

**МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА В ОТДЕЛЕНИИ ПРИЕМА
И ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ ЗЕРНОВОГО ВОРОХА**

**Кузнецов Н.Н., Пушкаренко Н.Н., Медведев В.И., Зайцев П.В.,
Васильев А.О., Андреев Р.В.**

Реферат. В настоящее время во многих субъектах Российской Федерации послеуборочная обработка зерна производится непосредственно в самих хозяйствах. Производимое зерно используется, главным образом, на фуражные и семенные цели. Это предопределено сложными погодными условиями, и свежесобранное зерно поступает на послеуборочную обработку неравномерно, имеет высокую влажность и засоренность, значительную неоднородность семян по спелости. Машины и оборудование зерноочистительно-сушильных пунктов и комплексов при этом не в полной мере обеспечивают соответствие свойств зернового вороха, что приводит к снижению их пропускной способности, нарушению поточности обработки, накоплению больших масс необработанного зернового вороха, удлинению сроков уборки, к увеличению потерь и снижению качества семян. Прием и временное хранение зернового вороха в аэрируемых приемных бункерах с принудительным вентилированием вороха вызывает улучшение технологических свойств семян, снижение влажности и засоренности зерна. Применение аэрируемых бункеров для приема и временного хранения зернового вороха, повышают энергозатраты на зерноочистку и подогрев вороха. Снижение удельных энергозатрат на операцию «Прием зернового вороха» возможно оптимизацией как конструктивных параметров, так и режимов работы аэрируемых бункеров. Исследования авторов показали, что предварительная подсушка зернового вороха позволяет повысить производительность ворохоочистителей, улучшить сыпучесть зернового вороха, условия работы самотечных устройств и качество предварительной очистки зерна. Включение в технологию послеуборочной обработки зерна теплогенератора и использование подогретого воздуха в операциях приема и предварительной очистки зерна ведет к уменьшению влажности и засоренности зерна, увеличению подачи зернового вороха, а также к интенсификации выполнения последующих технологических операций. В работе представлена модель функционирования технологического процесса послеуборочной обработки зерна в отделении приема и предварительной очистки зернового вороха.

Ключевые слова: зерно, зерновой ворох, очистка вороха, модель функционирования, технология.

Введение. Зерно является одним из основных сельскохозяйственных продуктов, и увеличение его производства было и остается ключевой проблемой развития всего сельского хозяйства [1, 2].

Определяющая роль на заключительной стадии производства зерна принадлежит своевременной и качественной послеуборочной обработке [13] его в сельскохозяйственных предприятиях, основные задачи которой обеспечить высокие темпы уборочных работ, исключить потери, сохранить продовольственные, кормовые и семенные качества зерна [3, 14].

В агроклиматических условиях зон рискованного земледелия России, так и, в частности, в Вологодской области, Чувашской Республике уборка урожая зерновых культур проходит зачастую в сложных погодных условиях, в результате чего свежесобранное зерно поступает на послеуборочную обработку неравномерно, имеет высокую влажность и засоренность, значительную неоднородность семян по спелости. Машины и оборудование зерноочистительно-сушильных пунктов (ЗОСП) и комплексов в агроклиматических условиях убо-

рочных периодов Вологодской области и практически на всей территории Нечерноземья не в полной мере соответствуют свойствам зернового вороха как объекта послеуборочной обработки. Это приводит к снижению пропускной способности пунктов и комплексов, нарушению поточности обработки, накоплению больших масс необработанного зернового вороха, удлинению сроков уборки, а в конечном итоге – к увеличению потерь и снижению качества семян [4].

При приеме и временном хранении зернового вороха в обычных приемных бункерах и на разгрузочных площадках происходит рост выходных параметров: влажности W_1 и температуры Θ_1 зерна. При этом выходные параметры: подача зернового вороха G_1 и засоренность зерна β_1 – остаются неизменными и равными соответственно $G_{3в}^H$ и $\beta_{3в}^H$.

В то же время прием и временное хранение зернового вороха в аэрируемых приемных бункерах с принудительным вентилированием вороха вызывает улучшение технологических свойств семян [15]. Влажность и засоренность зерна (W_1 и β_1) снижаются. За счет удаления пыли и легковетесных примесей не-

сколько уменьшается количество зерна, подаваемого на последующую обработку G_1 , а температура его поддерживается на уровне температуры окружающего воздуха. Наибольший положительный эффект от приема и временного хранения зернового вороха в аэрируемых бункерах может быть достигнут при продувании вороха подогретым воздухом [8, 9].

Материалы и методы исследований.

Известно, что подогрев воздуха на 1°C снижает его относительную влажность на 5%. Даже в дождливую погоду при относительной влажности воздуха близкой к 100% подогрев на 7°C позволяет снизить его относительную влажность до 65% [5].

Относительной влажности воздуха 65% соответствует равновесная влажность зерна 14%, т.е. в процессе вентилирования зернового вороха подогретым воздухом происходит медленная сушка или подсушка зерна и составляющих вороха в мягком режиме.

Однако, при использовании аэрируемых бункеров для приема и временного хранения зернового вороха, возникает необходимость приобретения вентиляторов, появляются энергозатраты на их работу и подогрев вороха. Поэтому для достижения минимальных удельных энергозатрат ($N_{y\partial 1} \rightarrow \min$) на операцию «Прием зернового вороха» необходимо оптимизировать как конструктивные параметры, так и режимы работы аэрируемых бункеров.

Многолетняя практика эксплуатации аэрируемых бункеров в сельхозпредприятиях Вологодской области, Чувашской Республики показали, что оптимальная вместимость одного приемного бункера с аэрожелобом составляет около 30 м^3 , или 20 т, длина – 10...12 м, ширина верхнего основания – 3 м и высота – 2 м. Стенки приемного бункера должны иметь угол наклона к аэрожелобу не менее 45° . Расстояние от выходного отверстия вентилятора до входа в аэрожелоб должно быть не менее 1...1,5 м с плавным входом в аэроканал. Высота загрузки зернового вороха до 2,5 м. При указанных выше конструктивных параметрах предпочтительно устанавливать центробежный вентилятор № 8-10 с рабочим давлением не менее 1 кПа (100 кг/м^2), частотой вращения крылача 980...1500 мин^{-1} и мощностью электродвигателя 7,1...11 кВт [6].

Загрузку аэрируемых бункеров следует начинать со стороны вентиляторов, что позволяет включать вентиляторы сразу же после разгрузки первого автомобиля, доставившего зерновой ворох от комбайнов.

Исследования процесса вентилирования зернового вороха в приемных бункерах с аэрожелобами показали, что степень подсушки

зерна влажностью 24...26% достигает 0,4% в час при относительной влажности воздуха 50...60% и подаче не менее 400 м^3 на тонну вороха [3].

Известно, что увеличение влажности зерна на 1%, по сравнению с указанной в технической характеристике машины, снижает ее производительность на 3%. Увеличение засоренности на 1% снижает производительность машины, приблизительно, на 2%.

Отсюда коэффициент (K_n), учитывающий снижение производительности машины по сравнению с паспортной в зависимости от влажности W_1 и засоренности β_1 зерна, поступающего на предварительную очистку, может быть определен по формуле:

$$K_n = 1 - 0,03(W_1 - 20) - 0,02(\beta_1 - 10). \quad (1)$$

Например, на предварительной очистке зерна пшеницы влажностью 25% и засоренностью 15% на ворохоочистителе ОВС-25А с паспортной производительностью 25 т/ч коэффициент составит K_n :

$$K_n = 1 - 0,003(25 - 20) - 0,02(15 - 10) = 0,75,$$

а действительная производительность машины:

$$Q_0 = Q_n \times K_n = 25 \times 0,75 = 18,75 \text{ т/ч.}$$

Снижение производительности машины приводит к росту удельных энергозатрат на предварительную очистку зерна. Из предыдущего примера: удельные энергозатраты на предварительную очистку зерна пшеницы при паспортной производительности (по установленной мощности электродвигателей) составят:

$$N_{y\partial} = N_{эл.} / Q_n = 7,3 / 25 = 0,29 \text{ кВт/ч,}$$

при действительной производительности:

$$N_{y\partial} = N_{эл.} / Q_0 = 7,3 / 18,75 = 0,39 \text{ кВт/ч.}$$

Отсюда следует, что подсушка зернового вороха в приемных аэрируемых бункерах позволит за счет снижения входных параметров W_1 и β_1 повысить действительную производительность машин предварительной очистки зерна и тем самым уменьшить удельные энергозатраты на эту технологическую операцию.

Анализ и обсуждение результатов. Исследования авторов данной работы показали, что предварительная подсушка зернового вороха позволяет не только повысить производительность ворохоочистителей, но и значительно улучшить качество предварительной очистки зерна (уменьшить параметр β_2). Кроме того, повышается сыпучесть зернового вороха, улучшаются условия работы самотечных устройств, и возрастает производительность транспортирующих ворох машин [7].

При этом важно обеспечить оптимальную подачу зернового вороха в машину. Параметр Q_1 примерно должен быть равен или чуть меньше действительной производительности

машины Q_d .

Необходимо учесть, что обеспечение действительной производительности машин предварительной очистки без снижения качества очистки зерна возможно лишь при правильном выборе размеров отверстий решет, тщательной регулировке скорости воздушного потока в аспирационных каналах и механизмов очистки решет.

С точки зрения энергосбережения целесообразна разработка рабочих органов и машин предварительной очистки в целом, имеющих при полном обеспечении агротехнических требований к качеству предварительной очистки зерна минимальные: энергопотребление и стоимость, т.е. $N_{эл} \rightarrow N_{эл\min}$ и $C_M \rightarrow C_{M\min}$.

Например, замена плоских вибрационных решет на цилиндрические позволяет снизить мощность электропривода в два и более раза и уменьшить металлоемкость машины.

Перспективным является разработка и создание рабочих органов машин для предварительной обработки зернового вороха, позволяющих совместить операции подсушки и предварительной очистки зерна. Положительный опыт в разработке комбинированных рабочих органов для одновременной подсушки и предварительной очистки зерна имеется на кафедре сельскохозяйственных машин и ЭМТП Вологодской государственной молочнохозяйственной академии [10-12].

Модель функционирования технологического процесса послеуборочной обработки зерна в отделении приема и предварительной обработки зернового вороха с подсушкой его в приемных аэрируемых бункерах и с совмещением операции подсушки и предварительной очистки зерна представлена на рисунке.

В качестве источника тепла могут быть использованы как электрические воздухоподогреватели, так и топочные блоки, работаю-

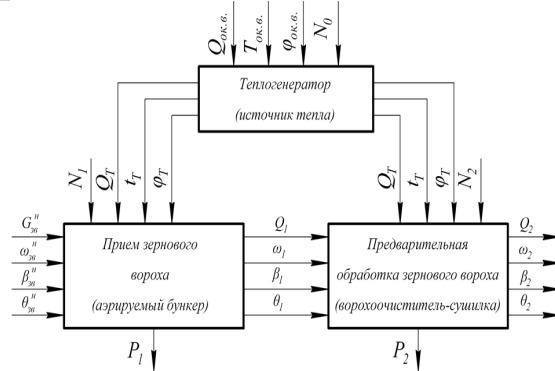


Рисунок – Модель функционирования технологического процесса послеуборочной обработки зерна в отделении приема и предварительной очистки зернового вороха

щие на жидком, газообразном или твердом топливе. При этом входными параметрами источника тепла являются: подача окружающего воздуха $Q_{ок.воз}$, его температура $T_{ок.воз}$ и относительная влажность $\phi_{ок.воз}$ и энергопотребление (расход) N_0 . Выходные параметры: подача теплоносителя $Q_T = Q_{ок.воз}$ ($m^3/ч$), его температура t_T ($^{\circ}C$) и относительная влажность ϕ_T (%).

Выводы. Положительное влияние подогретого воздуха на качественные показатели семян при вентилировании зернового вороха в приемных аэрируемых бункерах и предварительной подсушки зернового вороха на производительность ворохоочистителей и качество очистки зерна показано выше. Следовательно, включение в технологию послеуборочной обработки зерна теплогенератора и использование подогретого воздуха в операциях приема и предварительной очистки зерна приведет к улучшению выходных параметров $Q_1, W_1, \beta_1, \theta_1, Q_2, W_2, \beta_2, \theta_2$ и позволит интенсифицировать выполнение последующих технологических операций.

Литература

1. Ложкин А.Г. Яровая твердая пшеница в условиях лесостепной зоны Чувашской Республики/ А.Г. Ложкин, П.Н. Мальчиков, М.Г. Мясникова// Зерновое хозяйство России. - 2018.- № 4 (58). - С. 59-62.
2. Ложкин А.Г. Яровая твердая пшеница в Чувашской Республике / А.Г. Ложкин, В.Л. Димитриев, И.П. Елисеев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – Чебоксары, 2017. - № 3 (3). – С. 22-26.
3. Федоренко В.Ф., Ревякин Е.Л. Зерноочистка – состояние и перспективы / В.Ф. Федоренко, Е.Л. Ревякин. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. – 204 с.
4. Перекопский А.Н. Параметры процесса сушки высоковлажного зерна на карусельной сушилке / А.Н. Перекопский // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: сборник трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию со дня образования РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2017. – С. 148-152.
5. Грушин Ю.Н. Механизация послеуборочной обработки зерна и семян / Ю.Н. Грушин, Н.К. Васильев, А.В. Смирнов, К.М. Советов – Вологда, 1995. – 103 с.
6. Грушин Ю.Н. Совершенствование технологии и технических средств послеуборочной обработки зерна и семян в условиях Севера Нечерноземной зоны Российской Федерации / Ю.Н. Грушин, А.В. Смирной, Н.К. Васильев, В.А. Бовыкин, Г.А. Углицкий, В.П. Попова // Отчет о научно-исследовательской работе: – Вологда – Молочное, 1995.– 60 с.
7. Грушин Ю.Н. Технология механизированной послеуборочной обработки семенного зерна высокой влажности с предварительной подсушкой вороха / Ю.Н. Грушин // Дисс. ... канд. техн. наук.– Вологда –

Молочное, 1982.– 225 с.

8. Попов В.Д. Основы управления технологиями низкотемпературной сушки растительной стебельчатой массы: монография / В.Д. Попов, М.Ш. Ахмедов, А.И.Сухопаров, Н.Н. Кузнецов, А.В. Зыков. - Санкт-Петербург: ИАЭП, 2017. – 142 с.

9. Кузнецов Н.Н. Математическое моделирование полевого проявлявания травы / Н.Н. Кузнецов // Наука и инновационные процессы в АПК: сборник трудов ВГМХА по результатам работы научно-практической конференции, посвященной 100-летию академии. – Вологда – Молочное: ВГМХА, 2011. – С. 132-135.

10. Кузнецов Н.Н. Информационная модель организации заготовки рулонного сена / Н.Н. Кузнецов, А.В. Терентьев // Научное обеспечение - сельскохозяйственному производству: сборник трудов ВГМХА по результатам работы международной научно-практической конференции, посвященной 99-летию академии. – Вологда – Молочное: ВГМХА, 2010. – С. 99-103.

11. Шушков Р.А. Имитационное моделирование досушивания рулонов льнотресты / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, В.Н. Вершинин // Техника в сельском хозяйстве. – 2014. – № 4. – С. 29-30.

12. Вершинин В.Н. Математическое моделирование в расчетах на ЭВМ: учебно-методическое пособие / В.Н. Вершинин – Вологда; Молочное: Вологодская ГМХА, 2016. – 142 с.

13. Deepak Kumar, Prasanta Kalita. Reducing Postharvest Losses during Storage of Grain Crops to Strengthen Food Security in Developing Countries // Foods 2017, 6(1), 8; doi:10.3390/foods6010008.

14. Post Harvest Losses of Agricultural Products: Management and Future Challenges in India // Recent Trends in Postharvest technology and Management, Edition: First, Chapter: Chapter 12, Publisher: Manglam Publishers, New Delhi, India., Editors: Aloka Kumari, Pranay Punj Pankaj, P. Baskaran, pp.141-153.

15. Prístavková M., Žitňák M., Lendelová J. (2016): Hazard analysis in operating of the post-harvest lines. Res. Agr. Eng., 62 (Special Issue): S53–S60.

Сведения об авторах:

Кузнецов Николай Николаевич – кандидат технических наук, доцент, e-mail:027781@mail.ru
ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия» имени Н. В. Верещагина, г. Вологда, Россия.

Пушкаренко Николай Николаевич – кандидат технических наук, e-mail: stl_mstu@mail.ru

Медведев Владимир Иванович – доктор технических наук, профессор,

Зайцев Петр Владимирович – доктор технических наук, профессор

Васильев Александр Олегович – кандидат технических наук

Андреев Роман Викторович – кандидат технических наук

ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары, Россия.

MODEL OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS FUNCTIONING OF POST-TREATMENT PROCESSING OF GRAIN IN THE RECEPTION AND PRELIMINARY CLEANING DEPARTMENT OF GRAIN PORES

Kuznetsov N.N., Pushkarenko N.N., Medvedev V.I., Zaytsev P.V., Vasilev A.O., Andreev R.V.

Abstract. At present, in many regions of the Russian Federation, post-harvest processing of grain is carried out directly on the farms themselves. Produced grain is mainly used for fodder and seed purposes. This is predetermined by difficult weather conditions, and freshly harvested grain is fed to the post-harvest treatment unevenly, it has high humidity and debris, a significant heterogeneity of seeds by ripeness. Machines and equipment of grain cleaning and drying stations and complexes do not fully comply with the properties of the grain pile, which leads to a decrease in their throughput, disruption of processing, the accumulation of large masses of raw grain heap, lengthening the time of harvest, increased losses and reduced quality seeds. Reception and temporary storage of a pile of grain in aerated receiving bunkers with forced ventilation of the pile causes an improvement in the technological properties of the seeds, a decrease in humidity and grain contamination. The use of aerated bunkers for receiving and temporary storage of a grain heap, increase the energy consumption for grain cleaning and heating of the heap. The reduction of specific energy consumption for the operation “Reception of a grain heap” is possible by optimizing both the design parameters and the operating modes of aerated bunkers. The research of the authors showed that the preliminary drying of the grain heap can improve the productivity of the heap cleaner, improve the flowability of the grain pile, the working conditions of the gravity flow devices and the quality of the preliminary cleaning of the grain. The inclusion of the heat generator in the technology of post-harvest processing of grain and the use of heated air in the operations of receiving and pre-cleaning the grain leads to a decrease in the moisture content and grain contamination, an increase in the supply of heap of grain, as well as to the intensification of subsequent technological operations. The paper presents a model of the functioning of the technological process of post-harvest grain processing in the receiving and pre-cleaning unit of the grain pile.

Key words: grain, grain heap, heap cleaning, functioning model, technology.

References

1. Lozhkin A.G. Spring durum wheat in the conditions of the forest-steppe zone of the Chuvash Republic. [Yarovaya tverdaya pshenitsa v usloviyakh lesostepnoy zony Chuvashskoy Respubliki]. / A.G. Lozhkin, P.N. Malchikov, M.G. Myasnikova // *Zernovoe khozyaystvo Rossii. - Grain economy of Russia.* - 2018.- № 4 (58). - P. 59-62.

2. Lozhkin A.G. Spring hard wheat in the Chuvash Republic. [Yarovaya tverdaya pshenitsa v Chuvashskoy Respublike]. / A.G. Lozhkin, V.L. Dimitriev, I.P. Eliseev // *Vestnik Chuvashskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii. – The Herald of Chuvash State Agricultural Academy.* – Cheboksary, 2017. - № 3 (3). – P. 22-26.

3. Fedorenko V.F., Revyakin E.L. *Zernoочистка – состояние и перспективы*. [Grain cleaning - state and prospects]. / V.F. Fedorenko, E.L. Revyakin. – M.: FGNU “Rosinformagrotekh”, 2006. – P. 204.
4. Perekopskiy A.N. *Parametry protsesssa sushki vysokovlazhnogo zerna na karuselnoy sushilke*. // *Nauchno-tehnicheskij progress v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve: sbornik trudov Mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii, posvyaschennoy 70-letiyu so dnya obrazovaniya RUP “NPTS NAN Belarusi po mekhanizatsii sel'skogo khozyaystva”*. (The parameters of the process of drying high-moisture grain on a rotary dryer. / A.N. Perekopskiy // Scientific and technical progress in agricultural production: a collection of works of the International Scientific and Technical Conference dedicated to the 70th anniversary of the founding of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Production Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Agricultural Mechanization”). – Minsk, 2017. P. 148-152.
5. Grushin Yu.N. *Mekhanizatsiya posleuborochnoy obrabotki zerna i semyan*. [Mechanization of post-harvest processing of grain and seeds]. / Yu.N. Grushin, N.K. Vasilev, A.V. Smirnov, K.M. Sovetov – Vologda 1995. – P. 103
6. Grushin Yu.N. *Sovershenstvovanie tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv posleuborochnoy obrabotki zerna i semyan v usloviyakh Severa Nechernozemnoy zony Rossiyskoy Federatsii*. [Improvement of technology and technical means of post-harvest processing of grain and seeds in the conditions of the North of the Nonchernozem zone of the Russian Federation]. // Report on the research work. / Yu.N. Grushin, A.V. Smirnov, N.K. Vasilev, V.A. Bovykin, G.A. Uglitskiy, V.P. Popova // – Vologda; Molochnoe, 1995. – P. 60.
7. Grushin Yu.N. *Tekhnologiya mekhanizirovannoy posleuborochnoy obrabotki semennogo zerna vysokoy vlazhnosti s predvaritelnoy podsushkoy vorokha*. // *Diss. ... kand. tekhn. nauk*. (The technology of mechanized post-harvest processing of high-moisture seed grain with preliminary drying of a pile). / Yu.N. Grushin // Dissertation for a degree of Ph.D. of Technical sciences). – Vologda – Molochnoe, 1982.– P. 225.
8. Popov V.D. *Osnovy upravleniya tekhnologiyami nizkotemperaturnoy sushki rastitelnoy stebelchatoy massy: monografiya*. [Fundamentals of management of low-temperature drying technology of vegetable stalked mass: monograph]. / V.D. Popov, M.Sh. Akhmedov, A.I.Sukhoparov, N.N. Kuznetsov, A.V. Zykov. - Sankt-Peterburg: IAEP, 2017. – P. 142.
9. Kuznetsov N.N. *Matematicheskoe modelirovanie polevogo provyvalivaniya travy*. // *Nauka i innovatsionnye protsessy v APK: sbornik trudov VGMKhA po rezul'tatam raboty nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyaschennoy 100-letiyu akademii*. (Mathematical modeling of grass field wilding / N.N. Kuznetsov // Science and innovation processes in the agro-industrial sector: a collection of works of VGMKhA based on the results of the scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Academy). – Vologda; Molochnoe: VGMKhA, 2011. P. 132-135.
10. Kuznetsov N.N. *Informatsionnaya model organizatsii zagotovki rulonnogo sena*. // *Nauchnoe obespechenie sel'skokhozyaystvennomu proizvodstvu: sbornik trudov VGMKhA po rezul'tatam raboty mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyaschennoy 99-letiyu akademii*. (Information model of the preparation of harvesting roll hay. / N.N. Kuznetsov, A.V. Terentev // Scientific support - to agricultural production: a collection of works of VGMKhA on the results of the work of the international scientific-practical conference dedicated to the 99th anniversary of the Academy). – Vologda; Molochnoe: VGMKhA, 2010. P. 99-103.
11. Shushkov R.A. *Simulation modeling of drying of flax rolls*. [Imitatsionnoe modelirovanie dosushivaniya rulonov lnostresty]. / R.A. Shushkov, N.N. Kuznetsov, V.N. Vershinin // *Tekhnika v sel'skom khozyaystve. - Technique in agriculture*. – 2014. – № 4. – P. 29-30.
12. Vershinin V.N. *Matematicheskoe modelirovanie v raschetakh na EVM: uchebno-metodicheskoe posobie*. [Mathematical modeling in computer calculations: teaching aid]. V.N. Vershinin – Vologda; Molochnoe: Vologodskaya GMKhA, 2016. – P. 142.
13. Deepak Kumar, Prasanta Kalita. *Reducing Postharvest Losses during Storage of Grain Crops to Strengthen Food Security in Developing Countries* // *Foods* 2017, 6(1), 8; doi:10.3390/foods6010008.
14. *Post Harvest Losses of Agricultural Products: Management and Future Challenges in India* // *Recent Trends in Postharvest technology and Management*, Edition: First, Chapter: Chapter 12, Publisher: Manglam Publishers, New Delhi, India., Editors: Aloka Kumari, Pranay Punj Pankaj, P. Baskaran, pp.141-153.
15. Pristavková M., Žitňák M., Lendelová J. (2016): Hazard analysis in operating of the post-harvest lines. *Res. Agr. Eng.*, 62 (Special Issue): S53–S60.

Authors:

Kuznetsov Nikolay Nikolaevich – Ph.D. of Technical Sciences, Associate Professor, Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereschagin. 2 Smidt Street, Vologda, Russia. 160555. E-mail: 027781@mail.ru
 Pushkarenko Nikolay Nikolaevich – Ph.D. of Technical Sciences, e-mail: stl_mstu@mail.ru
 Medvedev Vladimir Ivanovich - Doctor of Technical Sciences, Professor
 Zaytsev Petr Vladimirovich - Doctor of Technical Sciences, Professor
 Vasilev Aleksandr Olegovich – Ph.D. of Technical Sciences
 Andreev Roman Viktorovich – Ph.D. of Technical Sciences, Chuvash State Agricultural Academy, Cheboksary, Russia.