

## ПАРАМЕТРЫ И РЕЖИМЫ РАБОТЫ ПУНКТОВ СТАЦИОНАРНОГО ОБМОЛОТА ПРИ МНОГОФАЗНОЙ УБОРКЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

**О. П. Андреев, В. Л. Пильщикова**

*ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный  
университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»  
(г. Москва, Российская Федерация)*

***Аннотация.** Предложена рациональная технологическая схема обмолота зерновых на стационаре с учетом потока требований. Выбран оптимальный режим взаимосвязанной работы уборочно-транспортных агрегатов и пункта стационарного обмолота. Учитываются предъявляемые агротехнические требования и распределение скошенной массы. Применена двухфазная система массового обслуживания с множеством стохастических факторов.*

***Ключевые слова:** хлебная масса; обмолот зерна; площадь; порция хлебной массы; поток требований; граф состояния.*

## PARAMETERS AND OPERATING MODES OF STATIONARY THRESHING STATIONS FOR MULTIPHASE HARVESTING OF GRAIN CROPS

**O. P. Andreev, V. L. Pil'shchikov**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

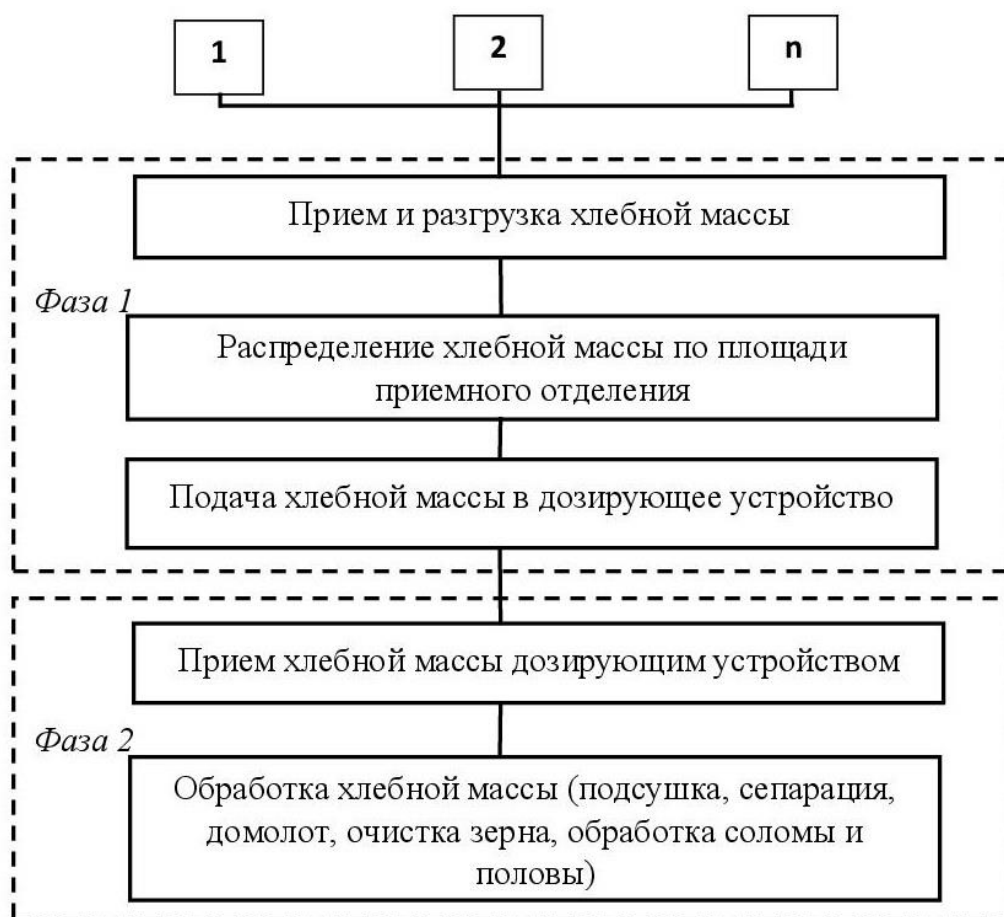
***Abstract.** A rational technological scheme of grain threshing at a hospital is proposed, taking into account the flow of requirements. The optimal mode of interconnected operation of harvesting and transport units and the stationary threshing point is selected. The agrotechnical requirements and the distribution of the mown mass are taken into account. A two-phase queuing system with multiple stochastic factors is applied.*

***Keywords:** bread mass; grain threshing; area; portion of bread mass; flow of requirements; state graph.*

Из технологической схемы [1] следует, что при стационарном обмолоте в различных сочетаниях проводятся следующие основные операции: разгрузка и размещение всей хлебной массы;

естественная или искусственная сушка; подача хлебной массы в дозирующее устройство; обмолот хлебной массы на стационарной линии. Все машины стационарной линии можно рассматривать как единый агрегат.

Описанные операции можно сгруппировать в две фазы (рис. 1). Первая фаза включает следующие операции: прием и разгрузка хлебной массы; распределение хлебной массы по площади приемного отделения; подача хлебной массы в дозирующее устройство.



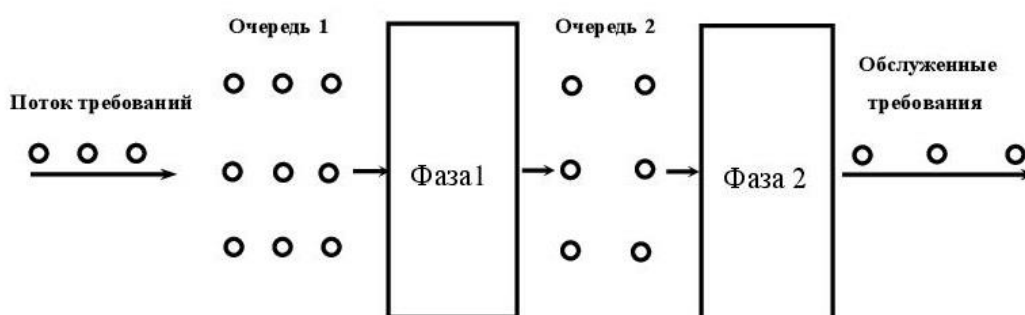
**Рисунок 1 – Рациональная технологическая схема стационарного обмолота зерновых**

Вторую фазу составляют все операции от момента поступления хлебной массы в дозирующее устройство до выхода конечных продуктов обработки: зерна, половы и соломы, включая их размещение. Во второй фазе операции выполняются непрерывно, поэтому их можно рассматривать как единый технологический процесс.

Доставка хлебной массы на стационар обычно осуществляется от нескольких уборочных агрегатов. Прибытие транспортных средств на стационарный пункт имеет случайный характер вследствие влияния множества стохастических факторов. Задача при этом заключается в установлении оптимального режима взаимосвязанной работы уборочных агрегатов и стационарного пункта с учетом предъявляемых агротехнических требований.

Поскольку действующие внешние факторы имеют стохастический характер изменений, то и методы решения должны быть вероятностными. Наиболее эффективными в данном случае являются методы теории массового обслуживания.

Работу стационарного пункта, как показано выше, можно рассматривать как двухфазную систему массового обслуживания, принципиальная схема и граф возможных состояний которой показаны соответственно на рис. 2 и 3.

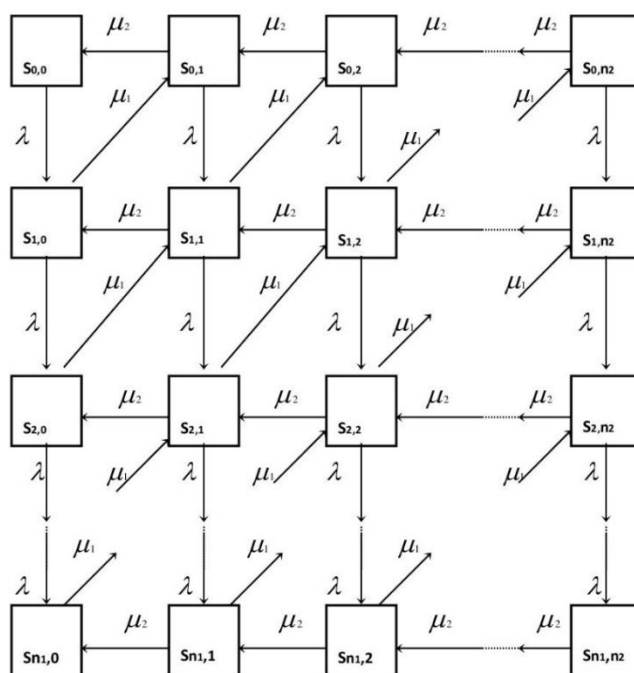


**Рисунок 2 – Предлагаемая схема работы пункта обмолота в виде двухфазной СМО с ожиданием**

На стационарный пункт прибывают транспортные средства, загруженные скошенной массой. Промежутки времени между прибытием различных транспортных средств являются всегда вероятностными [2].

Количество самих транспортных агрегатов обычно может быть неограниченным. Эти транспортные агрегаты образуют поток требований в виде различных порций требующей обработки массы, который приближенно можно принять как простейший.

Для удобства расчетов, в качестве единичного требования рационально рассматривать порцию хлебной массы в количестве 1 тонны.



**Рисунок 3 – Граф возможных состояний двухфазной СМО с ожиданием**

Среднюю плотность потока требований, прибывающих на стационарный пункт обмолота, определим из равенства:

$$\lambda = \frac{\Omega_{\text{п}} \cdot \rho_{\text{п}} \cdot \gamma_{\text{п}}}{\bar{t}_{\text{Г}}} = \frac{Q_{\text{п}} \cdot K_{\text{Г}}}{\bar{t}_{\text{Г}}}, \quad (1)$$

где  $\Omega_{\text{п}}$  – вместимость кузова ТА, м<sup>3</sup>;

$\rho_{\text{п}}$  – плотность хлебной массы, т/м<sup>3</sup>;

$\gamma_{\text{п}}$  – коэффициент заполнения кузова;

$Q_{\text{п}}$  – грузоподъемность ТА, т;

$K_{\text{Г}}$  – коэффициент использования грузоподъемности;

$\bar{t}_{\text{Г}}$  – средний промежуток времени между прибытием на пункт различных транспортных агрегатов, ч.

При установившемся процессе работы значение  $\lambda$  можно определить также и из равенства

$$\lambda \approx W_{\text{ут}} \cdot n_{\text{у}}, \quad (2)$$

где  $W_{\text{ут}}$  – эксплуатационная производительность уборочного агрегата, т/ч;

$n_{\text{у}}$  – количество уборочных агрегатов, от которых поступает хлебная масса.

Численное значение  $W_{\text{ут}}$  рассчитывается на основании ранее полученных зависимостей или выбирается по нормативным данным.

В первой фазе интенсивность выполнения всех операций зависит от производительности агрегата, подающего скошенную массу в приемно-дозировующее устройство. Соответственно можно написать:

$$\mu_1 = \frac{1}{t_1} = W_1, \quad (3)$$

где  $\mu_1$  – интенсивность обслуживания в первой фазе, т/ч;

$t_1$  – средняя продолжительность обслуживания одного требования (обработки одной тонны хлебной массы), ч;

$W_1$  – производительность агрегата, подающего хлебную массу в дозирующее устройство, т/ч.

Интенсивность обслуживания во второй фазе определяется из равенства:

$$\mu_2 = \frac{1}{t_2} = W_2, \quad (4)$$

где  $\mu_2$  – интенсивность обслуживания во второй фазе, т/ч;

$t_2$  – средняя продолжительность обслуживания одного требования (обработки одной тонны хлебной массы), ч;

$W_2$  – средняя производительность всей технологической линии обработки хлебной массы, т/ч.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зангиев А. А., Дидманидзе О. Н., Андреев О. П. Выбор ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур. М. : ООО «УМЦ «Триада», 1994. 124 с.
2. Андреев О. П., Асадов Д. Г., Дидманидзе О. Н. Научные основы моделирования производственных процессов в АПК. М. : ООО УМЦ «Триада», 2017. 180 с.
3. Андреев О. П. Транспортное обеспечение уборки зернобобовых культур // В сб.: Доклады ТСХА 2019. С. 19-23.
4. Новиков И. В., Андреев О. П. Варианты совершенствования уборочно-транспортных процессов при производстве сельскохозяйственной продукции // В сб.: Актуальные проблемы в современной науке: теория и практика. II-я Международная научно-практическая конференция. 2018. С. 252-263.
5. Коротких Ю.С. Современное функционирование деятельности машинно-технологических станций. М. : УМЦ ТРИАДА, 2017. 147 с.

6. Парлюк Е. П. Управление инновационными рисками в отраслях продовольственного комплекса // Управление рисками в АПК. 2016. № 7. С. 29-40.
7. Парлюк Е. П. Управление разработкой и созданием инженерно-технических систем сельскохозяйственного назначения. М. : Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2019.
8. Дидманидзе О. Н. Повышение эффективности производственных процессов по надежному снабжению населения продуктами виноградарства в условиях Азербайджана. М. : ООО «Триада», 2003. 115 с.
9. Скороходов А. Н., Дидманидзе О. Н. Вероятностная оценка взаимодействия звеньев технологического комплекса // Международный технико-экономический журнал. 2012. № 1. С. 54.
10. Кушнарев Л. И., Дидманидзе О. Н. Состояние и направления инновационного развития инженерно-технической службы АПК // Международный технико-экономический журнал. 2014. № 1. С. 31-40.
11. Пуляев Н. Н., Сулейманов Н. Х. Обеспечение эффективности процессов по уборке фруктов. М. : ООО «УМЦ «Триада», 2014. 120 с.

## REFERENCES

1. Zangiev A. A., Didmanidze O. N., Andreev O. P. Selection of resource-saving technologies for crop cultivation. Moscow, ООО «УМЦ «Триада», 1994, 124 p.
2. Andreev O. P., Asadov D. G., Didmanidze O. N. Scientific bases of modeling of production processes in the agro-industrial complex. Moscow, Triada, 2017, 180 p.
3. Andreev O. P. Transport support for harvesting leguminous crops. *Doklady TSHA 2019*, pp. 19-23.
4. Novikov I. V., Andreev O. P. Options for improving the harvesting and transport processes in the production of agricultural products. *Aktual'nye problemy v sovremennoj nauke: teoriya i praktika*, 2018, pp. 252-263.
5. Korotkikh Yu.S. Modern functioning of the activity of machine-technological stations. Moscow, UMTs TRIADA, 2017, 147 p.
6. Parliuk E. P. Innovation risk management in food industry sectors. *Upravlenie riskami v APK*, 2016, no. 7, pp. 29-40.
7. Parliuk E. P. Management of development and creation of engineering and technical systems for agricultural purposes. Moscow, Mekhanizatsiia i elektrifikatsiia sel'skogo khoziaistva, 2019.
8. Didmanidze O. N. Improving the efficiency of production processes for reliable supply of viticulture products to the population in Azerbaijan. Moscow, ООО «Триада», 2003, 115 p.

9. Skorokhodov A. N., Didmanidze O. N. Probabilistic assessment of interaction among technological complex links. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2012, no. 1, pp. 54.

10. Kushnarev L. I., Didmanidze O. N. Status and trends of innovation development of engineering services in agro-industry. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2014, no. 1, pp. 31-40.

11. Pulyaev N. N., Suleimanov N. Kh. Ensuring the efficiency of fruit harvesting processes. Moscow, ООО «UMTs «Triada», 2014, 120 p.

***Об авторах:***

**Андреев Олег Петрович**, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, доцент, aopbutovo@mail.ru.

**Пильщиков Владимир Львович**, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, доцент, pilvl@yandex.ru.

***About the authors:***

**Oleg P. Andreev**, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, aopbutovo@mail.ru.

**Vladimir L. Pil'shchikov**, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, pilvl@yandex.ru.