

## ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 631.171

<https://doi.org/10.26897/2687-1149-2025-6-27-34>

## Повышение эффективности механизированной уборки пшеницы в условиях Ирака с применением полиэтиленовых рукавов

*И.А.Х. Хуссейн<sup>1</sup>, А.Г. Левшин<sup>2</sup>✉, И.Н. Гаспарян<sup>3</sup>*<sup>1,2</sup> Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; г. Москва, Россия<sup>3</sup> Всероссийский НИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова; г. Москва, Россия<sup>1</sup> Abu.alhumam6@Gmail.com<sup>2</sup> alevshin@rgau-msha.ru✉; <https://orcid.org/0000-0001-8010-4448><sup>3</sup> irina150170@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4702-0095>

**Аннотация.** Производство пшеницы в Ираке составляет 54,6% от общего объема выращиваемой сельскохозяйственной продукции. Производство зерна отличается большими потерями и продолжительными сроками уборки, обусловленными недостаточной обеспеченностью и низкой производительностью комбайнов, слабым уровнем механизации (ниже 31,63%) и продолжительными холостыми переездами комбайнов (61% рабочего времени). Ввиду нехватки зернохранилищ потери зерна достигают 20...30%. Цель исследований – повысить эффективность уборки пшеницы за счет оптимизации состава уборочно-транспортного комплекса и использования полиэтиленовых рукавов для хранения части урожая. Применимость предлагаемой технологии в Ираке рассматривали на примере района Эс-Сувайра. Количество точек размещения временных складов определяли с учетом среднего радиуса перевозок зерна от комбайнов прицепами-перегрузчиками, затрат на охрану, эксплуатационных затрат на дополнительное оборудование для заполнения и разгрузки рукавов вместимостью 200 т. Эффективность каждой схемы уборки оценивали по суммарным эксплуатационным затратам. Эксплуатационные затраты на существующую традиционную технологию, учитывающую работу одного комбайна New Holland TC5040, автомобильную перевозку до элеватора на расстояние 72 км и хранение 49 тыс. т зерна, составили 2136,9 руб/т. В предлагаемой технологии для уборочно-транспортного комплекса, включающего в себя 4 зерноуборочных комбайна New Holland TC5040 и 2 прицепа-перегрузчика БПЗ-16 грузоподъемностью 16 т эксплуатационные затраты составили 618,9 руб/т. По результатам имитационного моделирования минимум эксплуатационных затрат (1015,7 руб/т) получен для 8 точек хранения – 30 рукавов, вмещающих 6,12 тыс. т зерна. Производительность комбайна в составе уборочно-транспортного комплекса составила 7,34 т/ч, что соответствует 71% от потенциальной производительности 10,21 т/ч. Эффективность уборки с применением полиэтиленовых рукавов для хранения зерна в условиях Ирака подтверждена.

**Ключевые слова:** технология уборки; схемы уборки; потери зерна; эффективность уборки; уборочно-транспортный комплекс; бункер-перегрузчик зерна; хранение зерна в полиэтиленовых рукавах; производительность комбайна

**Для цитирования:** Хуссейн И.А.Х., Левшин А.Г., Гаспарян И.Н. Повышение эффективности механизированной уборки пшеницы в условиях Ирака с применением полиэтиленовых рукавов // Агроинженерия. 2025. Т. 27, № 6. С. 27-34. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2025-6-27-34>

## ORIGINAL ARTICLE

## Improving the efficiency of mechanized wheat harvesting in Iraq using polyethylene hoses

I.A.H. Hussein<sup>1</sup>, A.G. Levshin<sup>2✉</sup>, I.N. Gasparyan<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; Moscow, Russia

<sup>3</sup> Russian Institute of Agrochemistry named after D. Pryanishnikov; Moscow, Russia

<sup>1</sup> abu.alhumam6@gmail.com

<sup>2</sup> alevshin@rgau-msha.ru<sup>✉</sup>; <https://orcid.org/0000-0001-8010-4448>

<sup>3</sup> irinal50170@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4702-0095>

**Abstract.** Wheat production is a critical component of Iraqi agriculture, accounting for 54.6% of total agricultural output. However, grain harvesting suffers from significant losses and extended timelines due to a combination of factors: an insufficient number and low productivity of combine harvesters, limited mechanization (31.63%), and excessive idle time for combines (61% of working hours). Further exacerbating the problem is a shortage of adequate grain storage facilities; elevators can only accommodate 70-80% of the harvest. This study proposes a system optimization approach to increase the efficiency of wheat harvesting, combining an improved harvesting and transport system with the use of polyethylene hoses as temporary storage. The applicability of this technology was assessed in the Essaouira area of Iraq. The number of optimal temporary storage facilities was determined based on the average grain transport radius from combines by reloading trailers, security costs, and operating expenses for filling and emptying the hoses. The proposed solution utilizes *Qirgdao* polyethylene hoses with a 200-ton capacity, costing 54,000 rubles per unit. The effectiveness of different harvesting schemes was evaluated based on total operating costs. The operating cost of the existing conventional technology – employing one New Holland TC5040 combine harvester, trucking grain 72 km to an elevator, and storing 49,000 tons – was estimated at 2,136.9 rubles per ton. The proposed harvesting and transport system, incorporating four New Holland TC5040 combine harvesters and two BPZ-16 reloading trailers (16-ton capacity), yielded significantly lower operating costs of 618.9 rubles per ton. Simulation results indicated that the lowest operating cost (1015.7 rubles/ton) was achieved with eight storage locations, utilizing 30 hoses to store 6,120 tons of grain. The improved productivity of the combine within the optimized system was 7.34 tons per hour, representing 71% of its potential productivity (10.21 tons/hour). The study confirmed the economic benefits of integrating polyethylene hose-based grain storage into wheat harvesting operations in Iraq.

**Keywords:** harvesting technology; harvesting schemes; grain losses; harvesting efficiency; harvesting and transportation system; grain reloading bunker; grain storage in polyethylene hoses; combine productivity

**For citation:** Hussein I.A.H., Levshin A.G., Gasparyan I.N. Improving the efficiency of mechanized wheat harvesting in Iraq using polyethylene hoses. *Agricultural Engineering (Moscow)*. 2025;27(6):27-34 (In Russ.). <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2025-6-27-34>

### Введение

Производство зерна имеет важное значение в обеспечении продовольственной безопасности Ирака. Из 43,5 млн га общей площади Ирака 12,5% земель используется для выращивания сельскохозяйственных культур [1, 2]. В 2023 г. на долю пшеницы приходилось 54,6% от общего объема сельскохозяйственного производства [3-5], и произведено 4420 тыс. т, что на 37,8% больше значения предыдущего года. В 2024 г. сбор увеличился на 42,5% и достиг 6300 тыс. т при средней урожайности 2,58 т/га.

Эффективность производства зерна во многом зависит от технической оснащенности. В различных регионах Ирака этот показатель значительно

отличается. Так, в 2023 г. в районе с наибольшей площадью пашни Ниневия достигнут наивысший уровень механизации – 31,63% [6]: на один трактор приходится 52 га пашни, на один комбайн – 601 га [7-9]. Для района Эс-Сувайра этот показатель существенно ниже. Низкий уровень механизации обусловлен недостаточным количеством комбайнов и их низкой производительностью, что в свою очередь приводит к длительным срокам уборки и росту потерь.

Существующая традиционная технология уборки заключается в многократном перемещении комбайна с заполненным бункером к краю поля, разгрузке зерна в автомобиль и возврату к месту уборки (рис. 1). При этом 61% времени работы комбайна

Традиционная технология уборки зерновых в Ираке		
		
Уборка одним комбайном	Выгрузка зерна в зерновоз	Доставка зерна в элеватор на расстояние 72 км
Уборка зерновых с использованием полиэтиленовых рукавов		
		
Уборка группой комбайнов	Выгрузка зерна в бункер-перегрузчик	Загрузка-выгрузка полиэтиленовых рукавов

Рис. 1. Сравнение двух технологий уборки зерна

Fig. 1. Comparison of two grain harvesting technologies

затрачивается на холостые переезды и простои [10]. Автомобилю с зерном также приходится преодолевать значительное расстояние до элеватора. Все это значительно увеличивает затраты на уборку и приводит к большим потерям зерна.

Ввиду отсутствия современных зернохранилищ и неэффективной инфраструктуры в Ираке теряется от 20 до 30% урожая [11, 12]. По причине нехватки элеваторов Ирак вынужден поставлять пшеницу в качестве пожертвования в соседние страны: Сирию, Иорданию, Тунис. В связи с этим целесообразно вместо традиционной технологии применять технологию с использованием полиэтиленовых рукавов (временного склада) (рис. 1) [13, 14].

Опыт применения полиэтиленовых рукавов в Аргентине, Египте и России подтвердил перспективность такой технологии и в условиях Ирака.

У предлагаемой технологии есть много преимуществ. Герметичность трехслойного рукава создает герметичную среду, предотвращающую проникновение повреждающих урожай насекомых, грызунов и грибов. Влагостойкость рукава предотвращает попадание влаги в зерно, снижая риск образования плесени и порчи. Защиту от вредителей и болезней

обеспечивает бескислородная среда, создаваемая за счет дыхания зерна. Поддержание оптимального уровня влажности зерна внутри рукава обеспечивает его сохранность и качество при длительном хранении.

**Цель исследований:** повысить эффективность уборки пшеницы за счет оптимизации состава уборочно-транспортного комплекса (УТК) и использования для хранения части урожая полиэтиленовых рукавов (временный склад).

#### Материалы и методы

На одном из полей, принадлежащих Министерству сельского хозяйства Ирака в районе Эс-Сувайра, проведено сравнительное исследование и рассчитаны эксплуатационные расходы для традиционной технологии и предлагаемого варианта. Для повышения производительности зерноуборочных комбайнов (ЗУК) использовали групповую форму работы, в качестве обслуживающего звена рассматривали бункер-перегрузчик зерна.

Эффективность каждой схемы уборки оценивали по суммарным эксплуатационным затратам ( $C_{\Sigma}$ , руб/ч). Для каждого агрегата

уборочно-транспортного комплекса часовые эксплуатационные затраты определяли по формуле:

$$C_{\Sigma \text{Эт}} = \{C_{\text{тсм}} + C_{\text{аморт}} + C_{\text{страховки}} + C_{\text{тор}} + C_{\text{труда}}\}, \quad (1)$$

где  $C_{\text{аморт}}$  – затраты на амортизацию, руб/ч;  $C_{\text{тор}}$  – затраты на техническое обслуживание и ремонт, руб/ч;  $C_{\text{тсм}}$  – затраты на топливо и смазочные масла, руб/ч;  $C_{\text{страх}}$  – затраты на страхование (для тракторов и зерноуборочных комбайнов), руб/ч;  $C_{\text{труд}}$  – оплата труда, руб/ч.

Расход топлива ( $Q_{\text{тсм}}$ , кг/ч) агрегатом на уборке зерновых определяли по формуле (2), затраты ( $C_{\text{тсм}}$ , руб/ч) с учетом комплексной цены на топливо и масла – по формуле (3):

$$Q_{\text{тсм}} = \frac{N_{\text{н}} \cdot \varepsilon_{\text{н}} \cdot g_{\text{е}} \cdot V_{\theta}}{10^3}; \quad (2)$$

$$C_{\text{тсм}} = Q_{\text{тсм}} \cdot \Pi_{\text{тсм}}, \quad (3)$$

где  $N_{\text{н}}$  – номинальная мощность двигателя, кВт;  $\varepsilon_{\text{н}}$  – коэффициент загрузки двигателя трактора на сельскохозяйственных работах;  $g_{\text{е}}$  – удельный расход топлива двигателя г/кВт · ч;  $\Pi_{\text{тсм}}$  – комплексная цена на топливо и смазочные масла, руб/кг;  $V_{\theta}$  – коэффициент, зависящий от типа агрегата и длины гона, определяется по типовым нормам выработки.

Затраты на амортизацию, техническое обслуживание и ремонт, страховку определяли по формулам (4), (5) и (6):

$$C_{\text{аморт}} = \frac{B}{T_{\text{лет}} \cdot T_{\text{г}}}; \quad (4)$$

$$3_{\text{то}} = \frac{B \cdot H_{\text{то}}}{100 T_{\text{г}}}; \quad (5)$$

$$C_{\text{страховки}} = \frac{B \cdot C_{\text{с}}}{100 T_{\text{г}}}, \quad (6)$$

где  $B$  – балансовая цена агрегата, руб.;  $T_{\text{г}}$  – годовая загрузка, ч;  $T_{\text{лет}}$  – срок службы, лет;  $H_{\text{то}}$  – норматив затрат на техническое обслуживание и ремонт, % от балансовой стоимости;  $C_{\text{с}}$  – страховая стоимость, % от балансовой стоимости<sup>1</sup>.

Часовая ставка работника, руб/ч, устанавливается центральным правительством Ирака.

Эксплуатационные затраты  $C_{\text{зук}}$  (руб/т) на 1 т убранного зерна –

$$C_{\text{зук}} = \frac{C_{\Sigma \text{Эт}}}{W_{\text{У}}}, \quad (7)$$

где  $W_{\text{У}}$  – производительность, т/ч.

<sup>1</sup> Зангиев А.А., Скороходов А.Н. Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. СПб.: Издательство «Лань», 2016. 464 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/87575>.

Транспортные расходы ( $C_{\text{авт}}$ , руб/т) включают в себя затраты на ожидание погрузки на поле ( $t_1$ , ч) и ожидание разгрузки на элеваторе ( $t_2$ , ч), учитывают тариф на простой ( $g$ , руб/ч) и транспортные расходы, зависящие от перевезенного груза ( $Q_{\text{т}}$ , т · км) и тарифа на перевозку ( $p$ , руб/т · км). Общие затраты на транспортировку зерна автомобилями определим по формуле (8):

$$C_{\text{авт}} = \{(t_1 + t_2) \cdot g + p \cdot Q_{\text{т}}\} Q_{\text{н}} \cdot \alpha, \quad (8)$$

где  $Q_{\text{н}}$  – номинальная грузоподъемность автомобиля, т;  $\alpha$  – коэффициент использования грузоподъемности (для зерна  $\alpha = 1$ ).

При традиционной технологии уборки общие затраты ( $\Sigma C_{\text{техн}}$ , руб/т) включают в себя затраты на уборку одним комбайном  $C_{\text{зук}}$ , затраты на автомобильные перевозки на расстояние 72 км  $C_{\text{авб}}$  и затраты на хранение  $C_{\text{хран}}$ , устанавливаемые централизованно Министерством экономики для каждого элеватора:

$$\Sigma C_{\text{техн}} = \{C_{\text{зук}} + C_{\text{авб}} + C_{\text{хран}}\}. \quad (9)$$

В предлагаемой технологии используется  $m$  зерноуборочных комбайнов типа New Holland 5040 и два ( $n = 2$ ) прицепа-перегрузчика зерна БПЗ-16, каждый из которых вмещает 4 бункера комбайна. Время заполнения бункера  $t_1$  и время обслуживания одной заявки  $t_2$  – случайные величины. С учетом этого оптимальное количество комбайнов  $m$ , которое может эффективно обслужить 2 бункера-перегрузчика, определяли с использованием теории массового обслуживания<sup>2</sup>. Интенсивность потока заявок от комбайнов ( $\lambda$ , ч<sup>-1</sup>) и интенсивность обслуживания ( $\mu$ , ч<sup>-1</sup>) определяли по данным хронометражных наблюдений. Вероятность поступления в систему ( $P_k(t)$ ) точно  $k$  требований за  $t$  время описывается законом Пуассона (12):

$$\lambda = 1/t_{1\text{ср}}; \quad (10)$$

$$\mu = 1/t_{2\text{ср}}; \quad (11)$$

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, \quad (12)$$

где  $t_{1\text{ср}}$  – среднее время заполнения бункера комбайна, ч;  $t_{2\text{ср}}$  – среднее время заполнения бункера-перегрузчика, ч.

Задаваясь количеством заявок  $k$  от 1 до  $m$  в системе обслуживания, определяем вероятности их появления, среднее количество простаивающих

<sup>2</sup> Зангиев А.А., Скороходов А.Н. Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. СПб.: Издательство «Лань», 2016. 464 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/87575>



комбайнов ( $L_1$ , шт.) и среднее количество простаивающих прицепов-перегрузчиков ( $L_3$ , шт.). Коэффициенты простоя комбайнов  $K_{пр1}$  и прицепов-перегрузчиков  $K_{пр3}$  можно найти по формулам (13, 14):

$$K_{пр1} = \frac{L_1}{m} = \frac{1}{m} \sum_{k=n+1}^m (k-n)P_k; \quad (13)$$

$$K_{пр3} = \frac{L_3}{n} = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} (n-k)P_k. \quad (14)$$

Рассматривая разное количество комбайнов в системе, определяем общие эксплуатационные затраты уборочно-транспортного комплекса:

$$C = \frac{mC_m + nC_n}{W_F \cdot m(1 - k_{пр1})}, \quad (15)$$

где  $C_m$ ,  $C_n$  – эксплуатационные затраты за 1 ч работы обслуживаемых (зерноуборочные комбайны) и обслуживающих агрегатов (бункеры-накопители) соответственно;  $W_F$  – производительность зерноуборочного комбайна, т/ч.

Определим оптимальное количество комбайнов  $m_{опт}$ , которое может обслужить два бункера-перегрузчика по минимуму функции  $C = f(m, n)$ .

Общие затраты на предлагаемую технологию ( $\Sigma C_{техн}$ , руб/т) включают в себя затраты уборочно-транспортного комплекса  $C_{утк}$ , на охрану временных складов  $C_{охрана}$ , на заполнение рукавов  $C_{загр}$ , выгрузку зерна  $C_{разгр}$  и удельную стоимость полиэтиленовых рукавов  $C_{рукав}$ :

$$\Sigma C_{техн} = \{C_{утк} + C_{охран} + C_{загр} + C_{разгр} + C_{рукав}\}. \quad (16)$$

Удельная стоимость рукавов определяется как отношение цены одного рукава ( $\Pi_{рук}$ , руб.) и вместимости ( $Q_{рук}$ , т):

$$C_{рукав} = \Pi_{рук} / Q_{рук}.$$

Для определения оптимального количества пунктов расположения полиэтиленовых рукавов

при хранении зерна в полевых условиях рассматривали разное количество точек хранения (1...10) и рассчитывали общую стоимость по формуле (16). В таблице 1 приведены исходные данные для расчета эксплуатационных затрат.

### Результаты и их обсуждение

Рассчитанные по данным таблицы 1 эксплуатационные затраты на традиционную технологию, учитывающую работу одного зерноуборочного комбайна, автомобильную перевозку до дальнего элеватора на расстояние 72 км и хранение 49 тыс. т зерна, составили 2136,9 руб/т.

При оптимизированном составе уборочно-транспортного комплекса, включающем в себя 2 бункера-перегрузчика БПЗ-16 грузоподъемностью 16 т и 4 зерноуборочных комбайна New Holland TC5040, наименьшие эксплуатационные затраты составили 618,9 руб/т (табл. 2).

Вместо хранения зерна в удаленном на 72 км втором элеваторе предлагается использовать полиэтиленовые рукава фирмы *Qirgdao* вместимостью 200 т и стоимостью 54 тыс. руб.

Количество точек размещения временных складов определяли с учетом среднего радиуса перевозок зерна от комбайнов прицепами-перегрузчиками, затрат на охрану, эксплуатационных затрат на дополнительное оборудование для заполнения и разгрузки рукавов (зернозагрузочной машины МЗУ-01К и зерноразгрузочной МЗР компании «*Liliani*»). По данным расчетов, минимум эксплуатационных затрат (1015,7 руб/т) получили при 8 точках хранения (рис. 2). При этом вместимость временного склада составила 6,12 тыс. т, среднее расстояние перевозки зерна – 4,8 км. Для хранения такого количества зерна понадобится 30 рукавов.

Расчетные значения эксплуатационных затрат по двум технологиям сведены в таблицу 3.

Таблица 1

Исходные данные для расчета эксплуатационных затрат на уборке зерновых

Table 1

Initial data for calculating operational costs of grain harvesting

Показатель	Комбайн New Holland TC5040	Бункер-перегрузчик AGRESTO (БПЗ-16)	Машина для загрузки зерна МЗУ-01К	Машина для выгрузки зерна МЗР
Балансовая цена агрегата, Б, тыс. руб.	6100	2910,3	1720	2337
Годовая загрузка, $T_{год}$ , ч	420	850	196	220
Срок службы, $T_{лет}$	15	15	12	12

Таблица 2

Изменение суммарных эксплуатационных затрат уборочно-транспортного комплекса  
в зависимости от количества комбайнов

Table 2

Change in the total operating costs of the harvesting and transport system depending on the number of combine harvesters

Количество комбайнов, $m$	Количество бункеров-перегрузчиков, $n$	Коэффициент простоя комбайнов, $K_{пр1}$	Коэффициент простоя прицепов-перегрузчиков, $K_{пр3}$	$C = f(m, n)$ , руб/т
2	2	0	0,641	691,0
3	2	0,023	0,474	631,9
4	2	0,062	0,328	618,9
5	2	0,117	0,210	632,4

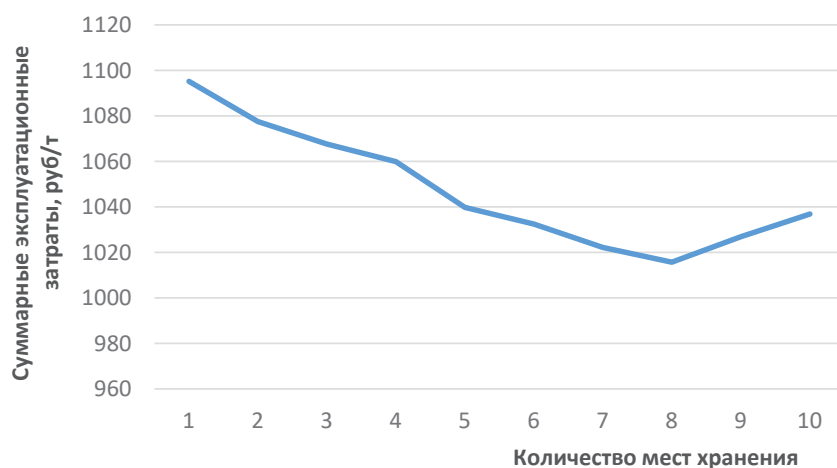


Рис. 2. Зависимость эксплуатационных затрат от количества мест размещения рукавов для хранения зерна

Fig. 2. Relationship between operating costs and the number of locations of grain storage hoses

Таблица 3

Сравнение эксплуатационных затрат по двум технологиям, руб/т [15]

Table 3

Comparison of operating costs for two working schemes, rub /t [15]

Технология	Составляющие затрат для технологий							Общие эксплуатационные затраты
	Уборка одним комбайном	Уборочно-транспортный комплекс	Автоперевозки	Хранение	Охрана*	Стоимость рукавов	Загрузчик, разгрузчик	
Традиционная	887,9	0	553	696	0	0	0	2136,9
Технология с применением рукавов	0	618,9	0	0	117,5	270	9,3	1015,7

\*Затраты на охрану варьируются в зависимости от количества пунктов охраны [4].

## Выводы

1. Потенциальная производительность зерноуборочного комбайна New Holland TC5040 при определенных условиях составляет 10,21 т/ч. При традиционной уборке с использованием комбайна без бункера производительность достигает 4,01 т/ч, что эквивалентно 39% от расчетной производительности. Производительность комбайна в составе уборочно-транспортного комплекса увеличивается до 7,34 т/ч (71% от потенциальной производительности).

2. В предлагаемой технологии минимум эксплуатационных затрат достигается для 8 точек

размещения полиэтиленовых рукавов (временных складов). При оптимальном составе уборочно-транспортного комплекса (4 зерноуборочных комбайна и 2 бункера-перегрузчика БП-16 грузоподъемностью 16 т) минимальные эксплуатационные затраты составили 618,9 руб/т.

3. Суммарные эксплуатационные затраты для традиционной технологии уборки зерн, составили 2136,9 руб/т, а для предлагаемой технологии эксплуатационные затраты – ниже на 52,4% (1015,7 руб/т).

## Список источников / References

1. Ahmed A.F., Almo-sabbah I.A. An economic analysis of the role of agricultural foreign trade and exchange rates in the growth of agricultural output in Iraq (1990-2020). *Anbar Journal of Agricultural Sciences*, 2024;22(2):1260. <https://www.researchgate.net/publication/387938295>
2. Turky T., Momtaz I., Hassan N., Sabah K. Mechanization status, its technical indicators and impact on the wheat crop production in Iraq. *Agricultural Engineering*. 2023;27(1):75-85. <https://doi.org/10.2478/agriceng-2023-0006>
3. Al-Ansari N., Abed S.A., Ewald S.H. Agriculture in Iraq. *Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering*. 2021;11(2):223-241. <https://doi.org/10.47260/jesge/1126>
4. Man N., Kadhim Z., Latif I., Wong K. Transactions costs analysis of agricultural machinery hiring decision in Iraq. *Management Science and Engineering*. 2016;10(4):75-86. <https://core.ac.uk/reader/236302543>
5. Amer K.Z., Muter S.A. The impact of two types of tillage machines on the tillage dates and numbers of durum wheat, Triticum durum yield (Waha Iraq). *International Journal of Agricultural & Statistical Sciences*. 2023;19(1):231-237. <https://doi.org/10.59467/IJASS.2023.19.231>
6. Al Jabouri A.A.N., Al-Akili R.N.K. Industrial agriculture and its role in realizing the dream of self-sufficiency in Iraq (Theoretical conceptual design of food manufacturing infrastructure and innovation in the food industry to boost the Iraqi economy). *Ishtar journal of economics and business studies*. 2022;3(2):39-55. <https://www.researchgate.net/publication/360439493>
7. Yakoub Hilal Y. An investigation of the amount of grain loss—using plant density and reel index of two popular brands of combine harvesters. *Agronomy Research*. 2022;20(1). <https://doi.org/10.15159/AR.22.011>
8. Madgul N.S., Al-Najjar E.Y., Baker Y.T., Irhaim F.I. Using the Arima models to predict wheat crop production in Iraq. *International Journal of Agricultural and Statistical Sciences*. 2020;16(1):121-127. [https://eurekamag.com/research/071/044/071044512.php?srsltid=AfmBOoot-rl\\_0QVQYiR\\_7CPQYpJHq6prCWP8pe4jopejdN\\_S\\_9likrsrQ](https://eurekamag.com/research/071/044/071044512.php?srsltid=AfmBOoot-rl_0QVQYiR_7CPQYpJHq6prCWP8pe4jopejdN_S_9likrsrQ)
9. Муса А.А.Х., Хуссейн И.А., Левшин А.Г. О состоянии производства пшеницы в условиях мелкоконтурного земледелия Республики Ирак // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2024. № 1. С. 116-119. EDN: GUHRPE
10. Hussein I.A.H., Levshin A.G., Gasparian I.N. Improving the efficiency of mechanized wheat harvesting in Iraq using... *Technologies of the Food and Processing Industry of the Agro-Industrial Complex – Healthy Food Products*. 2024;1:116-119.
11. Alsudani A.A. Postharvest management practices of wheat in Iraq: A review. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2025;1487(1):012015. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1487/1/012015>
12. Хуссейн И.А.Х., Алшабеби А.Н.М., Аль-Гайлани А.А.У. Изучение производительности молотильной машины в процессе уборки урожая и возможности снижения потерь // Journal of agriculture and environment. 2023. № 1 (29). <https://doi.org/10.23649/jae.2023.1.39.001>
13. Hussein I.A.H., Alshabebi al –Kh.N.M., Al-Gaylani A.A.A. A study of the productivity of a threshing machine during harvesting and the possibility of reducing losses. *Journal of agriculture and environment*. 2023;1(29). <https://doi.org/10.23649/jae.2023.1.39.001>
14. Mahdi R.S., Omran F.K. Determination of heavy metals concentration of local and imported wheat grains storage and wheat flour in some silos of Baghdad City. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*. 2021;52(5):1139-1149. <https://doi.org/10.36103/ijas.v52i5.1452>
15. Ziegler V., Paraginski R.T., Ferreira C.D. Grain storage systems and effects of moisture, temperature and time on grain quality – A review. *Journal of Stored Products Research*. 2021;91:101770. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2021.101770>
16. Павлов С.Б., Новиков М.А., Смелик В.А. Проект технологии хранения зерна в полиэтиленовых рукавах в условиях Новгородской области // Инновационное развитие агропромышленного, химического, лесного комплексов и рациональное природопользование: Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции, г. Великий Новгород, 20 апреля 2023 г. Великий Новгород: Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, 2023. С. 103-108. EDN: PIVALP
17. Pavlov S.B., Novikov M.A., Smelik V.A. The project of grain storage technology in polyethylene sleeves in the conditions of the Novgorod region. *Innovatsionnoye razvitiye agropromyshlennogo, khimicheskogo, lesnogo kompleksov i ratsionalnoe prirodopolzovanie* [Innovative development of the agro-industrial, chemical, and forestry complexes and rational use of natural resources]: *Proceedings of the II All-Russian scientific and practical conference, Veliky Novgorod, April 20, 2023. Veliky Novgorod: Yaroslav the Wise Novgorod State University, 2023. Pp. 103-108.*

**Информация об авторах**

- <sup>1</sup> Хуссейн Ибрагим Адил Хуссейн, аспирант кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка; abu.alhumam6@gmail.com
- <sup>2</sup> Левшин Александр Григорьевич, д-р техн. наук, профессор кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка; alevshin@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8010-4448>; SPIN-код: 1428-5710
- <sup>3</sup> Гаспарян Ирина Николаевна, д-р с.-х. наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории географической сети опытов и цифровых агротехнологий; irina.150170@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4702-0095>; SPIN-код: 3354-1594
- <sup>1,2</sup> Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49
- <sup>3</sup> Всероссийский НИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Прянишникова, 31а

**Вклад авторов**

Хуссейн И.А.Х – концептуализация, проведение исследований, создание черновика рукописи, визуализация;  
Левшин А.Г. – методология, руководство исследованиями, создание окончательной версии (доработка) рукописи и ее редактирование;  
Гаспарян И.Н. – администрирование проекта.

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов и несут ответственность за плагиат

Статья поступила 24.07.2025, после рецензирования и доработки 15.10.2025; принята к публикации 16.10.2025

**Author information**

- Ibrahim A.H. Hussein<sup>1</sup>, postgraduate student, the Department of Operation of the Machine and Tractor Fleet; abu.alhumam6@gmail.com
- Aleksandr G. Levshin<sup>2</sup>, DSc (Eng), Professor, the Department of Operation of the Machine and Tractor Fleet; alevshin@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8010-4448>; Scopus Author ID: 57209271454; ResearcherID: AAC-5222-2021
- Irina N. Gasparyan<sup>3</sup>, DSc (Ag), Associate Professor, Chief Researcher, the Laboratory of Geographic Network Experiments and Digital Agricultural Technologies; <https://orcid.org/0000-0003-4702-0095>; Scopus Author ID: 57209269061
- <sup>1,2</sup> Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation
- <sup>3</sup> Russian Institute of Agrochemistry named after D. Pryanishnikov; 31a Pryanishnikova Str., Moscow, 127434, Russian Federation

**Author Contributions**

Hussein I.A.Kh. – conceptualization, investigation, writing – original draft, visualization;  
Levshin A.G. – methodology, research supervision, writing – review and editing of the manuscript;  
Gasparyan I.N. – project administration.

**Conflict of interests**

The authors declare no conflict of interests and are responsible for plagiarism.

Received 24.07.2025; Revised 15.10.2025; Accepted 16.10.2025