

МОДЕЛЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБАЙНОВ НА УБОРКЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В КРЕСТЬЯНСКОМ (ФЕРМЕРСКОМ) ХОЗЯЙСТВЕ

Геннадий Николаевич Ерохин
Сергей Николаевич Сазонов

Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники
и нефтепродуктов в сельском хозяйстве

С целью обоснования целесообразности использования договорных комбайнов на уборке зерновых культур в крестьянском (фермерском) хозяйстве выполнены теоретические исследования и мониторинг в условиях реальной эксплуатации. На основе собранной при мониторинге информации дана оценка применения сторонних комбайнов в фермерском хозяйстве с помощью критерия потери эффекта. Принятый критерий представляет собой сумму явных и неявных затрат (потерь). Разработана модель использования в крестьянском (фермерском) хозяйстве комбайнов сторонних организаций на договорной основе. Входные параметры модели, исходя из источника получения необходимой информации, разделяются на четыре группы: показатели первой группы формируются на основании данных сельхозпредприятия; показатели второй характеризуют потребительские свойства зерноуборочных комбайнов; в третью группу отнесены показатели, получаемые в результате мониторинга работы зерноуборочных комбайнов, в четвертую – внешние экономические показатели. Разработанная модель была реализована и применена для анализа эффективности использования на договорной основе зерноуборочных комбайнов в крестьянском (фермерском) хозяйстве. Выявлено, что наиболее информативной является зависимость потерь эффекта от площади, убираемой сторонними комбайнами. Эта зависимость позволяет определить оптимальный объем работ сторонних комбайнов. На примере конкретного крестьянского (фермерского) хозяйства исследовано влияние урожайности и метеорологических условий на эффективность применения сторонних комбайнов. При урожайности 33 ц/га для исследуемого хозяйства целесообразно использование сторонних комбайнов даже при сухом сезоне уборки зерновых культур. В условиях особо влажного сезона их использование может принести эффект за счет сокращения продолжительности уборки зерновых культур и потерь зерна в размере 2,5 млн руб.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: крестьянское (фермерское) хозяйство, зерноуборочный комбайн, уборка, зерновые культуры, производительность, эффективность.

THE MODEL OF USING COMBINE HARVESTERS DURING GRAIN CROP HARVESTING IN PEASANT FARM ENTERPRISES

Gennady N. Erokhin
Sergey N. Sazonov

All-Russian Research Institute for Use of Machinery
and Petroleum Products in Agriculture

In order to substantiate the expediency of using contract combine harvesters for harvesting grain crops in a small farm enterprise the authors have performed theoretical studies and monitoring in the actual operating conditions. The information collected during monitoring served as the basis for assessing the use of third-party combine harvesters in the farm enterprise using the criterion of loss of effect. The assumed criterion is the sum of explicit and implicit costs (losses). The authors have developed a model of using contract third-party combines in small farm enterprises. The input parameters of the model based on the source of obtaining the necessary information are divided into four groups. The first one represents the data of the agricultural enterprise. The second one is characterized by consumer properties of grain combine harvesters. The third group includes the parameters obtained as a result of monitoring the performance of combine harvesters. The fourth group includes the external economic indicators. The developed model was implemented and applied to analyze the efficiency of use of contract grain combine harvesters in a small farm enterprise. It is revealed that the most informative parameter is the dependence of effect losses on the area harvested by third-party combines. On the example of an individual small farm enterprise the authors have studied the influence of yield and meteorological conditions on the efficiency of using third-party combines. With the yield of 33 c/ha in the studied farm enterprise it is advisable to

use third-party combines, even during the dry season of harvesting grain crops. In the conditions of a particularly wet season their use can be efficient by reducing the duration of harvesting grain crops and reducing the loss of grain by the amount of 2.5 million rubles.

KEYWORDS: peasant farm enterprise, grain combine harvester, harvesting, grain crops, output, efficiency.

Уборка зерновых культур в крестьянских (фермерских) хозяйствах имеет свои особенности, обусловленные, прежде всего, сравнительно небольшими объемами уборочных работ (150–1000 га) и в большинстве случаев нехваткой необходимой техники для уборки зерновых культур в оптимальные агротехнические сроки. Нагрузка на комбайн в отдельных хозяйствах может достигать 600–700 га. В этих условиях привлечение на договорной основе для уборки зерновых культур зерноуборочных комбайнов сторонних предприятий может быть экономически выгодным. Необходимость привлечения дополнительных комбайнов появляется и в связи с ухудшением погодных условий, когда собственными комбайнами невозможно уложиться с уборкой зерновых культур в короткие периоды погожих дней. Возраст собственных комбайнов и снижение их эксплуатационной надежности также являются одной из причин привлечения сторонних комбайнов.

Привлечение для уборки зерновых культур сторонних комбайнов представляет собой экономически ответственное решение, которое может иметь как положительный, так и отрицательный результат. Оценка эффективности применения договорных комбайнов является сложной задачей, которая зависит от множества разнообразных факторов. Учитывая вышесказанное, авторами была предпринята попытка решить проблему на основе компьютерного моделирования.

Выполнены теоретические исследования и мониторинг работы зерноуборочных комбайнов в условиях реальной эксплуатации. На основе собранной при мониторинге информации разработана модель использования в крестьянском (фермерском) хозяйстве комбайнов сторонних организаций на договорной основе.

В опубликованных источниках [2, 3] показано, что эффект использования комбайнов на уборке зерновых культур наиболее достоверно оценивается потерями. Данный показатель представляет собой сумму явных и неявных затрат (потерь) при комбайновой уборке в хозяйстве.

К явным затратам относятся эксплуатационные затраты, которые складываются из следующих расходов:

- на топливно-смазочные материалы (ТСМ);
- на оплату труда;
- на техническое обслуживание (ТО) и ремонт.

К неявным затратам относятся потери технологического эффекта, которые включают в себя следующее:

- потери зерна непосредственно за жаткой и молотилкой комбайна;
- потери, связанные с дроблением бункерного зерна;
- потери зерна, связанные с увеличением продолжительности уборочных работ.

Основываясь на данном методическом подходе, разработана модель использования в сельскохозяйственном предприятии сторонних комбайнов на договорной основе.

Общий вид полученной модели задается выражением:

$$K_{ПЭ} = I_C + I_{СТ} + П_C + П_{СТ} + П_{ПР} , \quad (1)$$

где $K_{ПЭ}$ – потери эффекта при уборке зерновых культур;

$I_C, I_{СТ}$ – эксплуатационные затраты уборки собственными и сторонними зерноуборочными комбайнами;

$П_C, П_{СТ}$ – потери технологического эффекта собственными и сторонними зерноуборочными комбайнами, связанные с потерями и дроблением зерна;

$П_{ПР}$ – потери технологического эффекта, связанные с увеличением продолжительности уборочных работ сверх агросрока.

Входные параметры модели, исходя из источника получения, разделяются на четыре группы.

Первая группа формируется на основании данных, предоставляемых сельхозпредприятием, об условиях уборки зерновых культур, наличии и сроке эксплуатации зерноуборочных комбайнов.

Вторая группа характеризует потребительские свойства зерноуборочных комбайнов. Источником получения этих показателей служит техническая характеристика зерноуборочного комбайна, предоставляемая компанией-изготовителем: мощность двигателя; площадь подбарабана, соломотряса, очистки; скорость выгрузки зерна; удельный расход топлива двигателем.

Третья группа содержит показатели, получаемые в результате мониторинга работы зерноуборочных комбайнов. К ним относятся: удельная продолжительность технических и технологических обслуживаний, зависимость изменения надежности, затраты на ТО и ремонт, качество выполнения уборочных работ зерноуборочным комбайном от суммарной наработки.

Четвертая группа включает внешние показатели, в которые входят: стоимость солярки, стоимость реализации зерна, цена и объем услуг по использованию сторонних комбайнов.

В общем виде модель работает следующим образом. В первую очередь, по каждому собственному комбайну осуществляется моделирование производительности по основному времени [4, 5, 6], по сменному времени, затрат времени на устранение отказов, коэффициента готовности [7], эксплуатационной производительности [9, 10], намолота и потерь зерна за комбайном, эксплуатационных затрат на топливо, зарплату, ремонт и техническое обслуживание.

На этой основе моделируются следующие параметры в целом для парка собственных комбайнов:

- суммарная эксплуатационная производительность комбайнового парка [8];
- прогнозируемая продолжительность уборочных работ;
- общий расход солярки;
- затраты на ТСМ;
- затраты на оплату труда;
- затраты на ТО и ремонт;
- суммарные эксплуатационные затраты;
- суммарные потери зерна за комбайнами;
- суммарные потери зерна из-за дробления;
- площадь уборки за пределами агросрока;
- потери зерна из-за превышения агросрока;
- потери технологического эффекта;
- валовой сбор зерна.

Аналогичное моделирование показателей выполняется и для каждого стороннего комбайна и парка этих комбайнов в целом. В дальнейшем моделируются общие эксплуатационные затраты [1], потери технологического эффекта и потери эффективности при совместном использовании собственных и сторонних зерноуборочных комбайнов.

Разработанная модель была реализована в компьютерном виде и применена для анализа эффективности использования сторонних зерноуборочных комбайнов в крестьянском (фермерском) хозяйстве. В качестве факторов рассматривались средняя урожайность зерновых культур и погодные условия.

Моделирование выполнялось на примере крестьянского (фермерского) хозяйства с условиями, типичными для Центрально-Черноземного региона:

- площадь зерновых культур – 600 га,

- средняя урожайность – 33 ц/га,
- отношение зерна к соломе – 1 : 1,4;
- средняя длина гона – 1050 м;
- стоимость солярки – 35 руб./л,
- средняя цена реализации зерна – 6300 руб./т.

Структура парка собственных зерноуборочных комбайнов: Дон-1500Б (16-й сезон эксплуатации) – 1 шт.

Предлагаемый на договорной основе парк сторонних зерноуборочных комбайнов включает: Тисано 450 (4-й сезон эксплуатации) – 3 шт.; стоимость услуг по уборке зерновых культур – 2600 руб./га, заправка соляркой хозяйства.

Применение разработанной модели показало, что наиболее информативной является зависимость потерь эффективности от площади, убираемой сторонними комбайнами. Эта зависимость определяет целесообразность использования услуг сторонних предприятий, а также объем оказываемых услуг, при котором достигается максимальная эффективность уборки зерновых культур в сельхозпредприятии (зависимость получила название «характеристическая зависимость»).

С помощью компьютерного моделирования получены характеристические зависимости для различной средней урожайности зерновых культур в хозяйстве, которые представлены на рисунке 1. Отметим, что данные зависимости смоделированы при условии сухого сезона уборки зерновых культур, когда отсутствовали простои комбайнов из-за сложных метеоусловий.

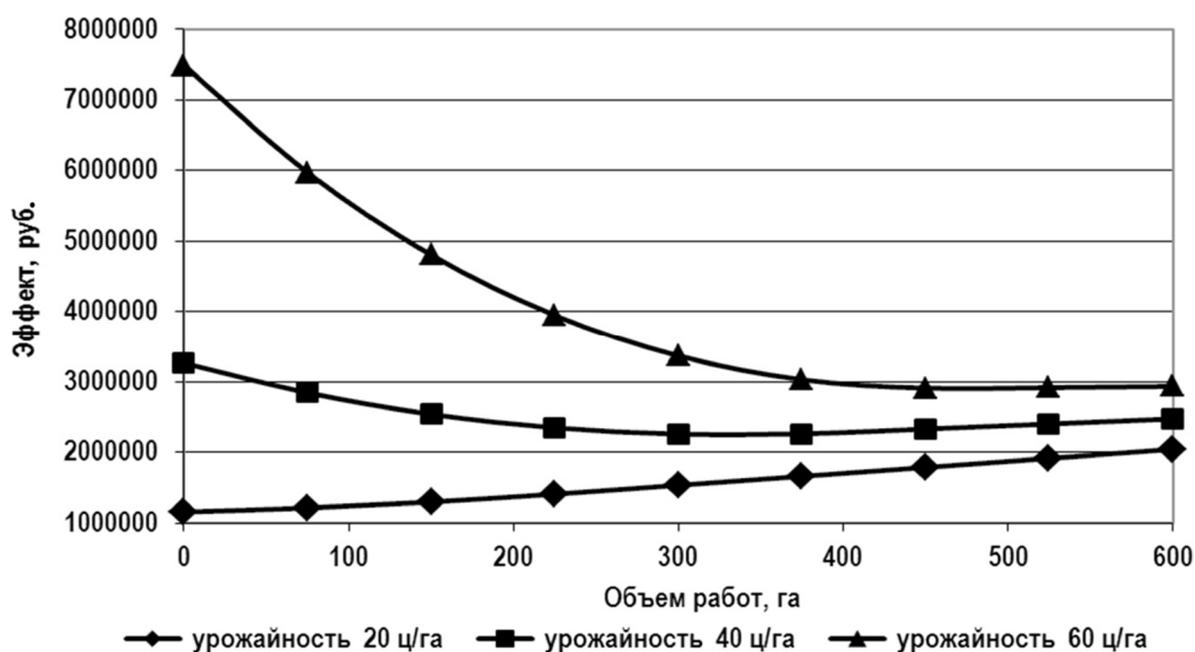


Рис. 1. Потери эффекта использования сторонних комбайнов в зависимости от объема работ и урожайности

Характеристическая зависимость при урожайности 20 ц/га (рис. 1) имеет постоянный рост потерь эффекта при нарастании площади, убираемой сторонними комбайнами. При таких условиях применение дополнительных сторонних комбайнов экономически нецелесообразно.

Характеристическая зависимость при урожайности 40 ц/га имеет минимум при уборке сторонними комбайнами около 300 га. При реализации этого решения крестьянское (фермерское) хозяйство получит эффект в размере 1 млн руб. по сравнению с уборкой только собственным комбайном.

При урожайности 60 ц/га сельхозпредприятие убирает зерновые культуры собственными комбайнами со значительным превышением агросрока и большими потерями зерна. Потери эффекта в данном случае составляют около 7,5 млн руб. Характеристическая кривая для этих условий имеет минимум при уборке сторонними комбайнами 400 га. При такой площади уборки зерновых культур сторонними комбайнами предприятие получит эффект в размере более 4,5 млн руб. по сравнению с уборкой только собственным комбайном. Таким образом, увеличение урожайности способствует повышению эффективности услуг по уборке зерновых культур сторонними предприятиями.

На рисунке 2 представлены характеристические зависимости потерь эффекта уборки зерновых культур для приведенных выше условий крестьянского (фермерского) хозяйства и различных метеоусловиях. Рассмотрены сухой сезон (простои из-за метеоусловий отсутствуют), влажный сезон (продолжительность уборки из-за метеоусловий увеличивается в 1,5 раза) и особо влажный сезон (продолжительность уборки из-за метеоусловий увеличивается в 2 раза).

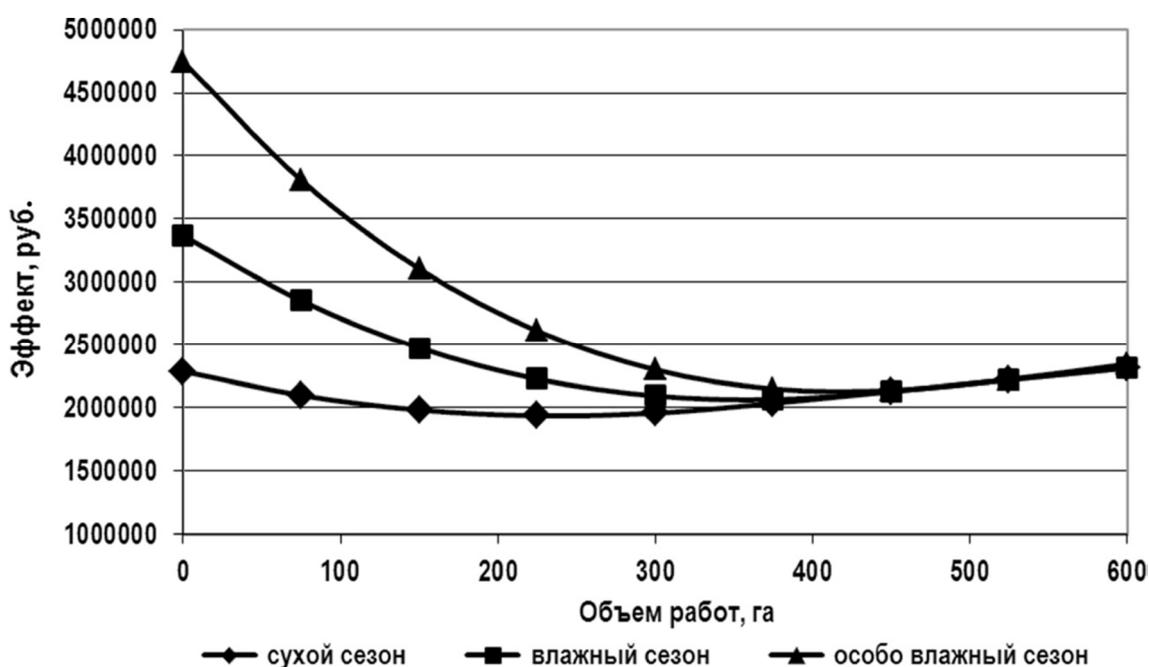


Рис. 2. Зависимость эффекта использования сторонних комбайнов от объема работ и метеоусловий

Все три характеристические зависимости (рис. 2) имеют минимум, что свидетельствует об экономической целесообразности дополнительного использования сторонних комбайнов. Рекомендуемый объем работ сторонних комбайнов при сухом сезоне – 250 га, при влажном – 350 га, при особо влажном – 450 га.

Следует отметить существенное влияние простоев от метеоусловий на эффективность использования дополнительных сторонних комбайнов. Их применение в рассматриваемом хозяйстве даже в сухом сезоне уборочных работ оценивается эффектом в размере 340 тыс. рублей, в особо влажном сезоне эффект может достигнуть 2,5 млн рублей.

Выводы

Разработанная модель позволяет оценивать экономическую целесообразность использования в крестьянском (фермерском) хозяйстве сторонних комбайнов на договорной основе в зависимости от разнообразных входных факторов. Выявлено, что наиболее информативной является зависимость потерь эффекта от площади, убираемой

сторонними комбайнами. Эта зависимость позволяет определить оптимальный объем работ по уборке зерновых культур сторонними комбайнами.

На примере конкретного хозяйства исследовано влияние урожайности и метеоусловий на целесообразность применения сторонних комбайнов. При урожайности 33 ц/га для этого хозяйства целесообразно использование сторонних комбайнов даже при сухом сезоне уборки зерновых культур. В особо влажный сезон их использование может принести эффект за счет сокращения продолжительности уборочных работ и потерь зерна в размере 2,5 млн руб.

Библиографический список

1. Драгайцев В.И. О методике экономической оценки сельскохозяйственной техники / В.И. Драгайцев // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 3. – С. 15–19.
2. Ерохин Г.Н. Моделирование потерь зерна за зерноуборочными комбайнами / Г.Н. Ерохин, С.Н. Сазонов, В.В. Коновский // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2014. – № 2. – С. 65–68.
3. Ерохин Г.Н. Оценка эксплуатационных свойств зерноуборочных комбайнов ACROS 530 и John Deere W650 / Г.Н. Ерохин, С.Н. Сазонов, В.В. Коновский // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1. – С. 68–71.
4. Жалнин Э.В. Резервы повышения эффективности производства / Э.В. Жалнин // Сельский механизатор. – 2012. – № 1. – С. 12–13.
5. Жалнин Э.В. Расчет основных параметров зерноуборочных комбайнов с использованием принципа гармоничности их конструкции / Э.В. Жалнин. – Москва : ВИМ, 2011. – 104 с.
6. Жалнин Э.В. Обобщенная оценка эффективности комбайнового парка хозяйств / Э.В. Жалнин, В.С. Пьянов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2012. – № 4. – С. 43–45.
7. Жалнин Э.В. Оценка надежности сельскохозяйственной техники / Э.В. Жалнин // Сельский механизатор. – 2015. – № 8. – С. 20–21.
8. Пьянов В.С. Математическое моделирование работы парка зерноуборочных комбайнов в хозяйстве / В.С. Пьянов // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 11. – С. 30–33.
9. Пронин В.М. Методика оценки технико-экономических показателей сельскохозяйственной техники по критерию часовых эксплуатационных затрат / В.М. Пронин, В.А. Прокопенко // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 3. – С. 10–14.
10. Щитов С.В. Оптимизация выбора комбайна по расходу топлива при уборке сельскохозяйственных культур / С.В. Щитов, А.Б. Жирнов, Н.П. Кидяева // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 1. – С. 18–20.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Геннадий Николаевич Ерохин – кандидат технических наук, зав. лабораторией эксплуатационных требований к сельскохозяйственной технике ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: vniitin-adm@mail.ru.

Сергей Николаевич Сазонов – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории эксплуатационных требований к сельскохозяйственной технике ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: snsazon@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 12.12.2018

Дата принятия к печати 29.01.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Gennady N. Erokhin, Candidate of Engineering Sciences, Head of the Laboratory of Operational Requirements for Agricultural Machinery, All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Russia, Tambov, e-mail: vniitin-adm@mail.ru.

Sergey N. Sazonov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Chief Research Scientist, Laboratory of Operational Requirements for Agricultural Machinery, All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Russia, Tambov, e-mail: snsazon@mail.ru.

Received December 12, 2018

Accepted January 29, 2019