Тип статьи: научная
УДК 631.354
DOI: 10.35887/2305-2538-2023-3-109-117

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА ЗЕРНОУБОРОЧНЫМИ КОМБАЙНАМИ НА УБОРКЕ СОИ

Геннадий Николаевич Ерохин [1], Валерий Викторович Коновский [2], Илья Александрович Першин [3]
[1,2,3]Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов, Россия
[1]witin4@rambler.ru

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

Реферат. *В статье рассматривается модель оценки расхода топлива зерноуборочным комбайном на уборке сои. Модель базируется на прогнозировании расхода топлива в периоды эксплуатационного времени работы комбайна, в течение которых работает двигатель. К таким периодам относятся затраты времени на основную работу, выгрузку зерна сои, переезды к месту выгрузки и холостые переезды. Получено общее уравнение удельного расхода топлива комбайном в этих периодах времени. Отличительной особенностью модели является учет влияния на расход топлива загрузки молотилки комбайна по пропускной способности. Модель позволяет прогнозировать расход топлива каждым комбайном и в целом по сельхозпредприятию. Апробация модели проведена в конкретном сельхозпредприятии Тамбовской области. Обоснованное по модели необходимое количество дизельного топлива для проведения уборки сои составило 4901 л. Фактически было израсходовано 5488 л. Относительная ошибка прогнозирования общего расхода топлива для уборки сои в целом по предприятию составила 10,7%. Получены зависимости удельного расхода топлива от рабочей скорости на примере комбайнов ACROS 550 и КЗС-1218А-1. Для обоих марок комбайнов выявлено снижение удельного расхода топлива с ростом рабочей скорости. Наиболее значимое снижение наблюдается в интервале скорости 2…6 км/ч. При увеличении рабочей скорости от 2 км/ч до 6 км/ч удельный расход топлива у комбайнов в среднем уменьшается в 1,9 раза. Получены зависимости расхода топлива от урожайности и соломистости убираемой культуры. Подтверждена значимость влияния указанных факторов и необходимость их учета при анализе и прогнозировании расхода топлива на уборке сои.*

Ключевые слова: *зерноуборочный комбайн, соя, урожайность, топливо, расход.*

MODELING OF FUEL CONSUMPTION BY COMBINE HARVESTERS FOR SOYBEAN HARVESTING

Gennady Erokhin [1], Valery Konovskiy [2], Ilya Perchin [3]
[1,2,3]All-Russian Research Institute for Use machinery and Petroleum products in Agriculture, Tambov, Russia
[1]witin4@rambler.ru

Abstract. *The model for estimating the fuel consumption of a combine harvester for harvesting soybeans is considered in the article. The model is based on predicting fuel consumption during the periods of operating time of the combine, during which the engine is running. Such periods include the time spent on the main work, unloading soybean grains, moving to the place of unloading and idle moving. A general equation for the specific fuel consumption of a combine harvester in these periods of time is obtained. A distinctive feature of the model is that it takes into account the impact on fuel*

consumption of the combine thresher loading in terms of throughput. The model allows predicting the fuel consumption of each combine and for the whole agricultural enterprise. Approbation of the model was carried out in a specific agricultural enterprise of the Tambov region. Based on the model, the required amount of diesel fuel for soybean harvesting was 4901 liters. In fact, 5488 liters were used up. The relative error in forecasting the total fuel consumption for harvesting soybeans for the whole enterprise was 10.7%. The dependences of the specific fuel consumption on the operating speed are obtained using the example of the ACROS 550 and KZS-1218A-1 combine. For both brands of combines, a decrease in specific fuel consumption with an increase in operating speed was revealed. The most significant decrease is observed in the speed range of 2…6 km/h. With an increase in operating speed from 2 km/h to 6 km/h, the specific fuel consumption of combines decreases on average by 1.9 times. The dependences of fuel consumption on the yield and straw content of the harvested crop were obtained. The significance of the influence of these factors and the need to take them into account in the analysis and forecasting of fuel consumption for soybean harvesting are confirmed.

Keywords: *combine harvester, soybeans, productivity, fuel, consumption*.

Для цитирования: Ерохин Г.Н., Коновский В.В., Першин И.А. Моделирование расхода топлива зерноуборочными комбайнами на уборке сои // Наука в центральной России Science in the central Russia. 2023. Т. 63, № 3. С. 109-117. https://doi.org/10.35887/2305-2538-2023-3-109-117.

For citation: Erokhin G., Konovskiy V., Perchin I., Modeling of fuel consumption by combine harvesters for soybean harvesting // Наука в центральной России Science in the central Russia. 2023; 63(3): 109-117. (In Russ.) https://doi.org/10.35887/2305-2538-2023-3-109-117.

Введение. В последние годы в Российской Федерации неуклонно растет производство сои. По данным Росстата посевная площадь сои в 2010 году составляла 1209 тыс. га, в 2022 году она достигла 3487 тыс.га. Соответственно урожайность за этот период выросла с 10,9 ц/га до 18,0 ц/га. Посевная площадь под соей увеличилась во всех Федеральных округах. Наибольший рост имел место в Центральном округе, где посевная площадь в 2022 году была более 1423 тыс. га. Положительная динамика развития производства сои объясняется тем, что соя остается высокорентабельной культурой, несмотря на скачки закупочных цен.

В сельхозпредприятиях уборку сои выполняют зерноуборочными комбайнами с молотильным устройством различных типов. При этом используются специальные жатки низкого среза, при их отсутствии – обычные зерновые. В себестоимости комбайновой уборки сои значительная часть затрат приходится на топливо. Расход топлива при уборке сои в реальной эксплуатации варьирует в диапазоне 1,8…7,1 л/т. Сельхозпроизводителю при планировании уборки сои важно иметь прогноз расхода дизельного топлива для применяемых комбайнов при конкретных условиях. Использование для этих целей норм расхода топлива приводит к результатам, отличающимся от фактических в разы. Это обусловлено тем, что нормы расхода топлива определяются для комбайнов без учёта условий уборки сои и уровня загрузки молотилки по пропускной способности.

Известны исследования и модели, позволяющие прогнозировать расход топлива комбайном на уборке зерновых культур [1, 2]. Установлены математические зависимости удельного расхода топлива комбайнами от урожайности и соломистости зерновых культур [3, 4]. Использование таких моделей для уборки сои дает результаты с большой ошибкой. В настоящей работе была поставлена цель – разработать модель расхода топлива зерноуборочными комбайнами на уборке сои и проверить ее работоспособность.

Материалы и методы. Как показывает мониторинг в реальной эксплуатации, комбайны на уборке сои работают с рабочей скоростью V_P равной 4…6 км/ч. Для большинства марок современных комбайнов это значительно меньше скорости $V_{ПР}$, рекомендованной по пропускной способности. Низкая рабочая скорость необходима для качественной работы соевых жаток на низком срезе [5]. В противном случае резко возрастают потери за жаткой. Отсюда комбайны работают с неполной загрузкой молотилки по пропускной способности. Оценить уровень использования пропускной способности можно по формуле [6]:

$$Y_{ПР} = \frac{V_P}{V_{ПР}}, \quad (1)$$

где V_P - фактическая рабочая скорость комбайна, км/ч; $V_{ПР}$ - рекомендованная рабочая скорость комбайна по пропускной способности, км/ч;

Рабочая скорость комбайна, обеспечивающая его загрузку по пропускной способности, находится по формуле:

$$V_{ПР} = \frac{360 \cdot G_П}{У \cdot B_Ж \cdot (1+\varepsilon)}, \quad (2)$$

где $G_П$ - паспортная пропускная способность комбайна, кг/с; ε - отношение массы незерновой части к массе зерна, $У$ - средняя урожайность сои, ц/га, $B_Ж$ - рабочая ширина захвата жатки, м.

В большинстве случаев при уборке сои определяющим производительность фактором является не пропускная способность комбайна, а фактическая допустимая рабочая скорость. Поэтому производительность комбайна по основному времени на уборке сои задается формулами:

$$W_{1ГА} = 0{,}1 \cdot V_P \cdot B_Ж, \text{ га/ч} \quad (3)$$

$$W_1 = 0{,}1 \cdot W_{1ГА} \cdot У, \text{ т/ч} \quad (4)$$

Работа с неполной загрузкой молотилки накладывает свое влияние на расход топлива и учитывается в представленной модели. Модель расхода топлива зерноуборочными комбайнами на уборке сои базируется на рассмотрении элементов эксплуатационного времени работы комбайна, в течение которых работает двигатель. Индекс обозначения этих элементов [7] и их характеристика представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Элементы времени работы двигателя комбайна

Индекс элемента времени	Характеристика элемента времени
1	Время основной работы - скашивание и обмолот убираемой культуры
21	Время на повороты в конце загонки
22	Время на переезд комбайна к месту выгрузки зерна и обратно
23	Время на выгрузку зерна в транспортное средство
6	Время на холостые переезды (к месту ночной стоянки и обратно, с поля на поле)

Количественно рассматриваемые элементы можно описать удельными затратами времени соответственно $\tau_1, \tau_{21}, \tau_{22}, \tau_{23}, \tau_6$. Удельные затраты представляют собой отношение соответствующего элемента времени к времени основной работы. Очевидно, что удельные затраты времени $\tau_1 = 1$. Моделирование остальных удельных затрат $\tau_{21}, \tau_{22}, \tau_{23}, \tau_6$ подробно показано в [4].

Каждый рассматриваемый период (элемент) времени работы двигателя характеризуется своим коэффициентом использования мощности двигателя. Наиболее энергоемким и продолжительным периодом, в течение которого расходуется дизельное топливо, является основная работа. При этом мощность двигателя комбайна расходуется на передвижение комбайна по полю, скашивание и обмолот зерновой массы, измельчение и разброс соломы. Коэффициент использования мощности двигателя на основной работе зависит от уровня использования пропускной способности комбайна. С уменьшением уровня использования пропускной способности снижается и коэффициент использования мощности, так как снижается мощность на обмолот зерновой культуры. Принимая условие, что на движение комбайна расходуется в среднем

около 25% мощности двигателя, предлагается оценивать коэффициент использования мощности двигателя при основной работе уравнением:

$$K_{M1} = 0{,}65 \cdot Y_{ПР} + 0{,}25 \quad , \tag{5}$$

где $Y_{ПР}$ - уровень использования пропускной способности комбайна на уборке сои.

Для упрощения модели коэффициенты использования мощности двигателя в остальных периодах $K_{M21}, K_{M22}, K_{M23}, K_{M6}$ принимаются равными 0,25.

Удельный расход топлива при уборке сои можно описать суммой удельных расходов топлива в рассматриваемых элементах времени [3]:

$$g_K = g_{K1} + g_{K21} + g_{K22} + g_{K23} + g_{K6} \tag{6}$$

где g_K - удельный расход топлива зерноуборочным комбайном, л/т; g_{K1}, g_{K21}, g_{K22}, g_{K23}, g_{K6} - удельный расход топлива комбайном в рассматриваемых элементах времени (при выполнении основной работы, поворотов в конце загонки, переезде комбайна к месту выгрузки зерна и обратно, на выгрузку зерна из бункера в транспортное средство, на холостые переезды), л/т.

Удельный расход топлива комбайном в рассматриваемых элементах времени определяется общим уравнением:

$$g_{Ki} = \frac{q_i \cdot K_{Mi} \cdot N_Д \cdot \tau_i}{10^3 \cdot W_1 \cdot u_T}, \text{ л/т} \tag{7}$$

где q_i - удельный расход топлива двигателем в i-ом элементе времени, г/л.с.×ч; K_{Mi} - коэффициент использования мощности в i-ом элементе времени; $N_Д$ - паспортная мощность двигателя, л.с.; u_T - удельный вес топлива (солярки), кг/л; τ_i - удельные затраты времени i-го элемента времени; W_1 - производительность комбайна на уборке сои по основному времени, т/ч:

Удельный расход топлива двигателем зависит от оборотов двигателя и мощности на его валу. Обработкой данных [8] получено, что фактический удельный расход топлива двигателем при номинальных оборотах можно описать зависимостью:

$$q_i = q_H \cdot \left(0{,}8714 \cdot K_{Mi}^2 - 1{,}7471 \cdot K_{Mi} + 1{,}8757\right), \tag{8}$$

где q_H - удельный паспортный расход топлива двигателем при номинальных оборотах и мощности, г/л.с.×ч; K_{Mi} - фактический коэффициент использования мощности двигателем в i-ом элементе времени.

Общий расход топлива комбайном на уборке сои равен:

$$R_K = g_K \cdot H_K, \text{ л} \tag{9}$$

где H_K - намолот сои комбайном, т.

Общий расход топлива всеми комбайнами на уборке сои в сельхозпредприятии определяется формулой:

$$R_{ОБ} = \sum_{i=1}^{N} R_{Ki} \quad , \text{ л} \tag{10}$$

где N - количество комбайнов на уборке сои в сельхозпредприятии, шт.

Результаты и обсуждение. Формулы (1)…(10) представляют ядро математической модели, позволяющей прогнозировать расход топлива на уборку сои в сельхозпредприятии. Проверка работоспособности данной модели выполнялась на базе конкретного сельхозпредприятия Тамбовской области – МФП «Нива». Исходные данные получены мониторингом работы

комбайнов на уборке сои в 2022 году. Площадь возделывания сои составляла 350 га, сорт сои – Лиссабон, средняя урожайность – 24 ц/га.

Уборка проводилась четырьмя комбайнами «Полесье» КЗС-1218 различных годов выпуска. Комбайны произведены белорусской компанией «Гомсельмаш», имеют с молотилку барабанного типа, снабженную барабаном-ускорителем. Это высокопроизводительные комбайны с двигателем мощностью 330л.с. и пропускной способностью 12…13 кг/с. На трех комбайнах были установлены модернизированные под низкий срез жатки ЖЗК-7, один комбайн работал с обычной зерновой жаткой данной марки. Модернизированные жатки обеспечивали минимальную высоту среза 6…7 см. Условия проведения работ по уборке сои характеризовались следующими показателями: длина гона – 1000 м, отношение зерна к соломистой массе 1:1,2; влажность зерна сои – 19%, полеглость растений – 4%, засоренность сорняками – 4%. Используя предложенную модель для условий МФП «Нива», были получены показатели расхода топлива на уборке сои (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты моделирования расхода топлива на уборке сои в МФП «Нива»

Марка комбайна	КЗС-1218А-1	КЗС-1218-29	КЗС-1218-29	КЗС-1218-29
Год выпуска	2020	2012	2014	2016
Марка жатки	ЖЗК-7	ЖЗК-7 (модерн.)	ЖЗК-7 (модерн.)	ЖЗК-7 (модерн.)
Ширина жатки, м	7	7	7	7
Высота среза, см	17	6	7	7
Рабочая скорость, км/ч	6,2	4,2	4,4	4,5
Производительность по основному времени, т/ч	9,90	6,70	7,02	7,18
Уровень загрузки молотилки	0,54	0,37	0,39	0,39
Удельные затраты времени:				
- на повороты	0,062	0,042	0,044	0,045
-на холостые переезды	0,095	0,093	0,093	0,093
- на переезд к месту выгрузки и обратно	0,073	0,050	0,052	0,053
- на разгрузку зерна в транспортное средство	0,041	0,028	0,029	0,030
Удельный расход топлива комбайном, л/т				
- на основной работе	4,36	5,64	5,47	5,38
- при разворотах	0,15	0,15	0,15	0,15
- при холостых переездах	0,23	0,33	0,31	0,31
- при переезде комбайна к месту выгрузки зерна и обратно	0,17	0,17	0,17	0,17
- при выгрузке зерна	0,10	0.10	0,10	010
Удельный расход топлива комбайном при уборке сои, л/т	5,01	6,39	6,19	6,11
Общий расход топлива комбайном при уборке сои, л	1354	1153	1184	1208

Как показывает таблица 2, минимальный удельный расход топлива при уборке сои 5,0 л/т был у комбайна КЗС-1218А-1, работавшего с обычной зерновой жаткой. В тех же условиях комбайны КЗС-1218-29 работали с модернизированными под низкий срез жатками и показали удельный расход топлива выше в среднем на 24%. Объясняется это тем, что комбайн КЗС-1218А-1 имел

более высокую среднюю рабочую скорость и, соответственно, более высокий уровень использования производительности по пропускной способности.

Смоделированные общие показатели расхода топлива в сельхозпредприятии при уборке сои приведены в таблице 3. В ней также представлены фактические показатели, полученные по результатам бухгалтерской отчетности. Обоснованное по модели необходимое количество дизельного топлива для проведения уборки сои составило 4901 л. Фактически было израсходовано 5488 л.

Таблица 3 – Смоделированные и фактические показатели расхода топлива на уборке сои в МФП «Нива»

Показатели	Смоделированные	Фактические
Общий расход топлива в сельхозпредприятии на уборке сои, л	4901	5488
Уд. расход топлива в сельхозпредприятии на уборке сои, л/т	5,83	6,53
Уд. расход топлива в сельхозпредприятии на уборке сои, л/га	14,00	15,68

Таким образом, относительная ошибка прогнозирования общего расхода топлива для уборки сои в МФП «Нива» составила 10,7%. Такая величина относительной ошибки допустима для подобных моделей и подтверждает ее работоспособность.

Разработанная модель оценки расхода топлива при уборке сои позволяет провести актуальные для сельхозпроизводителя исследования по влиянию на расход топлива отдельных факторов. Были выбраны три фактора: рабочая скорость комбайна, урожайность сои и соломистость культуры. Для этого моделирование выполнялось на примере двух марок зерноуборочных комбайнов КЗС-1218А-1 и ACROS 550, которые нашли широкое распространение в Центрально-Черноземном регионе. Моделирование проводилось для условий уборки сои в МФП «Нива», изложенных выше.

Во-первых, рассмотрим влияние скоростного режима комбайна. На рисунке 1 показана зависимость удельного расхода топлива от рабочей скорости комбайна.

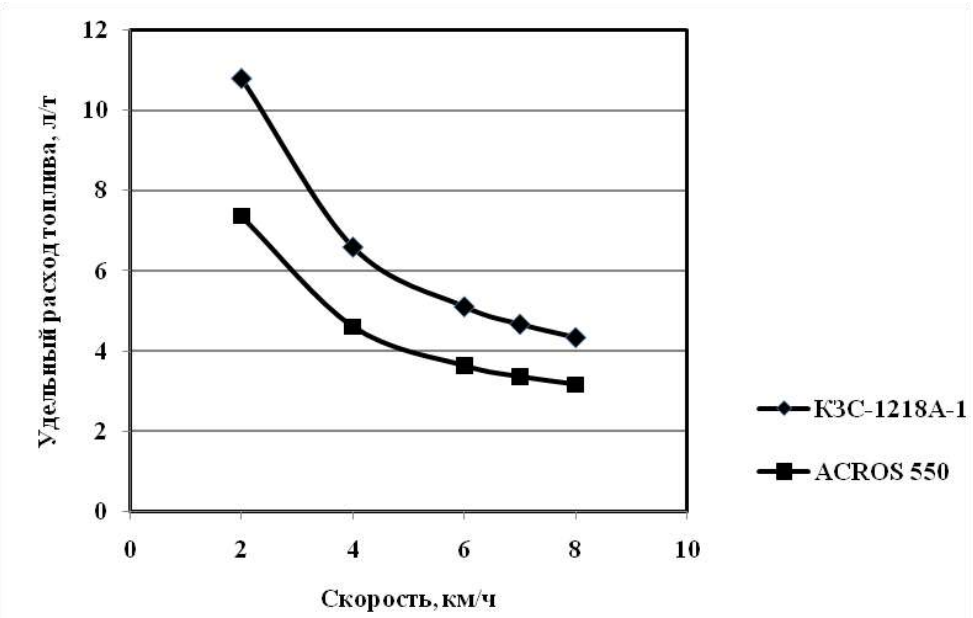

Рисунок 1 - Зависимость удельного расхода топлива от рабочей скорости комбайна

Как показывают графические зависимости на рисунке 1, удельный расход топлива комбайна КЗС-1218А-1 выше расхода комбайна ACROS 550 на всем рассматриваемом диапазоне изменения рабочей скорости. Так при скорости 2 км/ч расход КЗС-1218А-1 составляет 10,8 л/т, а комбайна ACROS 550 – 7,4 л/т, при скорости 4 км/ч - соответственно 6,6 л/т и 4,6 л/т, при скорости 8 км/ч - соответственно 4,3 л/т и 3,1 л/т. Для обоих марок комбайнов получено снижение удельного расхода топлива с ростом рабочей скорости. Причем наиболее значимое снижение наблюдается в интервале 2…6 км/ч. Так, при увеличении рабочей скорости от 2 км/ч до 6 км/ч удельный расход топлива у комбайнов в среднем уменьшается в 1,9 раза.

Зависимости удельного расхода топлива от урожайности сои (рисунок 2) для рассматриваемых комбайнов показывают снижение расхода с ростом урожайности. Для комбайна КЗС-1218А-1 при урожайности 15 ц/га удельный расход топлива составляет 7,9 л/т, а при урожайности 25 ц/га – 5,6 л/т. Для комбайна ACROS 550 при такой урожайности расход топлива равен соответственно 5,5 л/т и 4,0 л/т. В интервале изменения урожайности 15…35 ц/га расход топлива комбайна КЗС-1218А-1 уменьшается в 1.76 раза, комбайна ACROS 550 – в 1,69 раза.

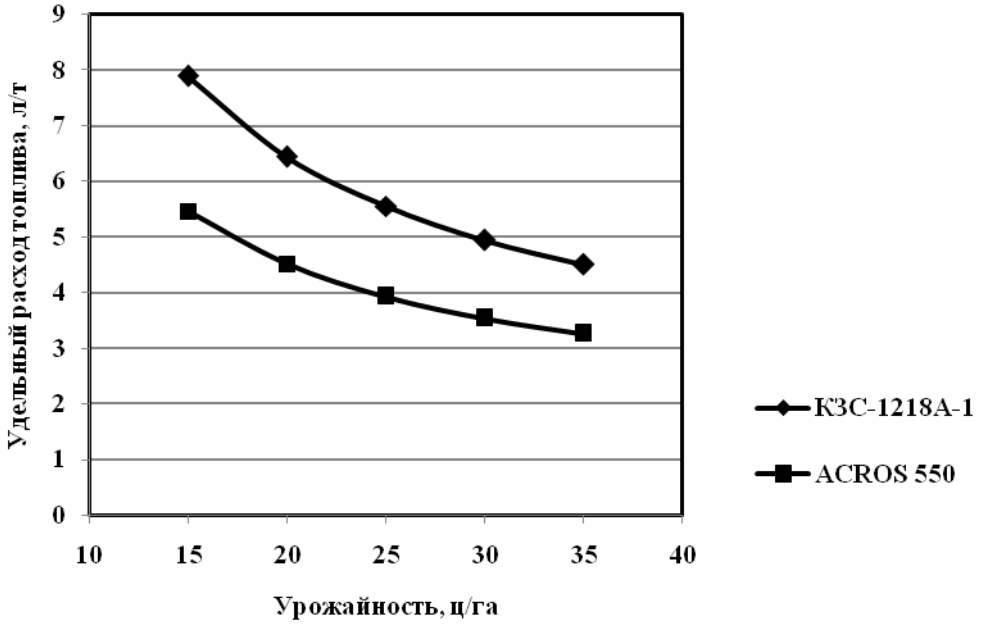

Рисунок 2 - Зависимость удельного расхода топлива от урожайности сои

Зависимости рисунка 2 получены при отношении массы соломы к массе зерна равным 1,2. Это отношение характеризует соломистость убираемой культуры. Величина соломистости в свою очередь влияет на расход топлива. Смоделированные зависимости удельного расхода топлива от соломистости сои показаны на рисунке 3 .

Зависимости рисунка 3 имеют линейный вид и доказывают рост удельного расхода топлива с увеличением соломистости убираемой массы сои. При увеличении соломистости с 0,8 до 2,1 удельный расход топлива увеличивается для комбайна КЗС-1218А-1 на 0,97 л/т, для комбайна ACROS 550 – на 0,84 л/т.

Следует отметить, что полученные зависимости показывают значимое влияние на расход топлива рабочей скорости комбайна, урожайности и соломистости убираемой культуры. Причем во всех случаях удельный расход топлива комбайна КЗС-1218А-1 превышал расход комбайна ACROS 550 в среднем на 1,2..3,5 л/т. Это объясняется тем, что в рассматриваемых условиях комбайн КЗС-1218А-1 работал по сравнению с ACROS 550 с более низкой загрузкой двигателя по мощности.

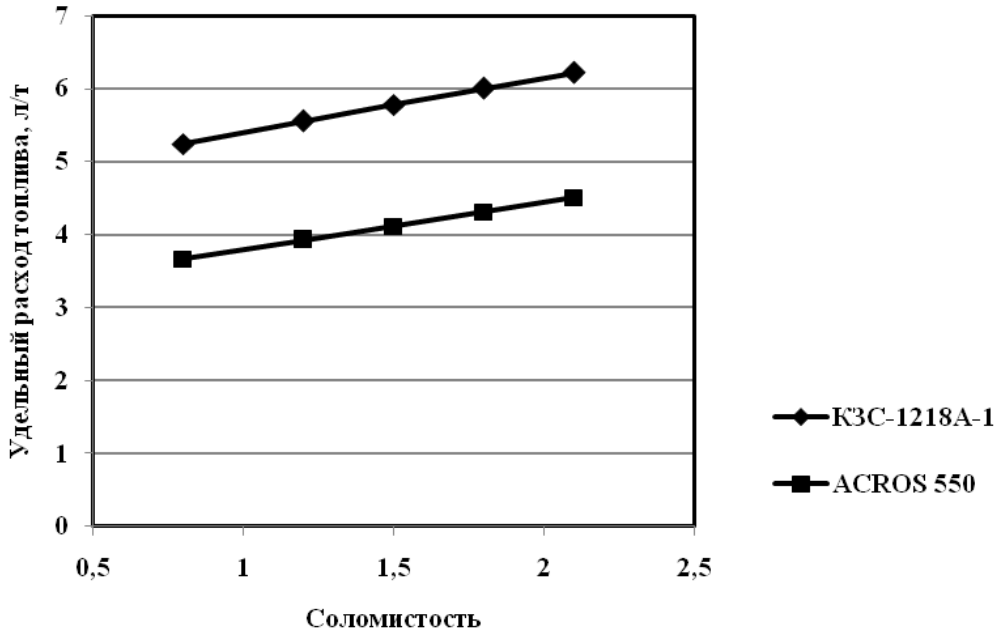

Рисунок 3 - Зависимость удельного расхода топлива от соломистости сои

Выводы. В результате исследований разработана модель расхода топлива зерноуборочными комбайнами на уборке сои. Модель базируется на рассмотрении расхода топлива в различных периодах эксплуатационного времени работы комбайна, в течение которых работает двигатель. Модель позволяет прогнозировать расход топлива в сельхозпредприятии с учетом условий уборки сои и марок применяемых комбайнов и жаток. Производственная проверка модели в МФП «Нива» показала ее работоспособность и достаточную точность. Относительная ошибка прогнозирования общего расхода топлива для уборки составила 10,7%.

Получены зависимости влияния на расход топлива рабочей скорости комбайна, урожайности и соломистости сои. Подтверждена значимость влияния указанных факторов и необходимость их учета при анализе и прогнозировании расхода топлива на уборку сои.

Список источников

1. Ряднов А. И., Федорова О. А., Поддубный О. И. Анализ расхода топлива зерноуборочными комбайнами // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. – №3(67). – С.466-473.

2. Анализ расхода топлива зерноуборочными комбайнами с использованием спутникового мониторинга / И.М.Ахмадуллин, И.Д.Гафуров // Материалы международной научно-практической конференции в рамках XXIV международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2014». Уфа. Башкирский ГАУ. – 2014. – С.10 -14.

3. О расходе топлива зерноуборочным комбайном /Г.Н.Ерохин, В.В.Коновский // Наука в центральной России. – 2021. – № 5 (53) . – С. 35–41 .

4. Моделирование расхода топлива зерноуборочных комбайнов / Г.Н.Ерохин, В.В.Коновский // Наука в центральной России. –2016. – № 3 (21). –С. 24-31.

5. Производительность зерноуборочных комбайнов на уборке сои /Г.Н.Ерохин, В.В.Коновский, Першин И.А. // Наука в центральной России. – 2022. – № 1 (55) . – С. 33–41.

6. Жалнин Э.В. Расчет основных параметров зерноуборочных комбайнов. М.: ВИМ, – 2011. – 102с.

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

8. Многопараметровая топливная характеристика дизеля Cummins / К.И.Городецкий, В.С.Гольнев, Е.П.Ершов и др.// Тракторы и сельхозмашины. – 2012. - №2. – С.44-47.

References

1. Ryadnov A. I., Fedorova O. A., Poddubny`j O. I. Analysis of fuel consumption by grain harvesters // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. 2022. – №3(67). – S.466-473.

2. Analysis of fuel consumption of grain harvesters using satellite monitoring / I.M.Axmadullin, I.D.Gafurov // Materials of the international scientific and practical conference within the framework of the KSIV international specialized exhibition «Agrokompleks-2014». Ufa. Bashkirskij GAU. – 2014. – S.10 -14.

3. On the fuel consumption of a grain harvester / G.N. Erokhin, V.V. Konovsky // Science in Central Russia. – 2021. – № 5 (53) . – S. 35–41 .

4. Modeling of fuel consumption of grain harvesters / G.N. Erokhin, V.V. Konovsky // Science in Central Russia. –2016. –№ 3 (21). –S. 24-31.

5. The productivity of grain harvesters for soybean harvesting / G.N. Erokhin, V.V. Konovsky, Pershin I.A. // Science in Central Russia. – 2022. – № 1 (55) . – S. 33–41.

6. Zhalnin E`.V. Calculation of the main parameters of combine harvesters. M.: VIM, – 2011. – 102s.

7. GOST R 52778-2007. Testing of agricultural machinery. Methods for its operational and technological assessment. – M.: «Standartinform». – 2008. – 24s.

8. Multi-parameter fuel characteristic of Cummins diesel / K.I.Gorodeczkij, V.S.Gol`nev, E.P.Ershov i dr./ Tractors and agricultural machines `. – 2012. - №2. – S.44-47.

Информация об авторах

Г. Н. Ерохин – кандидат технических наук; В.В. Коновский – научный сотрудник; И.А. Першин – младший научный сотрудник.

Information about the authors

G. Erokhin – Candidate of Technical Sciences; V. Konovskiy - Researcher; I. Perchin - 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): 22.05.2023 Принята к публикации (Accepted): 23.06.2023