

Тип статьи: научная
УДК 631.354
DOI: 10.35887/2305-2538-2024-4-76-85

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБАЙНОВ ПРИ УБОРКЕ СОИ

*Геннадий Николаевич Ерохин*¹, *Дмитрий Вячеславович Черников*²

^{1,2} *Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов, Российская Федерация*

¹ witin4@rambler.ru, ² vniitin-adm@list.ru

Автор, ответственный за переписку: Геннадий Николаевич Ерохин, witin4@rambler.ru
Corresponding author: Gennady Erokhin, witin4@rambler.ru

Реферат. Существенное различие эффективности применения зерноуборочных комбайнов на уборке сои является объективной реальностью. И потребителю важно знать эту оценку эффективности по каждому комбайну. Существующие стандарты по экономической оценке требуют специально организованных дорогостоящих испытаний и сбора большого количества исходной информации. В работе предложен метод оценки эффективности, который базируется на итоговых результатах работы комбайнов за сезон уборки. В качестве основного используется показатель потерь эффективности. Комбайн, имеющий минимальное значение потерь эффективности, работает на уборке сои с максимальной эффективностью. Использование предлагаемого метода оценки эффективности показано на примере комбайнов, убиравших сою в сельхозпредприятии Тамбовской области. Показатель потерь эффективности комбайна ACROS 595 Plus составил 4954 руб/т, комбайна РСМ 161 – 5147 руб/т, комбайна ACROS 530 - 4619 руб/т, ACROS 550 – 7215 руб/т. Комбайн ACROS 595 Plus оказался более эффективным по сравнению с остальными, так имеет минимальные потери эффективности. Экономический эффект комбайна оказался максимальным и составил более 316 тыс. руб. Получено, что в составе потерь эффективности эксплуатационные затраты занимают 33...50%, соответственно технологические потери – 50...67%. Технологические потери комбайнов ACROS 530 и ACROS 550 в 2 раза превысили эксплуатационные затраты. Предложенный метод оценки эффективности зерноуборочных комбайнов на уборке сои предполагает в качестве входных данных фактические итоговые показатели работы комбайнов (наработка, показатели качества и др.). Наряду с этим, затраты на топливо, затраты на ТО и ремонт предлагается определять по статистическим зависимостям, полученным в результате мониторинга работы комбайнов в реальной эксплуатации. Такой подход позволяет снизить трудоёмкость сбора исходных данных и повысить точность оценки эффективности.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, соя, урожайность, модель, технологические потери.

ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF COMBINES IN SOYBEAN HARVESTING

*Gennady Erokhin*¹, *Dmitry Chernikov*²

^{1,2} *All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture
Tambov, Russian Federation*

¹ witin4@rambler.ru, ² vniitin-adm@list.ru

Abstract. A significant difference in the efficiency of using combine harvesters for soybean harvesting is an objective reality. And it is important for the consumer to know this efficiency rating for each combine. Existing standards for economic assessment require specially organized, expensive tests and the collection of a large amount of initial information. The paper proposes a method for assessing efficiency, which is based on the final results of combine harvesters during the harvesting season. The main indicator used is efficiency loss. A combine harvester with minimal efficiency losses operates at soybean

harvesting with maximum efficiency. The use of the proposed method for assessing efficiency is shown using the example of combines harvesting soybeans at an agricultural enterprise in the Tambov region. The efficiency loss indicator for the ACROS 595 Plus combine was 4954 rubles/t, for the RSM 161 combine – 5147 rubles/t, for the ACROS 530 combine – 4619 rubles/t, ACROS 550 – 7215 rubles/t. The ACROS 595 Plus combine turned out to be more efficient than the others, as it has minimal efficiency losses. The economic effect of the combine turned out to be maximum and amounted to more than 316 thousand rubles. It was found that operating costs account for 33...50% of efficiency losses, respectively, technological losses - 50...67%. Technological losses of ACROS 530 and ACROS 550 combines were 2 times higher than operating costs. The proposed method for assessing the efficiency of combine harvesters for soybean harvesting assumes as input data the actual final performance indicators of the combines (hours, quality indicators, etc.). Along with this, it is proposed to determine fuel costs, maintenance and repair costs using statistical dependencies obtained as a result of monitoring the operation of combines in real operation. This approach makes it possible to reduce the complexity of collecting initial data and increase the accuracy of performance assessment.

Keywords: combine harvester, soybean, yield, model, technological losses.

Для цитирования: Ерохин Г.Н., Черников Д.В. Оценка эффективности комбайнов при уборке сои // Наука в Центральной России. 2024. Т. 70, № 4. С. 76-85. <https://doi.org/10.35887/2305-2538-2024-4-76-85>.

For citation: Erokhin G, Chernikov D. Assessment of the effectiveness of combines in soybean harvesting. *Nauka v central'noj Rossii* = Science in the Central Russia: 2024; 70(4): 76-85. (In Russ.) <https://doi.org/10.35887/2305-2538-2024-4-76-85>.

Введение. Производство сои в Российской Федерации в последние годы неуклонно растет. Сбор урожая этой культуры за период 2018...2023 годы увеличился с 4,0 до 6,7 млн. тонн. Рост валового сбора культуры произошел как за счет увеличения площади занимаемой культурой, так и за счет увеличения урожайности. В рассматриваемом периоде она увеличилась с 14,7 ц/га до 18,4 ц/га. Рост производства сои поддерживает ее высокая рентабельность. Несмотря на скачки закупочных цен, рентабельность сои в среднем составляет 45-86%.

Большая роль в обеспечении эффективности производства сои принадлежит процессу уборки. Уборка сои в сельхозпредприятиях осуществляется обычными зерноуборочными комбайнами. Эффективность комбайна на уборке сои в конечном итоге определяется двумя составляющими эксплуатационными затратами и технологическими потерями [1].

Как показывает мониторинг, эксплуатационные затраты комбайнов на уборке сои варьируют в пределах 1050...5500 руб/т. Значительный разброс по величине эксплуатационных затрат объясняется использованием разнообразных комбайнов по цене, производительности и загрузке, а также различными условиями уборки сои.

Технологические потери обуславливаются потерями за комбайнами и дроблением бункерного зерна. Величина этих потерь может быть сопоставима с эксплуатационными затратами. Они зависят, прежде всего, от наличия соевой жатки низкого среза, скоростного режима и технологической настройке комбайна, метеоусловий и других условий уборки. На практике, как показывает мониторинг, при неблагоприятных погодных условиях и значительной задержке уборки по срокам, потери резко возрастают и могут достигать 30% от урожайности.

Таким образом, существенное различие эффективности применения зерноуборочных комбайнов на уборке сои является объективной реальностью. И потребителю важно знать эту оценку эффективности по каждому комбайну. Существующие стандарты по экономической оценке требуют специально организованных дорогостоящих испытаний и сбора большого количества исходной информации. Для рядовых сельхозпроизводителей это невозможно реализовать. Для них желательно иметь простые и доступные средства оценки эффективности применяемых для уборки сои комбайнов. Один из возможных методических подходов для выполнения подобной оценки излагается в настоящей статье.

Материалы и методы. Исследования проводились на основе результатов мониторинга работы комбайнов на уборке сои в сельхозпредприятиях, выполненного ФГБНУ ВНИИТиН. Также использованы эксплуатационно-технологические показатели комбайнов при уборке сои, опубликованные в открытых источниках. Аппроксимация зависимостей исследуемых показателей от влияющих факторов выполнялась компьютерной обработкой исходных данных.

Оценка эффективности работы комбайнов на уборке сои в сельхозпредприятии проводится с целью сравнительной оценки комбайнов и принятия решений по их дальнейшему использованию на уборке сои. Ниже приводится алгоритм подобной оценки, основанный на результатах качества работы комбайнов на уборке сои и итоговых показателей работы комбайнов за сезон.

Согласно исследований ВНИИТиН [1] эффективность использования зерноуборочных комбайнов на уборке сои достоверно оцениваются потерями эффективности. Потери эффективности представляют собой сумму эксплуатационных затрат и технологических потерь при выполнении комбайновой уборки сои в сельхозпредприятии.

Удельные потери эффективности отдельного комбайна на уборке сои равны:

$$\bar{K}_{ПЭ} = \bar{I}_K + \bar{T}_П, \text{ руб/т} \quad (1)$$

где \bar{I}_K - удельные эксплуатационные затраты зерноуборочного комбайна на уборке сои, руб/т; $\bar{T}_П$ - удельные технологические потери при уборке сои зерноуборочным комбайном, руб/т;

Комбайн, имеющий минимальное значение потерь эффективности, работает на уборке сои с максимальной эффективностью. Разность потери эффективности отдельных комбайнов показывает их сравнительную экономическую эффективность.

Технологические потери состоят из потерь сои за комбайном и потерь от дробления:

$$\bar{T}_П = (\bar{П}_K + \bar{П}_Д) \cdot C_C, \text{ руб/т} \quad (2)$$

где C_C - цена реализации сои сельхозпредприятием, руб/т; $\bar{П}_K$ - удельные потери зерна сои за комбайном, т/т; $\bar{П}_Д$ - удельные потери от дробления, т/т

Рассмотрим потери за комбайном. Удельные потери за комбайном равны:

$$\bar{П}_K = \frac{0,01 \cdot Y_K}{1 - 0,01 \cdot Y_K}, \text{ т/т} \quad (3)$$

где Y_K - уровень потерь сои за отдельным комбайном в условиях сельхозпроизводителя, %;

Удельные потери зерна, обусловленные его дроблением при комбайновом обмолоте, определяются по формуле:

$$\bar{П}_Д = 0,01 \cdot Y_Д \cdot K_{OT}, \text{ т/т} \quad (4)$$

где $Y_Д$ - уровень дробления бункерного зерна сои, %; K_{OT} - коэффициент, учитывающий снижение потерь из-за дробления за счет использования дробленного зерна в отходах ($K_{OT}=0,5 \dots 0,8$).

Удельные эксплуатационные затраты уборки сои зерноуборочным комбайном определяются по формуле [2]:

$$\bar{I}_K = \bar{З}_{ОП} + \bar{З}_{ТОП} + \bar{З}_{ТОР} + \bar{З}_{АМ}, \text{ руб/т} \quad (5)$$

где $\bar{З}_{ОП}$ - удельные затраты на оплату труда, руб/т; $\bar{З}_{ТОП}$ - удельные затраты на топливо, руб/т; $\bar{З}_{ТОР}$ - удельные затраты на техническое обслуживание и ремонт (ТОР), руб/т; $\bar{З}_{АМ}$ - удельные затраты на амортизацию, руб/т;

В общепринятой схеме удельные эксплуатационные затраты оцениваются по формуле:

$$\bar{z}_i = \frac{10 \cdot z_i}{H_C}, \text{ руб/т} \quad (6)$$

где z_i - годовые затраты по соответствующей статье, руб; H_C - годовой намолот сои комбайном, ц.

В большинстве случаев в сельхозпредприятиях не ведётся учёт затрат отдельно по комбайнам применительно к уборке сои. Организовать такой сбор информации трудоемкий процесс.

Поэтому в представленной работе эксплуатационные затраты моделируются на основе среднестатистических значений по нижеприведённому алгоритму.

Удельные затраты на оплату труда:

$$\bar{z}_{оп} = \frac{z_q}{W_1}, \text{ руб/т} \quad (7)$$

где z_q - среднестатистические удельные затраты на оплату труда комбайнера, руб/ч; W_1 - производительность комбайна на уборке сои по основному времени, т/ч.

На уборке сои фактором, определяющим производительность, является не пропускная способность комбайна, а допустимая фактическая рабочая скорость. Невысокая рабочая скорость 4...6 км/ч необходима для качественной работы соевых жаток на низком срезе. В противном случае возрастают потери за жаткой не срезанными бобами. Кроме того, снижает рабочую скорость возможная полеглость растений. Поэтому производительность комбайна по основному времени на уборке сои находится по формуле [3]:

$$W_1 = 0,01 \cdot V_p \cdot B_{ж} \cdot K_{ш} \cdot V, \text{ т/ч} \quad (7)$$

где V_p - средняя рабочая скорость комбайна на уборке сои, км/ч; $B_{ж}$ - ширина захвата жатки, м; $K_{ш}$ - коэффициент использования ширины жатки; V - урожайность сои, ц/га.

Основное время работы комбайна на уборке сои:

$$T_{1C} = \frac{0,1 \cdot H_C}{W_1}, \text{ ч} \quad (8)$$

Удельные затраты на топливо:

$$\bar{z}_{топ} = g \cdot Ц_T, \text{ руб/т} \quad (9)$$

где g - удельный расход топлива комбайном для заданных условий, л/т; $Ц_T$ - цена дизельного топлива, руб/л.

Как показали предшествующие исследования, удельный расход топлива с достаточной точностью моделируется по формуле [4]:

$$g = \frac{q_d \cdot N_d}{10^3 \cdot W_1 \cdot \gamma_T} \cdot [1 + K_{им} \cdot (\tau_{21} + \tau_{22} + \tau_{23} + \tau_6)], \text{ л/т} \quad (10)$$

где q_d - удельный расход топлива при номинальной мощности двигателя, г/л.с.×ч; N_d - мощность двигателя комбайна, л.с.; γ_T - удельный вес топлива (солярки), кг/л; $\tau_{21}, \tau_{22}, \tau_{23}, \tau_6$ - удельные затраты времени на повороты в конце гона, холостые переезды к месту выгрузки зерна, выгрузку зерна, холостые переезды к месту ночной стоянки и обратно и холостых переездах с поля на поле; $K_{им}$ - коэффициент снижения удельного расхода топлива двигателем на операциях помимо основной работы ($K_{им} = 0,3...0,5$).

Моделирование значений удельных затрат времени $\tau_{21}, \tau_{22}, \tau_{23}, \tau_6$ в зависимости от условий уборки изложено в [5].

Исследования показывают, что затраты по ремонту и техническому обслуживанию зависят от наработки комбайна с начала эксплуатации и стоимости комбайна. Обработкой результатов

многолетнего мониторинга получено уравнение, которое позволяет оценить затраты на ТОР в зависимости от этих факторов:

$$Z_{ТОР} = \frac{10^{-7} \cdot C_K \cdot (0,0002057 \cdot t^2 + 0,2468859 \cdot t + 1459,10)}{W_1}, \text{ руб/т} \quad (11)$$

где C_K - цена комбайна данной марки, руб; t - наработка комбайна с начала эксплуатации, ч.
 Удельные затраты на амортизацию:

$$Z_{АМ} = \frac{10 \cdot C_K \cdot K_{ИС}}{C_{СЛ} \cdot H_C}, \text{ руб/т} \quad (12)$$

где $C_{СЛ}$ - срок службы зерноуборочного комбайна, лет; $K_{ИС}$ - коэффициент использования зерноуборочного комбайна на уборке сои.

Коэффициент использования комбайна на уборке сои задается отношением:

$$K_{ИС} = \frac{H_C}{H_{ОБ}}, \quad (13)$$

где $H_{ОБ}$ - общий намолот комбайна за сезон на уборке всех культур, ц.

Формулы (1) ... (13) представляют основу алгоритма оценки эффективности зерноуборочного комбайна на уборке сои в сельхозпредприятии. Следует отметить, что предложенный метод оценки эффективности базируется на итоговых результатах работы комбайнов за сезон уборки. В зависимости от них моделируются эксплуатационные затраты и технологические потери.

Исходные данные для расчета по предложенному методу можно разделить на две группы.

1-ая группа – общие показатели условий уборки: сорт сои, урожайность, соломистость, влажность, полеглость, цена дизтоплива, стоимость реализации сои сельхозпредприятием.

2-ая группа – показатели, которые характеризуют работу каждого комбайна: марка и цена комбайна, сезон эксплуатации, тип и ширина используемой жатки, намолот на уборке сои, общий намолот комбайна за сезон, средняя рабочая скорость, потери и дробление зерна. Последние три показателя определяются пользователем в процессе оценки качества работы комбайна.

Результаты и обсуждение. Оценку эффективности комбайнов на уборке сои по вышеописанному методу рассмотрим на примере уборки сои в конкретном сельхозпредприятии. Предприятие расположено в Сампурском районе Тамбовской области. Уборка сои сорта «Сирелия» выполнялась на площади 250 га.

Сорт урожайный, но подвержен повышенной полеглости. В нашем случае полеглость составила более 50%. Уборка проводилась в благоприятных погодных условиях и продолжалась 4 дня. Перед уборкой поля с соей подвергались десикации. Уборка сои проводилась четырьмя комбайнами производства «Ростсельмаш», два из которых оборудованы соевыми жатками, а два с обычными зерновыми со снятыми копирующими башмаками.

Для получения исходных данных оценки эффективности комбайнов на уборке сои был проведён хронометраж работы комбайнов в течение одной контрольной смены. Условия проведения хронометража и результаты оценки показателей качества представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Условия и результаты оценки качества уборки сои

Марка комбайна	Acros 595 Plus	PCM 161	Acros 530	Acros 550
Сезон эксплуатации	2	4	10	6
Марка жатки	FloatStream 700	FloatStream 700	ЖЗК-6	ЖЗК-6
Ширина жатки, м	7	7	6	6
Сорт сои	Сирелия	Сирелия	Сирелия	Сирелия
Урожайность, ц/га	26,2	26,2	26,2	26,2
Длина гона, м	900	900	900	900
Соломистость	1:1,6	1:1,6	1:1,6	1:1,6

Продолжение таблицы 1

Влажность зерна, %	13	13	13	13
Влажность соломы, %	15	15	15	15
Полеглость, %	55	55	55	55
Засоренность, %	2	2	2	2
Высота среза, см	6	5	14	13
Обороты молотильного барабана, об/мин	370	380	500	370
Зазор дека-барабан на выходе, мм	21	20	22	21
Обороты вентилятора очистки, об/мин	830	810	800	820
Зазоры верхнего решета, мм	13	14	12	13
Зазоры нижнего решета, мм	9	9	8	10
Рабочая скорость, км/ч	4,5	5	4,2	4,1
Показатели качества уборки				
Потери зерна за жаткой, %	6,8	5,8	10,2	11,4
Потери зерна за молотилкой, %	1,8	1,6	2,2	2,5
Потери зерна за комбайном, %	8,6	7,4	12,4	13,9
Дробление бункерного зерна, %	4,6	4,1	8,2	5,1

Из таблицы 1 видно, что основная доля потерь зерна приходится на жатвенную часть. У комбайнов, работающих с обычными зерновыми жатками этот показатель более чем на 50% выше, чем у комбайнов оснащенных соевыми жатками. Из-за повышенной полеглости наблюдались потери полностью и частично не срезанными бобами. Из-за наматывания массы на мотовило наблюдались простои комбайнов. В целом потери сои за комбайнами были достаточно высокими и находились в пределах от 7,4% до 13,9%.

Повышенное дробление зерна 8,2% у комбайна Acros 530 связано с работой без редуктора снижения оборотов молотильного барабана. У остальных комбайнов дробление зафиксировано в интервале 4: 1% ... 5,1%

Оценка эффективности применения зерноуборочных комбайнов на уборке сои выполнялась с помощью компьютерной программы. Данная программа была разработана в соответствии с моделью, которая описана выше. Программа содержит базу данных потребительских свойств зерноуборочных комбайнов компаний «Ростсельмаш» и «Гомсельмаш», которые необходимы для оценки эффективности.

После ввода исходных данных, программа выдала результаты оценки эффективности по применяемым комбайнам (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты оценки эффективности комбайнов на уборке сои

Марка комбайна	ACROS 595 Plus	RSM 161	ACROS 530	ACROS 550
Тип жатки	соевая	соевая	зерновая	зерновая
Ширина захвата жатки, м	7	7	6	6
Сезон эксплуатации	2	4	10	6
Намолот сои, ц	1801	1981	1364	1399
Общий намолот комбайна за сезон на уборке всех культур, ц	12060	13210	9620	8900
Наработка комбайна по площади, га	69	76	52	53
Уровень потерь комбайна, %	8,60	7,40	12,40	13,90

Продолжение таблицы 2

Уровень дробления, %	4,60	4,10	8,20	5,10
Удельные потери сои за комбайном, ц/га	2,47	2,09	3,71	4,23
Удельные потери от дробления ц/га	0,60	0,54	1,07	0,67
Удельные затраты на зарплату, руб/т	115	103	143	147
Удельные затраты на топливо, руб/т	394	390	404	463
Удельные затраты на ремонт и ТО, руб/т	281	412	389	370
Удельные затраты на амортизацию, руб/т	1201	1700	1319	1506
Удельные эксплуатационные затраты, руб/т	1991	2606	2255	2485
Удельные технологические потери, руб/т	2962	2540	4619	4730
Удельные потери эффективности комбайна на уборке сои, руб/т	4954	5147	6874	7215
Сравнительная эффективность комбайна, руб/т	2261	2068	341	0

Как видно из таблицы 2, потери эффективности комбайнов на уборке сои варьировали в интервале 4954...7215 руб/т. (рисунок 1).

Комбайн ACROS 595 Plus оказался более эффективным по сравнению с остальными, так имеет минимальные потери эффективности 4954 руб/т. Технологические потери этого комбайна составили 2962 руб/т, а эксплуатационные затраты – 1991 руб/т.

Следующим по эффективности является комбайн RSM 161. Потери эффективности у него – 5147 руб/т. Технологические потери комбайна меньше остальных – 2540 руб/т, но эксплуатационные затраты наиболее высокие – 2606 руб/т.

Комбайн ACROS 530 занимает третье место в нашей оценке и имеет потери эффективности в размере 6874 руб/т. Технологические потери составили 4619 руб/т, эксплуатационные затраты – 2255 руб/т.

Наименее эффективным оказался комбайн ACROS 550. Потери эффективности у него самые большие – 7215 руб/т, технологические потери 4730 - руб/т, эксплуатационные затраты – 2485 руб/т.



Рисунок 1 – Потери эффективности комбайнов на уборке сои в Сампурском районе Тамбовской области

По отношению к этому комбайну был определён экономический эффект работы других комбайнов (рисунок 1).



Рисунок 1 – Эффект работы комбайнов на уборке сои в сравнении с ACROS 550

Для комбайна ACROS 595 Plus экономический эффект оказался максимальным и составил более 316 тыс. руб. Экономический эффект комбайна RSM 161 равен 289 тыс руб., комбайна ACROS 530 – около 48 тыс. руб.

Как было показано выше, потери эффективности представляют собой сумму эксплуатационных затрат и технологических потерь. Относительный размер этих составляющих является важной характеристикой уборки сои комбайнами. Такая информация по рассматриваемым комбайнам показана на рисунке 2.

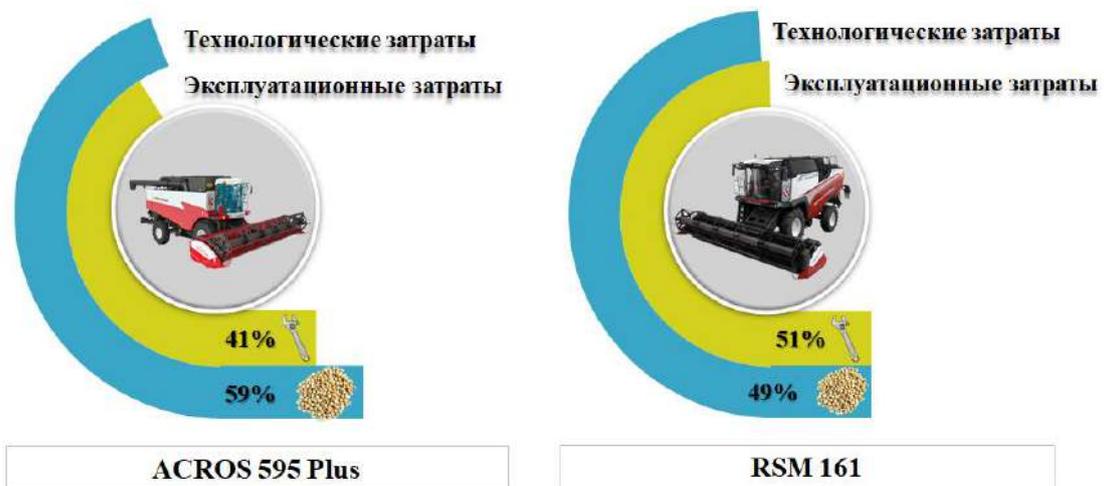




Рисунок 2 – Структура потерь эффективности комбайнов на уборке сои

Получено, что в составе потерь эффективности эксплуатационные затраты занимают 33...50%. Соответственно технологические потери – 50...67%. Технологические потери комбайнов ACROS 530 и ACROS 550 в 2 раза превысили эксплуатационные затраты.

Большой объём технологических потерь у комбайнов ACROS 530 и ACROS 550 обусловлен повышенными потерями зерна сои за комбайнами. На наш взгляд, причиной этого послужило отсутствие соевых жаток низкого среза. Эти комбайны работали на повышенной высоте среза до 15 см. Усугубила ситуацию полеглость убираемой культуры. Технологические регулировки комбайнов и скоростной режим были нормальными и соответствовали условиям уборки сои.

Выводы. Предложенный метод оценки эффективности зерноуборочных комбайнов на уборке сои предполагает в качестве входных данных фактические итоговые показатели работы комбайнов (наработка, показатели качества и др.). Наряду с этим, затраты на топливо, затраты на ТО и ремонт предлагается определять по статистическим зависимостям, полученным в результате мониторинга работы комбайнов в реальной эксплуатации. Такой подход позволяет снизить трудоёмкость сбора и подготовки исходных данных.

Апробация данного методического подхода оценки эффективности показала его работоспособность и возможность практического применения в сельхозпредприятии. Основной оценочный показатель, удельные потери эффективности, позволяет однозначно определить сравнительную эффективность зерноуборочных комбайнов на уборке сои в сельхозпредприятии.

Список источников

1. Липкань А.В., Кувшинов А.А., Усанов В.С., Смолянинова Н.О., Сахаров В.А. Методика определения потерь зерна за жаткой и молотилкой комбайна при уборке сои // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2022. Т. 16. N1. С. 69-77.
2. Soybean Field Losses as Influenced by Harvest Delays /B.D. Philbrook and E.S. Oplinger// Reprinted from Agronomy Journal. – 1986. - Vol. 81, No. 2. - S. 251-258.
3. Ряднов А. И., Федорова О. А., Поддубный О. И. Потери зерна от увеличения сроков уборки зерновых культур // Известия НВ АУК. 2020. 2(58). 375-384.
4. Прогнозирование продолжительности уборки сои в сельхозпредприятии /Г.Н.Ерохин, В.В.Коновский, Першин И.А. // В сборнике: Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса. Юбилейный сборник научных трудов XV Международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону, 2022. С. 59-61.
5. Качество уборки сои зерноуборочными комбайнами / Г.Н.Ерохин, В.В. Коновский, Першин И.А. // Наука в центральной России. – 2022. – № 3(57) . – С.7–13.
6. Cortez J.W., Syrio M.G., Rodrigues S.A. Types of header, operating speed, and geometry of collection frames on the total losses of soybean harvest. Engenharia Agricola. 2019. Vol. 39(4). 482-489.

7. ГОСТ Р 52778-2007. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы эксплуатационно-технологической оценки. – М.: «Стандартинформ». – 2008. – 24с.

References

1. Lipkan A.V., Kuvshinov A.A., Usanov V.S., Smolyaninova N.O., Sakharov V.A. Methodology for determining grain losses behind the reaper and thresher of a combine when harvesting soybeans // Agricultural machines and technologies. 2022. Т. 16. N1. pp. 69-77.
2. Soybean Field Losses as Influenced by Harvest Delays /B.D. Philbrook and E.S. Oplinger // Reprinted from Agronomy Journal. – 1986. - Vol. 81, No. 2. - S. 251-258.
3. Ryadnov A.I., Fedorova O.A., Poddubny O.I. Grain losses from increasing the timing of harvesting grain crops // Izvestia NV AUK. 2020. 2(58). 375-384.
4. Forecasting the duration of soybean harvesting in an agricultural enterprise / G.N. Erokhin, V.V. Konovsky, I.A. Pershin. // In the collection: State and prospects for the development of the agro-industrial complex. Anniversary collection of scientific works of the XV International Scientific and Practical Conference. Rostov-on-Don, 2022. pp. 59-61.
5. Quality of soybean harvesting with grain harvesters / G.N. Erokhin, V.V. Konovsky, Pershin I.A. // Science in central Russia. – 2022. – No. 3(57). – P.7–13.
6. Cortez J.W., Syrio M.G., Rodrigues S.A. Types of header, operating speed, and geometry of collection frames on the total losses of soybean harvest. Engenharia Agricola. 2019. Vol. 39(4). 482-489.
7. GOST R 52778-2007. Testing of agricultural machinery. Methods of operational and technological assessment. – М.: “Standardinform”. – 2008. – 24s.

Информация об авторах

Г.Н. Ерохин - кандидат технических наук; Д.В. Черников – младший научный сотрудник.

Information about the authors

G. Erokhin - Candidate of Technical Sciences; D. Chernikov – Junior Researcher.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию (Received): 11.07.2024

Принята к публикации (Accepted): 22.08.2024