновано влияние расстояния транспортировки на общие потери груза [2]. Вместе с тем, для обеспечения корректности выводов целесообразно было бы рассматривать зависимость потерь перевозимого груза не только от расстояния перевозки, но и от времени движения. Важно также учитывать факторы окружающей среды, например, температуру окружающего воздуха.

Опубликованы исследования влияния условий перевозки на состояние перевозимого живого груза [3, 5, 10]. Целесообразно учитывать рекомендации по снижению негативного влияния изменения сре-

ды на груз после погрузки в автомобиль на потери в процессе перевозки¹.

Установлена связь величины потерь перевозимого живого груза с организационно-технологическими параметрами транспортирования для дальнейшей переработки [4, 6, 9, 11, 12, 14]. Усилиями чешских и итальянских специалистов выявлено, что существенные потери наблюдаются в перевозках на короткие расстояния в холодное время года [13]. Также изучены проблемы сохранности продукции, из-за неоптимальных условий перевозки [8].

Установлено, что сбои в выполнении технологических операций погрузки, транспортирования и выгрузки живого груза являются одним из существенных факторов, имеющих непосредственное влияние на качество производимой продукции.

Результаты собственных исследований авторов² позволили установить, что более чем в половине случаев потери перевозимого груза происходят по причине нерационального размещения живого груза в транспортную тару. Перспективным для повышения эффективности такой перевозки является применение ситуационного подхода. Ситуационный подход предполагает анализ причинно-следственных связей факторов, вызвавших ситуацию, ставшей причиной задержки в транспортном про-

¹ Guidelines for keeping and rearing parent stock. Breeding bird. cobb-vantress.com. <https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/product-guides/184e9d775d0f19f6c0-0abc-11e9-9c88-c51e407c53ab.pdf> (дата обращения: 10.12.2021).

² Тимофеев Е. А., Грязнов М. В., Курганов В. М. Перевозка живой птицы автомобильным транспортом на современном птицеводческом комплексе: Монография. – Магнитогорск: Изд-во «Магнитогорский Дом печати», 2020. – 120 с.

цессе, а также разработку и реализацию типовых управленческих решений по устранению этой ситуации. Необходимо отметить, что одной из первых разработок в нашей стране в части типизации ситуаций перевозок автомобильным транспортом по видам управленческих решений является исследование, выполненное в Московском автомобильно-дорожном институте³ (МАДИ). Работы по формированию ситуационного подхода были продолжены в Оренбургском государственном университете⁴. Авторы настоящего исследования показали определяющую роль фактора времени в ситуационном управлении автомобильными перевозками живой птицы [1].

По итогам проведённого обзора установлено наличие интереса в научной среде к проблеме сохранности перевозимого живого груза автомобильным транспортом, а также высокая степень проработанности этой проблемы. Вместе с тем, остаются нерешёнными вопросы, связанные с исследованием факторов, определяющих потери груза в процессе перевозки, отсутствует математическая модель оптимизации плотности размещения живого груза в транспортную тару, требуется разработка методика управления задержками на различных этапах перевозки, учитывающая структуру современного предприятия и уровень автоматизации его коммуникационных систем. Этим обоснована актуальность темы данного исследования, направленного на решение актуальной научно-практической задачи совершенствования методов и средств перемещения грузов для повышения эффективности автотранспортного обслуживания за счёт управления продолжительностью выполнения технологических операций транспортирования, обеспечивающей минимум потерь ресурсов и перевозимого груза.

Поэтому целью настоящего исследования является повышение эффективности перевозки живого груза автомобильным транспортом за счёт управления продолжительностью выполнения технологических операций транспортирования и оптимизации размещения его в транспортную тару. Поставленная цель достигается решением следующих задач:

- проведение факторного анализа причин потерь груза в процессе перевозки автомобильным транспортом;
- установление зависимостей количества потерь груза от задержек при погрузке, а также в процессе движения гружёного автомобиля с учетом влияющих факторов;

- разработка методического обеспечения снижения потерь предприятия из-за задержек в транспортном процессе, включая математическую модель оптимизации плотности размещения живого груза в транспортную тару и методику управления задержками на различных этапах перевозки;

- технико-экономическая оценка реализации предложений по совершенствованию перевозок в соответствии с проведёнными исследованиями.

Объектом исследования является процесс перевозки живого груза автомобильным транспортом. Предмет исследования состоит в способах организации перевозки живой птицы с учётом влияния климатических и организационно-технологических факторов.

Теоретические исследования выполнены на основе анализа научной и нормативно-технической литературы, правовой базы, системного, статистического, факторного и технико-экономического анализа, математического моделирования транспортного процесса. Экспериментальные исследования выполнялись в условиях действующего агрохолдинга с использованием методов математической статистики, компьютерного моделирования, технико-экономического анализа, натуральных наблюдений.

Факторный анализ причин потерь поголовья птицы в процессе перевозки

По результатам обработки статистических данных были определены причины задержек в перевозке живого груза и факторы, определяющие потери его на различных этапах перевозки: погрузка и разгрузка – нахождение в непривычных условиях; гружёная езда – нахождение в непривычных условиях и температура окружающей среды (таблица 1).

Для установления зависимостей потерь перевозимого груза от задержек на различных этапах перевозки были выбраны следующие измерители определяющих факторов. Нахождение живого груза в непривычных условиях негативно влияет на сохранность в процессе перевозки. Данное специфическое свойство перевозимого груза в практике объясняется стрессоустойчивостью живого груза и измеряется коэффициентом ρ . В расчетах ρ ранжируется по группам: менее 85%; 85–90%; 90–95%; более 95%. Влияние температуры среды на потери поголовья количественно оценивалось эффективной её температурой (Тэф.), характеризующей комплексный эффект от воздействия температуры, влажности воздуха и скорости ветра на день забоя в границах $-350\text{ }^{\circ}\text{C} + 350\text{ }^{\circ}\text{C}$.

³ Курганов В. М. Ситуационное управление автомобильными перевозками: Монография. – М.: Изд-во «Технополиграфцентр», 2003. – 197 с.

⁴ Рассоха В. И. Повышение эффективности эксплуатации автомобильного транспорта на основе разработанных научно-технических, технологических и управленческих решений: дис. ... д-ра техн. наук. Оренбург, 2010. 309 с.

Таблица 1. Причины задержек в перевозке живого груза и факторы, определяющие потери перевозимого груза на различных этапах перевозки

Этап перевозки	Причины задержек	Относительная частота причины	Фактор, определяющий потери груза
Погрузка	Износ ленты конвейера по ширине	2,32%	Механическое воздействие
	Механические повреждения или износ клеточного оборудования	1,75%	
	Отказ электромеханических элементов привода конвейера, обрыв ленты	5,32%	
	Отсутствие порожнего птицевоза	24,1%	
	Отказ элементов мобильного стола	0,36%	Температура окружающей среды
	Износ конструктивных элементов транспортной тары	1,67%	Механическое воздействие
	Неисправность погрузчика	7,13%	Нахождение в непривычных условиях
	Потеря эластичности тента, сбои в опускании крыши птицевоза	3,9%	Температура окружающей среды
Гружёная езда	Задержки при выезде	0,45%	Нахождение в непривычных условиях и температура окружающей среды
	Вариабельность дорожно-климатических условий	1,7%	
	Поломка птицевоза в пути следования	5,78%	
	Необходимость дозаправки топливом на маршруте	0,81%	
Разгрузка	Задержки при растентовке	25,07%	Нахождение в непривычных условиях
	Неисправность погрузчика	5,7%	
	Организационно-технологические перерывы при разгрузке	13,94%	
ИТОГО:		100,0%	–

Источник: разработано авторами

Зависимости потерь перевозимого груза от задержек на различных этапах перевозки

Специфические свойства перевозимого груза исключают возможность накопления отгружаемых партий и обуславливают нахождение его на кон-

вейерной ленте в ожидании прибытия птицевоза. Поэтому зависимость потерь при погрузке на один оборотный рейс птицевоза (рисунок 1) является расчётной, полученной на основе эмпирических данных о потерях отгружаемого груза за сутки.

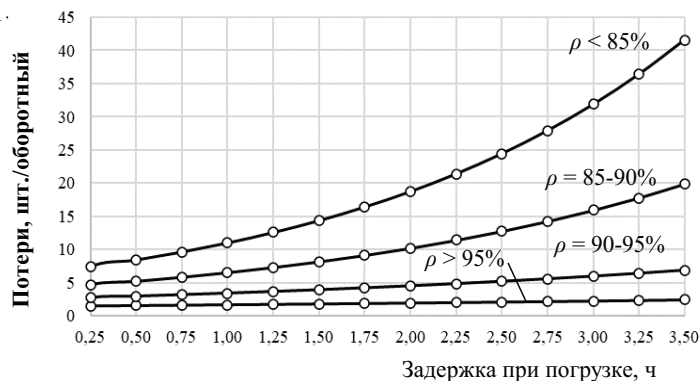


Рисунок 1. Расчётная зависимость потерь перевозимого груза от задержек при погрузке

Источник: разработано Е. А. Тимофеевым

На основе статистики о времени оборотных рейсов птицевозов были установлены эмпирические зависимости потерь перевозимого груза от времени

гружёной ездки для различных комбинаций влияющих факторов. Пример такой зависимости приведён на рисунке 2.

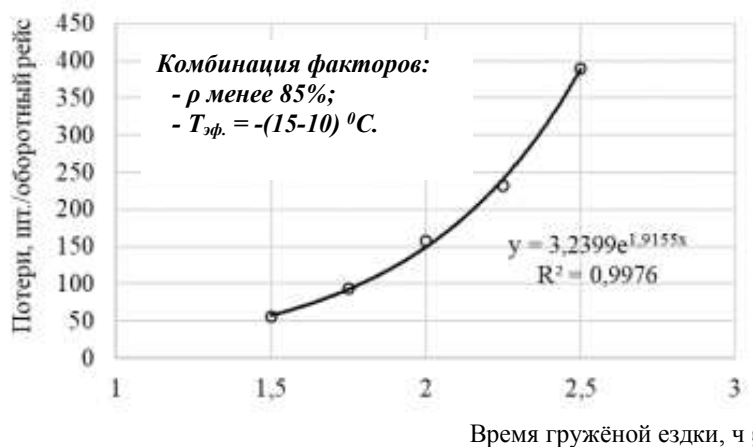


Рисунок 2. Пример эмпирической зависимости потерь перевозимого груза от времени гружёной ездки
Источник: разработано Е. А. Тимофеевым

Установленные эмпирические зависимости были экстраполированы для других значений Тэф., в результате чего в работе был получен набор рас-

чётных кривых для проведения расчётов. Пример расчётных зависимостей для ρ менее 85% в холодное время года приведён на рисунке 3.

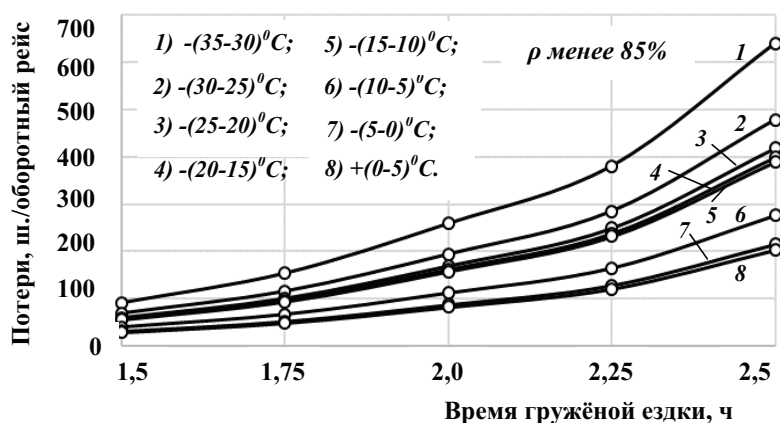


Рисунок 3. Пример расчётных кривых для определения потерь, перевозимого в холодное время груза, от времени гружёной ездки

Источник: разработано Е. А. Тимофеевым

Потери перевозимого груза от задержек при разгрузке определяются из установленной в диссертации зависимости, приведённой на рисунке 4.

Адекватность установленных в диссертации эмпирических зависимостей подтверждена проверкой по критерию Фишера.

В процессе статистического анализа также исследовалась взаимосвязь количества испорченного груза в процессе перевозки от влияющих факторов. Количественно оценить такую взаимосвязь для всех значений влияющих факторов установить не

удалось. Величину искомого показателя было предложено нормировать произведением математического ожидания количества испорченного груза за оборотный рейс на коэффициент неравномерности данной величины по выборке. Для удобства оперативного планирования предлагается соотносить вид ущерба, наносимого грузу при перевозке за оборотный рейс:

$$\varepsilon = \frac{N_{\text{гиб.}}}{N_{\text{травм.}}^{\text{норм.}}}, \quad (1)$$

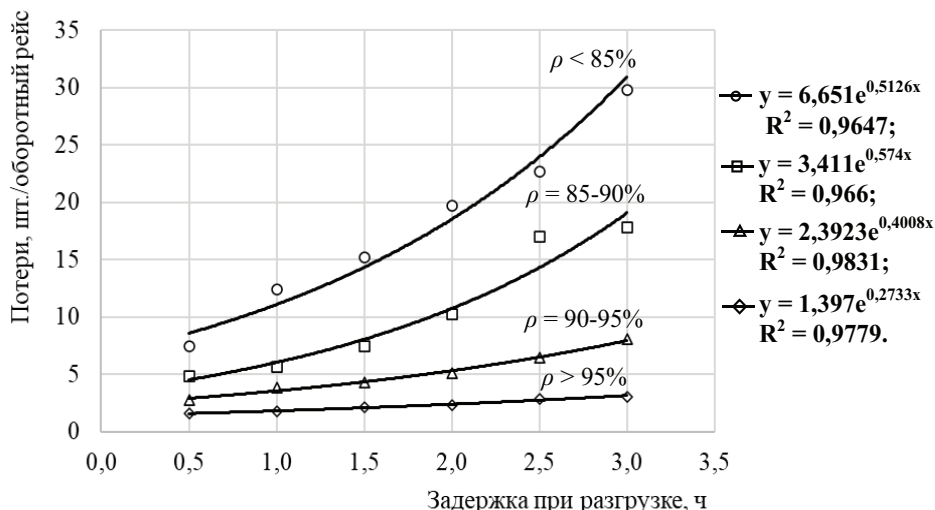


Рисунок 4. Зависимость потерь перевозимого груза от задержек при разгрузке
 Источник: разработано Е. А. Тимофеевым

В таблице 2 приведён пример результатов расчёта ε.

Таблица 2. Пример результатов расчёта ε для ρ менее 85%

Эффективная температура, °С	Время ездки, ч				
	1,5	1,75	2	2,25	2,5
-(35-30)	8,57	22,97	38,60	59,76	95,27
-(30-25)	6,41	17,19	28,89	44,73	71,31
-(25-20)	5,60	15,01	25,22	39,04	62,25
-(20-15)	5,34	14,32	24,07	37,25	59,40
-(15-10)	5,21	13,98	23,49	36,36	57,97
-(10-5)	3,71	9,94	16,70	25,85	41,21
-(5-0)	2,88	7,71	12,96	20,06	31,98
+(0-5)	2,71	7,28	12,23	18,93	30,18

Источник: разработано Е. А. Тимофеевым

Математическая модель оптимизации плотности посадки живой птицы в транспортную тару

Целевая функция предлагаемой математической модели имеет вид:

$$(1 + \varepsilon^{-1}) \cdot \sum_{i=1}^{n_{об.}} N_{суб.и} \rightarrow \min, \tag{2}$$

где $n_{об.}$ – число оборотных рейсов птицевоза за смену
 Число оборотных рейсов птицевоза за смену определяется по формуле

$$n_{об.} = \frac{T_n - t_0}{t_{об.}} = \frac{(T_n - t_0) \cdot \beta \cdot V_m}{\beta \cdot V_m \cdot t_{n-p} + l_{e.z.}}, \tag{3}$$

где T_n – время птицевоза в наряде, ч;
 t_0 – время на нулевые пробеги, ч;
 $t_{об.}$ – время оборотного рейса, ч;
 β – коэффициент использования пробега;
 V_m – техническая скорость, км/ч;
 t_{n-p} – время погрузочно-разгрузочных операций, ч;
 $l_{e.z.}$ – длина ездки, км.
 Время погрузочно-разгрузочных операций

с птицевозом за оборотный рейс при наличии оборотного комплекта тары определяется по формуле

$$t_{n-p} = \frac{Q_{ящ.} \cdot N_{ящ.} \cdot N_{конт.} \cdot \sigma + 0,5 \cdot N_{конт.} \cdot (t_{сн.}^{нал.} + t_{уст.}^{нал.}) + 2 \cdot (t_{n-o} + t_{мент.})}{60}, \quad (4)$$

где

$Q_{ящ.}$ – плотность размещения живого груза в транспортный ящик, шт.;
 $N_{ящ.}$ – число транспортных ящиков в контейнере, ч;
 $N_{конт.}$ – число контейнеров в птицевозе, ч;
 σ – приведённое время загрузки птицевоза при плотности размещения живого груза 28 голов в транспортном ящике, мин./ящик;
 $t_{сн.}^{нал.}$ – время снятия с птицевоза и установки на пол паллеты с двумя контейнерами, загруженными транспортными ящиками с грузом, мин.;
 $t_{уст.}^{нал.}$ – время установки на птицевоз паллеты с двумя контейнерами, загруженными порожними оборотными транспортными ящиками, мин.;

t_{n-o} – время поднятия и опускания крыши фургона птицевоза, мин.;

$t_{мент.}$ – время тентования и растентования фургона, ч.

Системой ограничений математической модели учитывается условие соответствия массы перевозимого груза брутто грузоподъёмности контейнеров и подвижного состава. Техническая скорость движения птицевоза не должна превышать максимально разрешённую скорость движения по автодорогам общего пользования. Кроме того, продолжительность выполнения расчётного числа оборотных рейсов одним птицевозом не должна превышать его времени в наряде с учётом запаса времени на нулевые пробеги:

$$\begin{cases} q_{конт.} \geq (Q_{ящ.} \cdot m_{ср.} + m_{ящ.}) \cdot N_{ящ.} \\ q_{птиц.} \geq [(Q_{ящ.} \cdot m_{ср.} + m_{ящ.}) \cdot N_{ящ.} + m_{конт.}] \cdot N_{конт.} \\ 25 \leq Q_{ящ.} \leq 32 \\ t_{об.} \cdot n_{об.} \leq T_n - t_0 \\ V_m \leq V_{разр.} \end{cases}, \quad (5)$$

где

$q_{конт.}$ – грузоподъёмность контейнера для перевозки живого груза, кг;
 $m_{ср.}$ – средняя масса птицы, кг;
 $m_{ящ.}$ – масса порожнего транспортного ящика, кг;
 $q_{птиц.}$ – грузоподъёмность птицевоза, кг; $m_{конт.}$ – масса порожнего контейнера, кг;
 $t_{обед.}$ – время обеденного перерыва водителя, ч;
 $V_{разр.}$ – максимально разрешённая скорость движения по автодорогам общего пользования, км/ч

Наличие оптимальной величины плотности посадки подтверждается результатами производственного эксперимента, проведённого в условиях действующего птицеводческого комплекса. В течение месяца проводилось наблюдение за работой экспериментального автомобиля-птицевоза, загружаемого транспортными ящиками с различной плотностью посадки птицы. Дифференциация загрузки птицевоза производилась в соответствии со схемой:

- 1-я паллета по 30 шт. в ящике;
- 2-я паллета по 25 шт. в ящике;
- 3-я паллета по 26 шт. в ящике;
- 4-я паллета по 27 шт. в ящике;
- 5-я паллета по 28 шт. в ящике;

- 6-я паллета по 29 шт. в ящике;
- 7-я паллета по 30 шт. в ящике;
- 8-я паллета по 31 шт. в ящике;
- 9-я паллета по 32 шт. в ящике;
- 10-я и 11-я паллеты по 30 шт. в ящике.

По прибытии на разгрузку подсчитывалось количество несохранившегося груза за время перевозки в каждом из ящиков, рассчитаны данные для построения диаграммы с результатами эксперимента (рисунок 6).

Результаты расчёта подтверждают справедливость выдвинутой гипотезы об оптимальном размещении груза.

Методика управления задержками на различных этапах перевозки живой птицы автомобильным транспортом

Предлагаемая методика управления задержками на различных этапах перевозки живого груза автомобильным транспортом, формализованная в виде алгоритма, включает пять этапов (рисунок 7).



Рисунок 6. Результаты проведенного эксперимента
 Источник: разработано Е. А. Тимофеевым

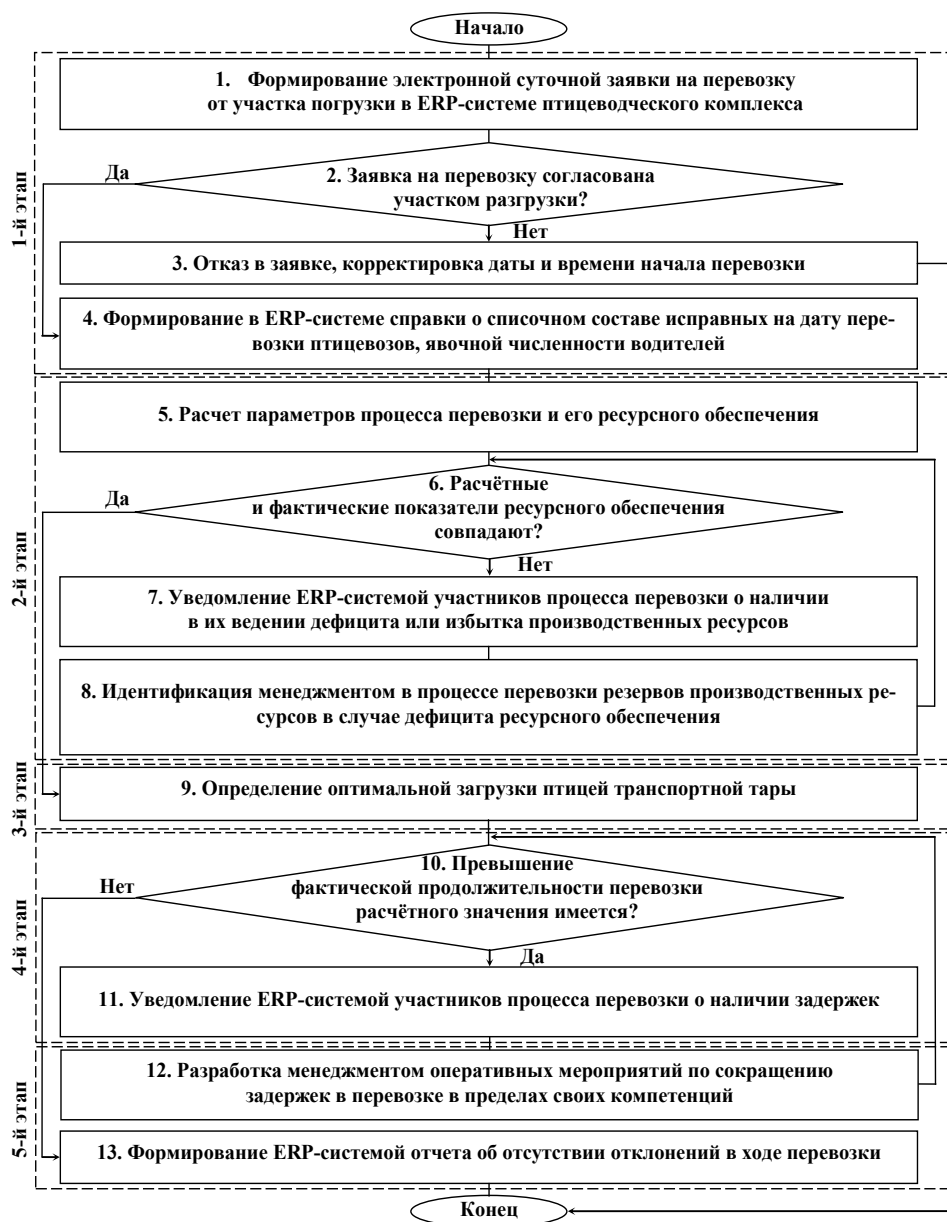


Рисунок 7. Алгоритм управления задержками на различных этапах перевозки живого груза автомобильным транспортом

Источник: разработано Е. А. Тимофеевым

На первом этапе менеджер участка погрузки указывает в ERP-системе свои потребности в автотранспорте и в других производственных ресурсах, необходимых для отгрузки груза. При готовности участка разгрузки к приёму груза, в рамках второго этапа предлагаемой методики программа автоматически рассчитывает параметры перевозки и её ресурсного обеспечения. Результаты расчета сопоставляются с фактической обеспеченностью техническими и трудовыми ресурсами участников перевозки. На третьем этапе определяется требуемая загрузка транспортной тары.

Четвертый этап предусматривает непрерывный on-line-мониторинг задержек в выполнении технологических операций на различных этапах перевозки и автоматические уведомления об их наличии пользователей. На заключительном пятом этапе участниками процесса перевозки разрабатываются оперативные мероприятия по сокращению возникающих задержек.

Технико-экономическая оценка реализации результатов исследований

Расчёт экономического эффекта основывался на разности суммарных экономических потерь от задержек в перевозке до и после реализации пред-

лагаемых рекомендаций в условиях одного из крупнейших агрохолдингов Челябинской области. Потери доставляемого живого груза после реализации предлагаемых рекомендаций моделировались для тех же условий доставки, что при существующем варианте, но с учётом оптимизации размещения в транспортную тару, а также снижения задержек в перевозке соответственно на 5, 10 и 15% вследствие разработки менеджментом агрохолдинга оперативных мероприятий по их сокращению.

Суммарные экономические потери предприятия от нерациональной организации перевозки автомобильным транспортом определяются суммой стоимости потерь живого груза при перевозке, величины потерь от переработки и реализации травмированного живого груза при перевозке.

Моделирование оптимизации плотности размещения груза в транспортную тару и величины ϵ в предлагаемом варианте перевозок проводилось на основе результатов данного исследования по каждому фактическому оборотному рейсу за расчётный период посредством программы для ЭВМ⁵. Результаты расчёта суммарных потерь от задержек в процессе перевозки до и после реализации предлагаемых рекомендаций приведены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты моделирования суммарных потерь от задержек в процессе перевозки до и после реализации предлагаемых рекомендаций

Вариант реализации рекомендаций	Потери от задержек в перевозке, тыс. руб.		Отклонение, тыс. руб.
	до реализации	после реализации	
1. Только оптимальное размещение	171,32	148,31	- 23,01
2. Оптимальное размещение и сокращение задержек в перевозке на 5%		117,43	- 53,89
3. Оптимальное размещение и сокращение задержек в перевозке на 10%		99,99	- 71,33
4. Оптимальное размещение и сокращение задержек в перевозке на 15%		90,96	- 80,35

Источник: разработано авторами

Приведённые в таблице 3 отклонения представляют собой экономический эффект от реализации предлагаемых рекомендаций. Его величина по отчётным периодам приведена на рисунке 8.

По результатам расчётов видно, что существенную экономию производственных затрат обеспечивают мероприятия, направленные на сравнительно небольшое сокращение задержек в перевозке (до 5–10%). Дальнейшие исследования предполагают-

ся вести в направлении развития интеллектуальной поддержки управления перевозкой.

Заключение

На основе проведённых исследований получены следующие результаты:

1. Установлены зависимости потерь перевозимого живого груза от задержек при погрузке, движении и разгрузке птицевоза с учётом нахождения

⁵ Свидетельство № 2011667328 Российская Федерация. Программа «Оптимизация параметров перевозки живой птицы автомобильным транспортом»: свидетельство об официальной гос. регистрации программы для ЭВМ / М. В. Грязнов, А. А. Сидоренкова, Е. А. Тимофеев; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г. И. Носова». – № 2021666418; заявл. от 21.10.2021; зарегистр. 27.10.2021.



Рисунок 8. Величина экономического эффекта по отчётным периодам

Источник: разработано авторами

ния его в непривычных условиях и температуры окружающей среды. Данные зависимости, а также предложенное соотношение по видам ущерба, наносимого грузу при перевозке, составляют информационную основу управления задержками на различных этапах перевозки.

2. Разработана математическая модель оптимизации плотности размещения живого груза в транспортную тару, целевой функцией которой является минимум суммарных потерь, а система ограничений предусматривает соответствие массы перевозимого груза брутто грузоподъемности транспортных контейнеров и подвижного состава, выполнения водителями задания на перевозку без нарушений требований трудового законодательства и безопасности дорожного движения.

3. Разработана методика управления задержками на различных этапах перевозки живого груза автомобильным транспортом. Реализация предложенной методики обеспечивает скорость принятия решений, достаточную для предотвращения задержек в перевозке, за счёт типизации принимаемых решений и наличия стандартных алгоритмов действий операционного персонала.

4. На примере действующего предприятия доказано, что оптимизация размещения груза в транспортную тару, а также снижение задержек в перевозке на 5–15% позволяет сократить экономические потери от нерациональной организации перевозки живого груза автомобильным транспортом на 14,11–21,03 млн руб./год.

Литература

1. Курганов В. М., Грязнов М. В., Тимофеев Е. А. Фактор времени в ситуационном управлении автомобильными перевозками живой птицы // Транспорт Урала. – 2021. – № 3 (70). – С. 15–21. DOI: 10.20291/1815-9400-2021-3-15-21.
2. Arikan M. et al. Effects of transportation distance, slaughter age, and seasonal factors on total losses in broiler chickens // Brazilian journal of poultry science. – 2017. – Vol. 19, No. 3. doi.org/10.1590/1806-9061-2016-0429.
3. Gregory N. Welfare and hygiene during preslaughter handling // Meat Sci. – 1996. – Vol. 43 (Suppl. S), pp. 35–46. DOI: 10.1016 / 0309-1740 (96) 00053-8.
4. Gregory N., Austin S. Causes of trauma in broilers arriving dead at poultry-processing plants // Vet Rec. – 1992. Vol. 131, pp. 501–503. DOI:10.1136 / vr.131.22.501.
5. Jayaprakash G. et al. Transportation stress in broiler chicken // International Journal of Science, Environment and Technology. – 2016. – Vol. 5 (2), pp. 806 – 809.
6. Kanan G. et al. Effects of crating and transport on stress and meat quality characteristics in broilers // Poultry Science. – 1997. – Vol. 76, pp. 523–529. DOI: 10.1093 / ps / 76.3.523.
7. Kurganov V. et al. Process mining as a means of improving the reliability of road freight transportations // Transportation Research Procedia. – 2021. – Vol. 54, 2021. pp. 300–308. doi.org/10.1016/j.trpro.2021.02.076.

8. Newberry R. et al. Management of spent hen // *Applied Animal Welfare Science*. – 1999. Vol. 2, pp. 13–29. doi.org/10.1207/s15327604jaws0201_2.
9. Nijdam E. et al. Factors influencing bruises and mortality of broilers during catching, transport and lairage // *Poultry Science*. – 2004. – Vol. 83, pp. 1610–1615. DOI:10.1093 / ps / 83.9.1610.
10. Owens C., Sams A. The influence of transportation on turkey meat quality // *Poultry Science*. – 2000. – Vol. 79, Is. 8. – pp. 1204–1207. DOI: https://doi.org/10.1093/ps/79.8.1204.
11. Petracci M. et al. Preslaughter Mortality in Broiler Chickens, Turkeys, and Spent Hens Under Commercial Slaughtering // *Poultry Science*. – 2006. – Vol. 85 (9), pp. 1660–1664. DOI:10.1093/ps/85.9.1660.
12. Tabbaa M., Alshwabkeh K. Some factors affecting preslaughtering mortality and damage to broilers and interaction during transportation to processing plants // *Dirasat Agricultural Sciences*. – 2000. – Vol. 27, No 3. – pp. 375–384.
13. Vecerek V. et al. Negative trends in transport-related mortality rates in broiler chickens // *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. – 2016. – Vol. 29 (12), pp. 1796–1804. DOI: 10.5713/ajas.15.0996.
14. Voslazhova E. et al. Comparison between laying hen performance in the cage system and the deep litter system on a diet free from animal protein // *Acta Veterinaria Brno*. – 2006. – Vol. 75 (2), pp. 219–225. DOI: 10.2754 / avb200675020219.
15. Voslazhova E. et al. Mortality Rates in Poultry Species and Categories during Transport for Slaughter // *Acta Veterinaria Brno*. – 2007. – Vol. 76, pp. 101–108. DOI: 10.2754 / avb200776S8S101.

References

1. Kurganov, V. M., Gryaznov, M. V., Timofeev, E. A. (2021) [The time factor in situational management of road transport of live birds]. *Transport Urala* [Ural transport]. Vol. 3 (70), pp. 15–21. DOI: 10.20291/1815-9400-2021-3-15-21. (In Russ.).
2. Arikan, M. et al. (1995) Effects of transportation distance, slaughter age, and seasonal factors on total losses in broiler chickens. *Brazilian journal of poultry science*, Vol. 19, No. 3. doi.org/10.1590/1806-9061-2016-0429. (In Engl.).
3. Gregory, N. (1996) Welfare and hygiene during preslaughter handling. *Meat Sci*, Vol. 43 (Suppl. S), pp. 35–46. DOI: 10.1016 / 0309-1740 (96) 00053-8. (In Engl.).
4. Gregory, N., Austin, S. (1992) Causes of trauma in broilers arriving dead at poultry-processing plants. *Vet Rec*, Vol. 131, pp. 501–503. DOI: 10.1136 / vr.131.22.501. (In Engl.).
5. Jayaprakash, G. et al. (2016) Transportation stress in broiler chicken. *International Journal of Science, Environment and Technology*, Vol. 5 (2), pp. 806– 809. https://www.ijset.net/journal/936.pdf. (In Engl.).
6. Kanan, G. et al. (1997) Effects of crating and transport on stress and meat quality characteristics in broilers. *Poultry Science*, Vol. 76, pp. 523–529. DOI: 10.1093 / ps / 76.3.523. (In Engl.).
7. Kurganov, V. et al. (2021) Process mining as a means of improving the reliability of road freight transportations. *Transportation Research Procedia*. Vol. 54, pp. 300–308. doi.org/10.1016/j.trpro.2021.02.076.
8. Newberry, R. et al. (1999) Management of spent hen. *Applied Animal Welfare Science*, Vol. 2, pp. 13–29. doi.org/10.1207/s15327604jaws0201_2. (In Engl.).
9. Nijdam, E. et al. (2004) Factors influencing bruises and mortality of broilers during catching, transport and lairage, *Poultry Science*, Vol. 83, pp. 1610–1615. DOI:10.1093 / ps / 83.9.1610. (In Engl.).
10. Owens, C., Sams, A. (2000) The influence of transportation on turkey meat quality. *Poultry Science*, Vol. 79, Is. 8 pp. 1204–1207. https://doi.org/10.1093/ps/79.8.1204. (In Engl.).
11. Petracci, M. et al. (2006) Preslaughter Mortality in Broiler Chickens, Turkeys, and Spent Hens Under Commercial Slaughtering. *Poultry Science*, Vol. 85(9), pp. 1660–1664. DOI: 10.1093/ps/85.9.1660. (In Engl.).
12. Tabbaa, M., Alshwabkeh, K. (2000) Some factors affecting preslaughtering mortality and damage to broilers and interaction during transportation to processing plants. *Dirasat Agricultural Sciences*, Vol. 27, No 3. pp. 375–384. (In Engl.).
13. Vecerek, V. et al. (2016) Negative trends in transport-related mortality rates in broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, Vol. 29 (12), pp. 1796–1804. doi:10.5713/ajas.15.0996. (In Engl.).
14. Voslazhova, E. et al. (2006) Comparison between laying hen performance in the cage system and the deep litter system on a diet free from animal protein. *Acta Veterinaria Brno*, Vol. 75 (2), pp. 219–225. DOI: 10.2754 / avb200675020219. (In Engl.).
15. Voslazhova, E. et al. (2007) Rates in Poultry Species and Categories during Transport for Slaughter. *Acta Veterinaria Brno*, Vol. 76, pp. 101–108. DOI: 10.2754 / avb200776S8S101. (In Engl.).

Информация об авторах:

Валерий Максимович Курганов, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры экономической теории, Тверской государственный университет, Тверь, Россия

ORCID ID: 0000-0001-8494-2852

e-mail: glavreds@gmail.com

Михаил Владимирович Грязнов, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры логистики и управления транспортными системами, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, Магнитогорск, Россия

ORCID ID: 0000-0003-3142-1089

e-mail: gm-autolab@mail.ru

Егор Анатольевич Тимофеев, директор по логистике, ООО «Ситно-Продукт», Магнитогорск, Россия

ORCID ID: 0000-0002-6187-5121

e-mail: wolf_tea@mail.ru

Вклад соавторов:

Курганов В. М. – научное консультирование по методологии проведения исследований процесса перевозок специфических грузов автомобильным транспортом, технической эксплуатации специализированного подвижного состава и использованию ситуационного подхода к управлению транспортным процессом. Формирование общей схемы проведения исследования, контроль корректности используемой терминологии и полученных результатов, научная редакция статьи и отчетных материалов.

Грязнов М. В. – руководство исследованием, включая формулировку актуальности изучаемого вопроса, цели, объекта и предмета исследования, постановку решаемых задач, систематизация факторов выращивания и переработки птицы, определяющих потери перевозимого на забой поголовья, методическая поддержка в разработке математической модели оптимизации плотности посадки птицы в транспортную тару, корректировка стиля изложения статьи.

Тимофеев Е. А. – анализ научной и нормативно-правовой литературы по изучаемому вопросу, формирование массива исходной информации, установление искомым эмпирических и расчётных зависимостей, разработка оптимизационной экономико-математической модели и её экспериментальная проверка, разработка алгоритма управления задержками на различных этапах перевозки живой птицы автомобильным транспортом, технико-экономическая оценка реализации предлагаемых рекомендаций, написание статьи.

Статья поступила в редакцию: 11.12.2021; принята в печать: 09.03.2022.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Information about authors:

Valery Maksimovich Kurganov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Economic Theory, Tver State University, Tver, Russia

ORCID ID: 0000-0001-8494-2852

e-mail: glavreds@gmail.com

Mikhail Vladimirovich Gryaznov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Logistics and Transport Systems Management, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia

ORCID ID: 0000-0003-3142-1089

e-mail: gm-autolab@mail.ru

Egor Anatolyevich Timofeev, Logistics Director, Sitno-Product LLC, Magnitogorsk, Russia

ORCID ID: 0000-0002-6187-5121

e-mail: wolf_tea@mail.ru

Contribution of the authors:

Kurganov V. M. – scientific consulting on the methodology of conducting research on the process of transportation of specific goods by road, technical operation of specialized rolling stock and the use of

a situational approach to managing the transport process. Formation of the general scheme of the study, control of the correctness of the terminology used and the results obtained, the scientific edition of the article and reporting materials.

Gryaznov M. V. – leadership of the study, including the formulation of the relevance of the issue under study, the purpose, object and subject of the study, the formulation of tasks to be solved, the systematization of the factors of growing and processing poultry that determine the loss of livestock transported to slaughter, methodological support in the development of a mathematical model for optimizing the density of poultry stocking in the transport container, correction of the style of presentation of the article.

Timofeev E. A. – analysis of scientific and regulatory literature on the issue under study, formation of an array of initial information, establishment of the desired empirical and calculated dependencies, development of an optimization economic and mathematical model and its experimental verification, development of an algorithm for managing delays at various stages of transportation of live poultry by road, technical and economic assessment of the implementation of the proposed recommendations, writing an article.

The paper was submitted: 11.12.2021.

Accepted for publication: 09.03.2022.

The authors have read and approved the final manuscript.