ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. АГРОИНЖЕНЕРИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-37

GRAIN LOSSES FROM INCREASE TERMS OF HARVESTING GRAIN CROPS

A. I. Ryadnov, O. A. Fedorova, O. I. Poddubny

Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia

Received 17.12.2019

Submitted 28.04.2020

Summary

The efficiency of grain production is largely determined by the gross grain harvest, which depends not only on the areas occupied by grain crops and their yield, but also on the loss of grain during harvesting. Significant grain losses from self-drying. One of the factors that affect the loss of grain by self-precipitation is the delay in harvesting compared to the optimal timing for this crop and certain cleaning conditions. Experimental studies have shown that grain losses due to violations of harvest times reach 1.0% for each day of exceeding the optimal harvest period.

Abstract

Introduction. The gross grain harvest is determined primarily by the area of grain crops, their yield and crop losses during harvesting. Grain losses depend on many factors, including the duration of harvesting, harvesting conditions, the type of grain crop and its variety. In accordance with the classification of grain losses proposed by Pugachev A. N., grain losses, both biological and mechanical, can be direct and indirect. Direct biological losses of grain are losses by shedding from the ear, breaking off the ear, sprouting of grain in rolls, from pests. Direct mechanical losses of grain are losses behind the combine's threshing machine, combine harvester, roll Reaper, and picker. Indirect biological losses are losses of grain quality during the vegetative period due, for example, to adverse weather conditions, and indirect mechanical losses are associated with crushing, injury and flattening of grain by the working bodies of grain harvesting machines. Significant losses of grain crops due to violations of optimal agro-technical terms of harvesting. But direct mechanical losses of grain are also significant. The level of such losses for direct combine processing is normalized at 2%. Maintaining the level of grain losses that does not exceed the normalized level, as long-term studies have shown, depends mainly on the qualification of the combine operator. A highly qualified harvester efficiently performs adjustments of the working bodies of the combine, selects the necessary speeds of the combine movement depending on the yield of grain, humidity, strawiness, pleglosti and other indicators of harvesting conditions. A highly qualified harvester also makes the most of the shift time, which reduces the cleaning time, all other things being equal. Significant losses of grain from exceeding the harvest time compared to the optimal ones. Knowing the level of grain losses from the duration of harvesting will allow managers of agricultural enterprises to choose types and varieties of grain crops that have different maturation periods, plan the timing of work on harvesting grain crops and labor resources, justify the Park of combine harvesters taking into account economic efficiency. **The purpose** of this work is to assess the level of losses of spring barley, winter and spring wheat depending on the duration of their harvesting in the Volgograd region. **Materials and methods.** This article uses materials from the Federal state statistics service, data from research papers devoted to optimizing the duration of grain harvesting and grain losses from self-precipitation, as well as the results of long-term experimental studies of grain losses during harvesting of grain crops in the Volgograd region, performed in accordance with the requirements of GOST 28301-2007. **Results.** According to statistics, from 1996 to 2018, the load on one combine harvester in the Russian Federation increased from 208 ha to 992 ha. at the same time, the average number of combine harvesters per 1000 ha of harvest areas decreased from 4.08 to 1.01. It was found that grain losses begin to increase significantly when harvesting in dry years: winter wheat after 2-3 days, spring wheat-after 3-4 days and spring barley - after 4-6 days from the moment the grain reaches the beginning of firm ripeness, and in years of moderate humidity-respectively 4-5, 5-7 and 6-8 days. In this regard, we believe that the above-mentioned durations of time periods in which grain losses are minimal and the grain mass is maximum are the optimal terms for harvesting the con-

sidered grain crops in years that differ in the average daily relative humidity of the air during the harvesting period. As a result of processing static material, the dependences of grain losses on the day after exceeding the optimal harvest time were established: in dry years, spring barley $PZ(T) = 0.07T^2 - 0.46T + 1.10$; spring wheat $PZ(T) = 0.11T^2 - 0.58T + 1.14$; winter wheat $PZ(T) = 0.09T^2 - 0.71T + 1.53$; in years of moderate humidity: spring barley $PZ(T) = 0.06T^2 - 0.50T + 1.19$; spring wheat $PZ(T) = 0.09T^2 - 0.55T + 1.23$; winter wheat $PZ(T) = 0.07T^2 - 0.64T + 1.49$. The results of the research showed that the maximum loss of grain by self-precipitation from delayed harvesting after exceeding the optimal time limits has spring wheat, which accounts for every day of delay from 0.77% to 1.0%. At the same time, large grain losses are observed in dry years. Spring barley has the minimum loss of grain by self-precipitation from the studied grain crops (from 0.43% to 0.54% for each day of delay). Losses in winter wheat ranged from 0.49% to 0.63% per cent. At the same time, winter wheat grain losses exceed the losses of spring barley only after 10 days. **Conclusion.** Thus, the regularities of losses of grain of spring barley, winter and spring wheat from self-precipitation depending on the day after exceeding the optimal harvest time in dry and moderately wet years in the conditions of farms in the Volgograd region are established.

Key words: *harvesting of grain crops, duration of harvesting, combine harvester, direct biological and mechanical losses of grain.*

Citation. Ryadnov A.I., Fedorova O.A., Poddubny O.I. Grain losses from increase terms of harvesting grain crops. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2020. 2(58). 375-384 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-37.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 631.354.2:631.554

ПОТЕРИ ЗЕРНА ОТ УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКОВ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

А. И. Ряднов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

О. А. Федорова, доктор технических наук, доцент;

О. И. Поддубный, исследователь, преподаватель-исследователь

Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

Дата поступления в редакцию 17.02.2020

Дата принятия к печати 28.04.2020

Актуальность. Валовый сбор зерна определяется, в первую очередь, площадью зерновых культур, их урожайностью и потерями урожая при уборке. Потери зерна зависят от многих факторов, в том числе от продолжительности уборки, условий уборки, вида зерновой культуры и ее сорта. Существенны потери зерна от превышения сроков уборки по сравнению с оптимальными. Знание уровня потерь зерна от продолжительности уборки позволит руководителям сельскохозяйственных предприятий выбирать виды и сорта зерновых колосовых культур, имеющих различные сроки созревания, планировать сроки выполнения работ по уборке зерновых культур и трудовые ресурсы, обособивать парк зерноуборочных комбайнов с учетом экономической эффективности. **Цель настоящей работы** – оценка уровня потерь зерна ярового ячменя, озимой и яровой пшеницы в зависимости от продолжительности их уборки в условиях Волгоградской области. **Материалы и методы.** В настоящей статье использованы материалы Федеральной службы государственной статистики, данные научных работ, посвященных исследованиям оптимизации продолжительности уборки зерновых культур и потерь зерна от самоосыпания, а также результаты многолетних экспериментальных исследований потерь зерна при уборке зерновых колосовых культур в хозяйствах Волгоградской области, выполненных в соответствии с требованиями ГОСТ 28301-2007. **Результаты.** По статистическим данным установлено, что в Российской Федерации площади, занятые зерновыми и зернобобовыми культурами, с 1996 г. по 2018 г. изменялись в пределах от 54 до 61 млн га, при этом с 1996 года по 2018 год нагрузка на один зерноуборочный комбайн увеличивалась с 208 га до 992

га. На 1000 га уборочных площадей среднее количество зерноуборочных комбайнов снизилось с 4,08 до 1,01. Установлено, что потери зерна начинают существенно расти при уборке в засушливые годы: озимой пшеницы через 2 – 3 дня, яровой пшеницы – через 3 – 4 дня и ярового ячменя – через 4 – 6 дней от момента достижения зерном начала твердой спелости, а в годы умеренной влажности – соответственно 4 – 5, 5 – 7 и 6 – 8 дней. В связи с этим считаем, что указанные выше продолжительности периодов времени, при которых потери зерна минимальны, а масса зерна максимальна, являются оптимальными сроками уборки рассматриваемых зерновых колосовых культур в годы, отличающиеся среднесуточной относительной влажностью воздуха в период уборки. Результаты исследований показали, что максимальные потери зерна самоосыпанием от задержки уборки после превышения оптимальных сроков имеет яровая пшеница, для которой на каждый день задержки приходится от 0,77 % до 1,0 %. При этом большие потери зерна наблюдаются в засушливые годы. Минимальные потери зерна самоосыпанием из исследуемых зерновых колосовых культур имеет яровой ячмень (от 0,43 % до 0,54 % на каждый день задержки). Потери озимой пшеницы составляют от 0,49 % до 0,63 %. При этом, потери зерна озимой пшеницы превышают потери ярового ячменя только после 10 дня. **Заключение.** Таким образом, установлены закономерности потерь зерна ярового ячменя, озимой и яровой пшеницы от самоосыпания в зависимости от дня после превышения оптимальных сроков уборки в засушливые и умеренно влажные годы в условиях хозяйств Волгоградской области.

Ключевые слова: уборка зерновых культур, продолжительность уборки, зерноуборочный комбайн, биологические потери зерна, механические потери зерна.

Цитирование. 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. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-37.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Научные работы многих ученых (Бердышева В. Е., Жалнина Э. В., Ловчикова А. П., Ломакина С. Г., Пугачева А. Н., Пьянова В. С., Федоренко В. Ф. и других) показали, что валовый сбор зерна определяется не только площадью посева зерновых культур и их урожайностью, но и потерями урожая при уборке. В соответствии с классификацией потерь зерна, предложенной Пугачевым А. Н., потери зерна как биологические, так и механические, могут быть прямыми и косвенными. Прямые биологические потери зерна – это потери осыпанием из колоса, обламыванием колоса, прорастанием зерна в валках, от вредителей. Прямые механические потери зерна – это потери за молотилкой комбайна, жаткой комбайна, валковой жаткой и подборщиком. Косвенные биологические потери – это потери качества зерна за вегетационный период из-за, например, неблагоприятных метеорологических условий, а косвенные механические потери связаны с дроблением, травмированием и плющением зерна рабочими органами зерноуборочных машин.

Существенны потери урожая зерновых культур из-за нарушения оптимальных агротехнических сроков уборки. По данной причине ежегодные потери зерна превышают 10 млн т [2]. При этом указанный уровень потерь относится только к прямым биологическим потерям зерна, связанным с увеличением продолжительности уборки из-за недостатка зерноуборочных машин. Но значительны также прямые механические потери зерна. Уровень таких потерь для прямого комбайнирования нормирован в 2 % [3]. Поддержание уровня потерь зерна, не превышающего нормированный, как показали многолетние исследования, зависит в основном от квалификации комбайнера. Высококвалифицированный комбайнер качественно выполняет регулировки рабочих органов комбайна, выбирает необходимые скорости движения комбайна в зависимости от урожайности зерновой культуры, влажности, солоmistости, полеглости и других показателей условий уборки. Высококвалифици-

рованный комбайнер также максимально использует время смены, что сокращает, при прочих равных условиях, продолжительность уборки.

Потери зерна существенно зависят от продолжительности уборки, условий уборки, вида зерновой культуры и ее сорта [6]. Знание уровня потерь зерна от продолжительности уборки позволит руководителям сельскохозяйственных предприятий выбирать виды и сорта зерновых колосовых культур, имеющих различные сроки созревания, планировать сроки выполнения работ по уборке зерновых культур и трудовые ресурсы, обосновывать парк зерноуборочных комбайнов с учетом экономической эффективности. В связи с этим цель настоящей работы – оценка уровня потерь зерна ярового ячменя, озимой и яровой пшеницы в зависимости от продолжительности их уборки в условиях Волгоградской области.

Материалы и методы. В настоящей статье использованы материалы информационной базы [10], данные научных работ, посвященных исследованиям оптимизации продолжительности уборки зерновых культур и потерь зерна от самоосыпания, а также результаты многолетних экспериментальных исследований потерь зерна при уборке зерновых колосовых культур в хозяйствах Волгоградской области, выполненных в соответствии с требованиями ГОСТ 28301-2007. Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний.

Результаты и обсуждение. Продолжительность уборки зависит от множества факторов, в том числе от площади зерновых культур.

В Российской Федерации площади, занятые зерновыми и зернобобовыми культурами, с 1996 г. по 2018 г. изменялись в пределах от 54 до 61 млн га (рисунок 1) [10].

Рисунок 1 – Изменение площади зерновых и зернобобовых культур

Figure 1-Change in the area of grain and leguminous crops

Урожайность этих культур растет при некотором колебании по годам [10] (рисунок 2).

Рисунок 2 – Изменение средней урожайности зерновых и зернобобовых культур

Figure 2 – Change in the average yield of grain and leguminous crops

Можно отметить, что с 1990 года по 2018 год средняя урожайность зерновых и зернобобовых культур увеличилась примерно на 65 %. При росте урожайности сельскохозяйственных культур возникла необходимость применения высокопроизводительных зерноуборочных комбайнов. Доля таких зерноуборочных комбайнов в парке машин хозяйств растет [10]. Это явилось основной причиной сокращения парка зерноуборочных комбайнов за последние 28 лет более чем в 7 раз (рисунок 3). Однако увеличение доли высокопроизводительных зерноуборочных комбайнов весьма часто экономически неоправданно в связи со значительным ростом денежных затрат на приобретение таких машин и последующее их обслуживание [11].

Рисунок 3 – Изменение количества зерноуборочных комбайнов [10]

Figure 3 – Changing the number of combine harvesters [10]

Представленные статистические данные позволили рассчитать нагрузку на один зерноуборочный комбайн (рисунок 4).

Рисунок 4 – Изменение нагрузки на один зерноуборочный комбайн

Figure 4 – Changing the load on one combine harvester

Результаты расчетов показали, что с 1996 года по 2018 год нагрузка на один зерноуборочный комбайн в Российской Федерации увеличивалась с 208 га до 992 га. При этом на 1000 га уборочных площадей среднее количество зерноуборочных комбайнов снизилось с 4,08 до 1,01, что примерно в 4...5 раз ниже, чем в США и Канаде, и в 10

раз меньше, чем в Германии [4]. Кроме того, по данным органов Гостехнадзора около 45 % зарегистрированных зерноуборочных комбайнов используется более 10 лет [7]. Увеличение нагрузки на комбайны, даже при использовании высокопроизводительных комбайнов, как правило, приводит к нарушению агротехнических сроков уборки и к потерям зерна [1].

Зная среднестатистическую годовую нагрузку на один зерноуборочный комбайн (S_K^{cp}), сменную его производительность (W_{cm}^{cp}) и коэффициент сменности (k_{cm}), можно определить в первом приближении продолжительность уборки (T_p):

$$T_p = \frac{S_K^{cp}}{W_{cm}^{cp} k_{cm}}. \quad (1)$$

Производительность по площади зерноуборочного комбайна за смену может быть определена по известной зависимости:

$$W_{cm} = 0,1 B_p v_p T_{cm} \tau_{cm}, \quad (2)$$

где B_p – рабочая ширина захвата жатки комбайна, м; v_p – рабочая скорость комбайна, км/ч, T_{cm} – продолжительность смены, ч; τ_{cm} – коэффициент использования времени смены.

Рассмотрим составляющие зависимости (2). Для современных зерноуборочных комбайнов Российского производства используются жатки с конструктивной шириной захвата: 6,0 м – на комбайнах Vector 410, Palesse GS 812 и Енисей 4141, 7,0 м – на комбайнах Acros 580, Torum 740 и Palesse GS 12, 7,6 м – Tucano 340, John Deere W 540, John Deere 9670 STS, John Deere S 660 и John Deere W 650 и 9,1 м – на комбайнах Tucano 450 и Tucano 480. С учетом доли перечисленных комбайнов в парке хозяйств Российской Федерации принимаем $B_p = 6,8$ м. В работе [9] отмечено, что средняя скорость движения современных как отечественных, так и зарубежных комбайнов на уборке зерновых культур $V_p = 7,2$ км/ч, в работе [14] показано, что коэффициент использования времени зерноуборочных комбайнов составляет всего 0,62, однако в работе [8] дано нормативное значение $\tau_{cm} = 0,68$. Принимаем $T_{cm} = 10$ ч и $k_{cm} = 2$.

Тогда, $W_{cm} = 33,3$ га и $T_p = 15$ дней.

Рассчитанная продолжительность работы характерна для среднестатистического зерноуборочного комбайна независимо от региона уборки зерновых культур, но без учета неблагоприятных дней для уборки зерновых культур.

Продолжительность уборки зерновых культур в конкретном сельскохозяйственном предприятии зависит от скорости ее выполнения – площади, убираемой зерноуборочными машинами в течение суток:

$$T_p = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{\sum_{j=1}^N N_j W_j k_{cmj}}, \quad (3)$$

где S_i – площадь i -й зерновой культуры, га; n – количество зерновых культур, возделываемых в хозяйстве; N_j – количество зерноуборочных машин j -й марки, участвующих в уборке, шт.; W_j – производительность по площади зерноуборочной машины j -й марки за смену, га; $k_{cm,j}$ – коэффициент сменности работы j -й марки зерноуборочной машины.

Например, в крестьянско-фермерском хозяйстве с посевными площадями озимой пшеницы $S_1 = 420$ га и ярового ячменя $S_2 = 870$ га, имеющем по одному зерноуборочному комбайну Vector 410 и НОВА С340, работающим по 14 ч в течение суток, продолжительность уборки зерновых культур составит $T_p = 16$ дней.

Агротехнические сроки выполнения работ по уборке зерновых культур зависят от многих факторов (условия уборки, сорт зерновой культуры, применяемая технология и другие) и определяются различными методами [5, 12, 13]. Так, методом планиро-

вания эксперимента [5] установлена оптимальная продолжительность уборки зерновых культур 5 рабочих дней, а имитационным моделированием [12] – до 10 дней.

Многолетние экспериментальные данные показали, что с целью получения максимального валового сбора урожая уборку зерновых культур необходимо начинать в такой момент состояния хлебной массы, когда прекращается поступление пластических веществ в зерна, т.е. при максимальной их массе. Большая доля зерен в колосе зерновых колосовых культур, возделываемых в условиях Нижнего Поволжья, достигает максимальной массы в период твердой спелости, при влажности зерна от 20 до 15 %. Продолжительность изменения указанной влажности зерна в засушливые годы составляет 3-5 дней, а в годы умеренной влажности в период уборки – в течение 5-7 дней. Кроме того, установлено, что потери зерна начинают существенно расти при уборке в засушливые годы: озимой пшеницы через 2-3 дня, яровой пшеницы – через 3-4 дня и ярового ячменя – через 4-6 дней от момента достижения зерном начала твердой спелости, а в годы умеренной влажности – соответственно 4-5, 5-7 и 6-8 дней. В связи с этим считаем, что указанные выше продолжительности периодов времени, при которых потери зерна минимальны, а масса зерна максимальна, являются оптимальными сроками уборки рассматриваемых зерновых колосовых культур в годы, отличающиеся среднесуточной относительной влажностью воздуха в период уборки.

Экспериментальные исследования позволили построить зависимости потерь зерна (P_z) ярового ячменя «Волгоградский 08», яровой пшеницы «Саратовская 42» и озимой пшеницы «Северодонецкая юбилейная» самоосыпанием в засушливые и умеренно влажные годы от дня (T) после превышения оптимальных сроков уборки (рисунок 5).

Рисунок 5 – Потери зерна самоосыпанием от дня после превышения оптимальных сроков уборки (штриховые линии 1 – в засушливый год, сплошные линии 2 – в умеренно влажный год)

Figure 5 – Loss of grain by self-precipitation from the day after excess optimal harvesting times (dashed lines 1 - in a dry year, solid lines 2 - in a moderately wet year)

В результате обработки статистического материала установлены с высокой достоверностью зависимости потерь зерна от дня после превышения оптимальных сроков уборки в засушливые годы:

$$P_z(T) = 0,07T^2 - 0,46T + 1,10, \quad (4)$$

$$\text{яровой пшеницы} \quad \text{Пз}(T) = 0,11T^2 - 0,58T + 1,14, \quad (5)$$

$$\text{озимой пшеницы} \quad \text{Пз}(T) = 0,09T^2 - 0,71T + 1,53; \quad (6)$$

и в годы умеренной влажности:

$$\text{ярового ячменя} \quad \text{Пз}(T) = 0,06T^2 - 0,50T + 1,19, \quad (7)$$

$$\text{яровой пшеницы} \quad \text{Пз}(T) = 0,09T^2 - 0,55T + 1,23, \quad (8)$$

$$\text{озимой пшеницы} \quad \text{Пз}(T) = 0,07T^2 - 0,64T + 1,49. \quad (9)$$

Результаты исследований показали, что максимальные потери зерна самоосыпанием от задержки уборки после превышения оптимальных сроков имеет яровая пшеница, для которой на каждый день задержки приходится от 0,77 % до 1,0 %. При этом большие потери зерна наблюдаются в засушливые годы. Минимальные потери зерна самоосыпанием из исследуемых зерновых колосовых культур имеет яровой ячмень (от 0,43% до 0,54% на каждый день задержки). Потери озимой пшеницы составляют от 0,49% до 0,63%. При этом потери зерна озимой пшеницы превышают потери ярового ячменя только после 10 дня.

Выводы. Таким образом, установлены закономерности потерь зерна ярового ячменя, озимой и яровой пшеницы от самоосыпания в зависимости от дня после превышения оптимальных сроков уборки в засушливые и умеренно влажные годы в условиях хозяйств Волгоградской области.

Библиографический список

1. Ежевский А. А. Технологическая и техническая обеспеченность сельскохозяйственного производства России на 2013–2020 годы // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2014. №1. С. 3–6.
2. Лачуга Ю. Ф. Научно-техническая модернизация для качественного производства сельскохозяйственной продукции // АгроСнабФорум. 2017. № 8 (156). С. 43–45.
3. Лачуга Ю. Ф. Стратегические подходы к разработке новых технологий и техники для ресурсосбережения и повышения производительности труда в сельском хозяйстве // Науч. тр. XXIII Междунар. науч.- практ. конф. ВИМ. М., 2005. Т. 1. С.27 - 32.
4. Ломакин С. Г., Бердышев В. Е. Условия уборки зерна в Российской Федерации и обеспеченность сельскохозяйственных предприятий зерноуборочными комбайнами // Вестник Московского государственного агроинженерного университета им. В. П. Горячкина. 2016. №4 (74). С. 11–15.
5. Маслов Г. Г., Палапин А. В., Ринас Н. А. Оптимизация продолжительности уборки зерновых культур и основных параметров многофункционального агрегата // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого № 2 . 2014. С.3 – 8.
6. Методика расчета суточного сбора зерна в зависимости от темпов уборки / В. С. Пьянов, В. Х. Малиев, Л. И. Высочкина, М. В. Данилов // Вестник Ставрополя. 2018. №2 (30). С. 38 – 43.
7. Проблемы уборки зерна в России / А. Е. Шамин, В. П. Заикин, А. Н. Игошин, А. Ю. Лисина // Вестник НГИЭИ. 2018. № 6 (85). С. 130–138.
8. Система критериев качества, надежности, экономической эффективности сельскохозяйственной техники. М.: МСХ РФ, ФГБНУ «Росинформагротех», 2010. 188 с.
9. Сравнительные испытания сельскохозяйственной техники: науч. издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. 416 с.
10. Федеральная служба государственной статистики // URL:<http://www.gks.ru/> (дата обращения 02.01.2020).
11. Федорова О. А., Поддубный О. И. Анализ парка зерноуборочных комбайнов Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 1 (49). С. 298-303.
12. Худякова Е. В., Ключкова К. В. Оптимизация технико-экономических параметров организации процесса уборки зерновых культур на основе имитационного моделирования //

Вестник Московского государственного агроинженерного университета имени В. П. Горячкина. 2015. № 5 (69). С. 60-64.

13. Mathematical model of feeding rate and processing loss for combine harvester / D. Chen, S. Wang, F. Kang, Q. Zhu, X. Li // Nongye Gongcheng Xuebao. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. 2011. 27(9), P. 18-21.

14. Modeling the technological process for harvesting of agricultural produce / S. D. Shepelev, M. V. Cheskidov, V. D. Shepelev, Z. V. Almetova, N. P. Shepeleva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Current Problems and Solutions. 2018. P. 12-53.

Conclusions. Thus, the regularities of grain losses of spring barley, winter and spring wheat from self-precipitation were established, depending on the day after exceeding the optimal harvest time in dry and moderately wet years in the conditions of farms in the Volgograd region.

References

1. Ezhevskij A. A. Tehnologicheskaya i tehniicheskaya obespechennost' sel'skohozyajstvennogo proizvodstva Rossii na 2013-2020 gody // Sel'skohozyajstvennyye mashiny i tehnologii. 2014. №1. P. 3-6.

2. Lachuga Yu. F. Nauchno-tehnicheskaya modernizaciya dlya kachestvennogo proizvodstva sel'skohozyajstvennoj produkcii // AgroSnabForum. 2017. № 8 (156). P. 43-45.

3. Lachuga Yu. F. Strategicheskie podhody k razrabotke novyh tehnologij i tehniki dlya resursoberezheniya i povysheniya proizvoditel'nosti truda v sel'skom hozyajstve // Nauch. tr. HHIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. VIM. M., 2005. Vol. 1. P.27 - 32.

4. Lomakin S. G., Berdyshev V. E. Usloviya uborki zerna v Rossijskoj Federacii i obespechennost' sel'skohozyajstvennyh predpriyatij zemouborochnymi kombajnami // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo agroinzhenernogo universiteta im. V. P. Goryachkina. 2016. №4 (74). P. 11-15.

5. Maslov G. G., Palapin A. V., Rinas N. A. Optimizaciya prodolzhitel'nosti uborki zernovyh kul'tur i osnovnyh parametrov mnogofunkcional'nogo agregata // Vestnik GGTU im. P. O. Suhogo № 2. 2014. P.3 - 8.

6. Metodika rascheta sutochnogo sbora zerna v zavisimosti ot tempov uborki / V. S. P'yanov, V. H. Maliev, L. I. Vysochkina, M. V. Danilov // Vestnik Stavropol'ya. 2018. №2 (30). S. 38 - 43.

7. Problemy uborki zerna v Rossii / A. E. Shamin, V. P. Zaikin, A. N. Igoshin, A. Yu. Lisina // Vestnik NGIJeI. 2018. № 6 (85). p. 130-138.

8. Sistema kriteriev kachestva, nadezhnosti, jekonomicheskoy jeffektivnosti sel'skohozyajstvennoj tehniki. M.: MSX RF, FGBNU "Rosinformagroteh", 2010. 188 p.

9. Sravnitel'nye ispytaniya sel'skohozyajstvennoj tehniki: nauch. izdanie. M.: FGBNU "Rosinformagroteh", 2013. 416 p.

10. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki // URL:<http://www.gks.ru/> (data obrascheniya 02.01.2020).

11. Fedorova O. A., Poddubnyj O. I. Analiz parka zernouborochnyh kombajnov Volgogradskoj oblasti // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2018. № 1 (49). P. 298-303.

12. Hudyakova E. V., Klochkova K. V. Optimizaciya tehniko-jekonomicheskikh parametrov organizacii processa uborki zernovyh kul'tur na osnove imitacionnogo modelirovaniya // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo agroinzhenernogo universiteta imeni V. P. Goryachkina. 2015. № 5 (69). P. 60-64.

13. Mathematical model of feeding rate and processing loss for combine harvester / D. Chen, S. Wang, F. Kang, Q. Zhu, X. Li // Nongye Gongcheng Xuebao. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. 2011. 27(9), P. 18-21.

14. Modeling the technological process for harvesting of agricultural produce / S. D. Shepelev, M. V. Cheskidov, V. D. Shepelev, Z. V. Almetova, N. P. Shepeleva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Current Problems and Solutions. 2018. P. 12-53.

Authors Information

Ryadnov Alexey Ivanovich, Professor of the Department "Operation and technical service of machines in agriculture", Volgograd state agrarian University (400002, southern Federal district, Volgograd region, Volgograd, 26 Universitetskij Ave.), honored worker of the higher school of the Russian Federation, doc-

tor of agricultural Sciences, Professor,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2364-4944>. E-mail: alex.rjadnov@mail.ru;

Fedorova Olga Alekseevna, Professor of the Department "Technical systems in agriculture", Volgograd state agrarian University (400002, southern Federal district, Volgograd region, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26.), doctor of technical Sciences, associate Professor,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2615-1101>. E-mail: foa_77@mail.ru;

Poddubny Oleg Igorevich, researcher, teacher-researcher of the Volgograd state agrarian University (400002, southern Federal district, Volgograd region, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26.), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-6888-5329>. E-mail: olegan.93@mail.ru

Информация об авторах

Ряднов Алексей Иванович, профессор кафедры «Эксплуатация и технический сервис машин в АПК» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, Южный федеральный округ, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26.), заслуженный работник высшей школы РФ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2364-4944>. E-mail: alex.rjadnov@mail.ru;

Федорова Ольга Алексеевна, профессор кафедры «Технические системы в АПК» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, Южный федеральный округ, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26.), доктор технических наук, доцент,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2615-1101>. E-mail: foa_77@mail.ru;

Поддубный Олег Игорьевич – исследователь, преподаватель-исследователь ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, Южный федеральный округ, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26.),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-6888-5329>. E-mail: olegan.93@mail.ru