Научная статья
УДК 621.7/9.002:519.24
doi:10.35694/YARCX.2026.73.1.009

ОПТИМИЗАЦИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА АГРАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Вера Витальевна Жолудева[1], Елена Владимировна Шешунова[2]
[1, 2]Ярославский государственный аграрный университет, Ярославль, Россия
[1]zholudeva@yaragrovuz.ru, ORCID 0000-0001-9194-6659
[2]e.sheshunova@yarcx.ru, ORCID 0000-0002-7805-5656

Реферат. Улучшение использования машинно-тракторного парка (МТП) в настоящее время является одним из важных направлений повышения эффективности деятельности сельскохозяйственного предприятия. В данной статье приведено использование экономико-математического моделирования и методов для оптимизации структуры машинно-тракторного парка аграрного предприятия с учётом используемых площадей. На примере конкретного сельскохозяйственного предприятия Ярославской области, на основе проведённого моделирования, определены эксплуатационные затраты при оптимальной структуре МТП. В результате проведённого исследования по ряду агрегатов наблюдается недостаток, вследствие чего имеющийся машинно-тракторный парк перегружен, а количество тракторов ДТ-75 и борон 24-БЗСС превышает норму, и поэтому они простаивают. Таким образом, сделаны выводы о неэффективной структуре машинно-тракторного парка и даны рекомендации по оптимальному составу МТП.

Ключевые слова: *машинно-тракторный парк, математическая модель, эффективность, оптимизация, сельскохозяйственное производство*

OPTIMIZATION OF AN AGRICULTURAL ENTERPRISE'S MACHINE AND TRACTOR FLEET USING MATHEMATICAL MODELING METHODS

Vera V. Zholudeva[1], Elena V. Sheshunova[2]
[1, 2]Yaroslavl State Agrarian University, Yaroslavl, Russia
[1]zholudeva@yaragrovuz.ru, ORCID 0000-0001-9194-6659
[2]e.sheshunova@yarcx.ru, ORCID 0000-0002-7805-5656

Abstract. Improving the use of the machine and tractor fleet (MTF) is currently one of the important ways for increasing the efficiency of the agricultural enterprise. This article described the use of economic and mathematical modeling and methods to optimize the structure of the machine and tractor fleet of an agricultural enterprise, taking into account the areas used. Using the example of a specific agricultural enterprise in the Yaroslavl region, with the help of modeling carried out, the operating costs were determined with the optimal structure of the MTF. The research results showed that there is a shortage of a number of units, as a result of which the existing machine and tractor fleet is overloaded, and the number of DT-75 tractors and 24-BZSS harrows exceeds the norm, and therefore they stand idle. It was concluded that the current structure of the machine and tractor fleet was inefficient and recommendations were made on the optimal composition of the MTF.

Keywords: *machine and tractor fleet, mathematical model, efficiency, optimization, agricultural production*

Введение. Финансовый успех современного аграрного предприятия, повышение конкурентоспособности его продукции и эффективности сельскохозяйственного производства могут быть достигнуты на основе грамотно выстроенного процесса оптимизации машинно-тракторного парка.

Это связано с тем, что оптимальное чёткое планирование позволяет уменьшить реальные

Рисунок 1 – Математические методы

затраты, повысить вероятность выполнения полевых работ в оптимальные сроки и получить дополнительную прибыль за счёт уменьшения расходов на энергоресурсы и простоя сельскохозяйственной техники.

Оптимизация предусматривает рациональное применение сельскохозяйственных машин и агрегатов, благодаря чему возможно снижение себестоимости продукции и грамотное использование земельных, топливно-энергетических и трудовых ресурсов.

Надо отметить, что под моделированием машинно-тракторного парка аграрного предприятия следует понимать процесс, направленный на планирование использования техники с учётом условий хозяйства и особенностей производства, а также процесс создания математических моделей для оптимизации состава и структуры сельскохозяйственной техники. При этом моделирование МТП направлено на минимизацию затрат при проведении полевых работ с учётом ограничений на сельскохозяйственные машины [1; 2].

При определении оптимальных режимов работы машинно-тракторного парка в аграрной сфере в настоящее время применяется большой арсенал экономико-математических методов (рис. 1) [3; 4].

Применение математического моделирования при решении задачи оптимального комплектования машинно-тракторного парка является эффективным, поскольку позволяет учесть все экономические и агротехнологические условия для нахождения наилучшего варианта [5; 6].

Цель нашего исследования – оптимизация машинно-тракторного парка сельскохозяйственного предприятия методами математического моделирования.

Материалы и методы исследования. При проведении исследования авторами была применена методология, базирующаяся на общенаучных методах познания, а именно: анализе и синтезе, сравнительных методах и статистических методах обработки информации.

Для достижения поставленной цели были применены методы линейного программирования, а именно симплексный метод решения оптимизационных задач.

Результаты исследования. Задачу по определению оптимального состава машинно-тракторного парка можно сформулировать следующим образом: найти такой состав парка и определить план его использования, при котором будет достигнут минимум затрат.

Объектом моделирования послужил машинно-тракторный парк сельскохозяйственного предприятия «АгроПро», функционирующего на территории Ярославской области, основным видом деятельности которого является разведение крупного рогатого скота, выращивание зерновых культур, овощей, однолетних кормовых культур. Для проведения экспериментального исследования были использованы данные этого предприятия.

Машинно-тракторный парк используется при проведении следующих видов работ: боронование и внесение минеральных удобрений. При проведении этих работ применяют следующие сельскохозяйственные машины: тракторы Т-150К, ДТ-75, МТЗ-80; бороны 24-БЗСС, 18-БЗСС; разбрасыватели РУМ-8, РУМ-5.

Для составления математической модели были введены следующие переменные [7]:

x_1 – количество агрегатов Т-150К + 24-БЗСС;

x_2 – количество агрегатов ДТ-75 + 18-БЗСС;

x_3 – количество агрегатов Т-150К + РУМ-8;

Таблица 1 – Результаты решения задачи по оптимизации машинно-тракторного парка

Агрегат	Значение, шт.		Отклонение, +,–
	фактическое	оптимальное	
Т-150К	4	5	–1
ДТ-75	6	4	+2
МТЗ-80	5	7	–2
24-БЗСС	104	75	+29
18-БЗСС	36	40	–4
РУМ-8	2	2	0
РУМ-5	4	5	–1

x_4 – количество агрегатов МТЗ-80 + РУМ-5;
x_5 – количество тракторов Т-150К;
x_6 – количество тракторов ДТ-75;
x_7 – количество тракторов МТЗ-80;
x_8 – количество борон БЗСС;
x_9 – количество разбрасывателей РУМ-8;
x_{10} – количество разбрасывателей РУМ-5.

Целевая функция: $z = 140{,}8x + 137{,}2x_2 + 578{,}6x_3 + 210{,}9x_4 \rightarrow \min$.

Система ограничений:

$$\begin{cases} 320{,}7x_1 + 225{,}5x_2 \geq 1400 & \textit{условия по выполнению заданных} \\ 280{,}4x_1 + 248{,}1x_2 \geq 700 & \textit{объёмов работ} \\ x_1 + x_3 \leq x_5 & \textit{ограничение по количеству } Т-150К \\ x_2 \leq x_6 & \textit{ограничение по количеству } ДТ-75 \\ x_2 \leq x_6 & \textit{ограничение по количеству } МТЗ-80 \\ 24x_1 + 18x_2 \leq x_8 & \textit{ограничение по количеству } БЗСС \\ x_3 \leq x_9 & \textit{ограничение по количеству } РУМ-8 \\ x_4 \leq x_{10} & \textit{ограничение по количеству } РУМ-5 \\ x_{1-10} \geq 0 & \end{cases}$$

Составленная модель относится к классу задач линейного программирования [8]. Решение осуществлялось симплексным методом с применением прикладного пакета Excel.

При существующих посевных площадях 1400 га оптимальными для исследуемого предприятия можно считать наличие в данном хозяйстве пяти тракторов Т-150К, четырёх тракторов ДТ-75, семи тракторов МТЗ-80, ста двадцати борон БЗСС, двух разбрасывателей РУМ-8 и пяти разбрасывателей РУМ-5. При учёте всех ограничений минимальные затраты на их использование составят 2693,4 ден ед.

По данным таблицы 1 можно сделать следующие выводы:

1) наблюдается недостаток тракторов Т-150К и МТЗ-80, борон 18-БЗСС и разбрасывателей РУМ-5, вследствие чего имеющийся машинно-тракторный парк перегружен, что, в свою очередь, сопровождается частыми поломками и затратами на ремонт;

2) с другой стороны, количество тракторов ДТ-75 и борон 24-БЗСС превышает норму, эти агрегаты используются неэффективно, так как простаивают.

Выводы. Результаты, полученные в ходе моделирования, позволили сделать вывод, что в изучаемом хозяйстве структура машинно-тракторного парка не является рациональной. Некоторые агрегаты простаивают, другие перегружены работой. Это ведёт к неоправданным затратам и повышению себестоимости сельскохозяйственной продукции предприятия.

Таким образом, оптимальный состав МТП исследуемого предприятия должен включать 5 тракторов Т-150К, 4 трактора ДТ-75, 7 тракторов МТЗ-80, 120 борон БЗСС, 2 разбрасывателя РУМ-8 и 5 разбрасывателей РУМ-5. Оптимизация имеющегося состава машинно-тракторного парка может происходить и за счёт приобретения более современной техники: 3 тягового класса (взамен Т-150К) – МТЗ-1523.3, КАМТЗ ТТХ-215; 1,4 тягового класса (взамен МТЗ-80) – Агромаш 85ТК, Беларус 892, которые могут выполнять различные виды сельскохозяйственных работ: разбрасывание удобрений, междурядная обработка, вспашка, боронование, культивация, посев и посадка сельскохозяйственных культур.

Список источников

1. Шевцов В. Г., Годжаев З. А, Лавров А. В., Зубина В. А. Методика определения оптимального количественно-возрастного состава тракторного парка // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2016. № 4. С. 9–14. EDN WLZXPN.

2. Алетдинова А. А., Докин Б. Д., Кравченко М. С., Цыбина Я. С. Процессный подход в задаче информатизации моделирования структуры МТП // Вестник НГИЭИ. 2018. № 9 (88). С. 80–92. EDN YLREXR.

3. Обухович Т. М. Моделирование оптимального состава машинно-тракторного парка сельскохозяйственного предприятия // Материалы одиннадцатой региональной конференции по математике «МАК-2008» : тезисы докладов, Барнаул, июнь, 2008. Барнаул : Изд-во АлтГУ, 2008. С. 106–108.

4. Кузнецов П. Н., Кузнецов И. П. К вопросу о математическом моделировании в агроинженерии // Наука и образование. 2023. Т. 6, № 2. EDN YDFFUZ.

5. Погонышев В. А., Погонышева Д. А., Ульянова Н. Д. Моделирование как инструмент современной агроинженерии // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 1 (107). С. 46–51. EDN VBZZBG.

6. Спешилов Е. А. Применение математического моделирования для поддержки принятия управленческих решений по ресурсоиспользованию в агропроизводстве // Друкеровский вестник. 2025. № 1 (63). С. 260–272. DOI 10.17213/2312-6469-2025-1-260-272. EDN JNAKSQ.

7. Островская И. Э. Экономико-математическое моделирование в АПК. Уссурийск : ФГБОУ ВПО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия», 2015. 126 с.

8. Жолудева В. В., Балыков И. А., Хотько И. А. Оценка эффективности деятельности предприятия агробизнеса методами математического моделирования // Вестник АПК Верхневолжья. 2022. № 3 (59). С. 104–111. DOI 10.35694/YARCX.2022.59.3.014. EDN JCXTYE.

References

1. Shevtsov V. G., Godzhaev Z. A, Lavrov A. V., Zubina V. A. Metodika opredeleniya optimal'nogo kolichestvenno-vozrastnogo sostava traktornogo parka // Sel'skohozyajstvennye mashiny i tekhnologii. 2016. № 4. S. 9–14. EDN WLZXPN.

2. Aletdinova A. A., Dokin B. D., Kravchenko M. S., Tsybina Ya. S. Processnyj podhod v zadache informatizacii modelirovaniya struktury MTP // Vestnik NGIEI. 2018. № 9 (88). S. 80–92. EDN YLREXR.

3. Obukhovich T. M. Modelirovanie optimal'nogo sostava mashinno-traktornogo parka sel'skohozyajstvennogo predpriyatiya // Materialy odinnadcatoj regional'noj konferencii po matematike «MAK-2008» : tezisy dokladov, Barnaul, iyun', 2008. Barnaul : Izd-vo AltGU, 2008. S. 106–108.

4. Kuznetsov P. N., Kuznetsov I. P. K voprosu o matematicheskom modelirovanii v agroinzhenerii // Nauka i obrazovanie. 2023. T. 6, № 2. EDN YDFFUZ.

5. Pogonyshev V. A., Pogonysheva D. A., Ul'yanova N. D. Modelirovanie kak instrument sovremennoj agroinzhenerii // Vestnik Bryanskoj GSKHA. 2025. № 1 (107). S. 46–51. EDN VBZZBG.

6. Speshilov E. A. Primenenie matematicheskogo modelirovaniya dlya podderzhki prinyatiya upravlencheskih reshenij po resursoispol'zovaniyu v agroproizvodstve // Drukerovskij vestnik. 2025. № 1 (63). S. 260–272. DOI 10.17213/2312-6469-2025-1-260-272. EDN JNAKSQ.

7. Ostrovskaya I. E. Ekonomiko-matematicheskoe modelirovanie v APK. Ussurijsk : FGBOU VPO «Primorskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya», 2015. 126 s.

8. Zholudeva V. V., Balykov I. A., Khot'ko I. A. Ocenka effektivnosti deyatel'nosti predpriyatiya agrobiznesa metodami matematicheskogo modelirovaniya // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2022. № 3 (59). S. 104–111. DOI 10.35694/YARCX.2022.59.3.014. EDN JCXTYE.

Сведения об авторах

Вера Витальевна Жолудева – кандидат педагогических наук, доцент, профессор кафедры электрификации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 2190-8887.

Елена Владимировна Шешунова – кандидат технических наук, доцент, декан инженерного факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 4860-1126.

Information about the authors

Vera V. Zholudeva – Candidate of Pedagogical Sciences, Docent, Professor of the Department of Electrification, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 2190-8887.

Elena V. Sheshunova – Candidate of Technical Sciences, Docent, Dean of the Faculty of Engineering, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 4860-1126.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ ФГБОУ ВО «ЯРОСЛАВСКИЙ ГАУ» В 2024 ГОДУ ВЫШЛА МОНОГРАФИЯ

ВЕРА ВИТАЛЬЕВНА ЖОЛУДЕВА

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В монографии рассмотрены различные методы современной математики, применяемые в сельском хозяйстве при моделировании экономики АПК. Для пояснения особенностей рассмотренных моделей приводятся конкретные примеры.

Монография предназначена для научных сотрудников, преподавателей, аспирантов, студентов сельскохозяйственных и смежных специальностей вузов, а также представителям бизнеса и органам власти, имеющим отношение к агробизнесу.

УДК 519.87.631; ББК 22.18; ISBN 978-5-98914-277-4; 90 СТР.

ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:

150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58, ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ»

e-mail: e.bogoslovskaya@yarcx.ru