

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

УДК 631.559.2:58.084.1

Н.Н. Барышева, С.П. Пронин, В.И. Беляев, Д.Д. Барышев
N.N. Barysheva, S.P. Pronin, V.I. Belyayev, D.D. Baryshev

ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЕМЯН ПШЕНИЦЫ ПОСЛЕ ОЧИСТИТЕЛЬНОЙ ЛИНИИ

RAPID QUALITY APPRAISAL PROCEDURE OF WHEAT SEEDS AFTER A CLEANING LINE

Ключевые слова: экспериментальное исследование, электрофизические свойства, семена пшеницы, аэродинамические свойства, очистка семян.

Важную роль в формировании качественного семенного материала играет применение очистительных технологий. Зерно, поступающее на послеуборочную обработку, представляет собой смесь полноценных, щуплых и поврежденных семян основной культуры, а также сорных растений с примесью частиц растений, соломы, колосьев, половы, песка, комочков земли и других органических и минеральных примесей. Использование очистительных технологий позволяет повысить производительность и качество послеуборочной обработки и обеспечивает доведение валового сбора зерна до продовольственных заготовительных (ограничительных и базисных) и семенных кондиций. Оценка качества семян пшеницы после очистительной линии является важным и актуальным вопросом. Приведены результаты исследований электрофизических свойств семян пшеницы сортов Гранни и Тасос, разделенных на 4 фракции, для определения отличительных признаков для экспресс-оценки качества. Максимальную лабораторную всхожесть показали семена, разделенные при скорости сепарации 9 м/с. Экспериментальные исследования электрофизических свойств семян пшеницы сортов разного качества Гранни и Тасос показали, что зависимость времени изменения мембранного потенциала семян пшеницы от их качества может быть использована как отличительный признак для экспресс-оценки качества семян пшеницы после очистительной линии. В процессе исследования также установлено, что максимальные значения мембранного потенциала семян значительно отличаются по фракциям для каждого сорта, что подтверждает разное качество семян. У семян сорта Гранни максимальное значение мембранного потенциала выше, чем у семян

сорта Тасос, однако посевное качество у семян сорта Тасос выше, чем у Гранни.

Keywords: experimental research, electrophysical properties, wheat seeds, aerodynamic properties, seed cleaning.

An important role in the formation of high-quality seed material is played by the use of cleaning technologies. The grain coming to post-harvest handling is a mixture of full-value, feeble and damaged seeds of the main crop as well as weed seeds mixed with the particles of plants, straw, ears, chaff, sand, soil and other organic and mineral impurities. The use of cleaning technologies may improve the productivity and quality of post-harvest handling, and provide bringing the gross grain harvest to food procurement (restrictive and basic) and seed conditions. The evaluation of wheat seed quality after a cleaning line is an important and relevant issue. This paper discusses the research findings on the electrophysical properties of wheat seeds of the varieties Granny and Thassos divided into 4 fractions to determine the distinguishing features for rapid quality appraisal. The maximum laboratory germination was shown by the seeds separated at a separation speed of 9 m/s. Experimental studies of the electrophysical properties of wheat seeds of varieties of different quality Granny and Thassos showed that the dependence of the time of change in the membrane potential of wheat seeds on their quality may be used as a distinctive feature for rapid quality appraisal of wheat seeds after a cleaning line. The study also found that the maximum values of the membrane potential of seeds differed significantly in fractions for each variety which confirmed the different quality of the seeds. The seeds of the Granny variety had higher maximum membrane potential than the seeds of the Thassos variety, but the sowing quality of the seeds of the Thassos variety was higher than that of the Granny variety.

Барышева Надежда Николаевна, к.т.н., доцент каф. «Информационные системы в экономике», Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. E-mail: mnn-t@mail.ru.

Пронин Сергей Петрович, д.т.н., проф. каф. «Информационные технологии», Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. E-mail: sppronin@mail.ru.

Беляев Владимир Иванович, д.т.н., проф., зав. каф. сельскохозяйственной техники и технологий, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: prof-belyaev@yandex.ru.

Барышев Денис Дмитриевич, ст. преп. каф. «Информационные системы в экономике», Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. E-mail: denis.baryshev@bk.ru.

Barysheva Nadezhda Nikolayevna, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Information Systems in Economy, Altai State Technical University named after I.I. Polzunov. E-mail: mnn-t@mail.ru.

Pronin Sergey Petrovich, Dr. Tech. Sci., Prof., Chair of Information Systems in Economy, Altai State Technical University named after I.I. Polzunov. E-mail: sppronin@mail.ru.

Belyaev Vladimir Ivanovich, Dr. Tech. Sci., Prof., Head, Chair of Agricultural Machinery and Technologies, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 20-33-61. E-mail: prof-belyaev@yandex.ru.

Baryshev Denis Dmitriyevich, Asst. Prof., Chair of Information Systems in Economy, Altai State Technical University named after I.I. Polzunov. E-mail: denis.baryshev@bk.ru.

Введение

Высокие и стабильные урожаи зерна – это актуальная задача сельскохозяйственных организаций на сегодняшний день.

Качество семян пшеницы разного целевого назначения (семенной фонд, продовольственное или фуражное зерно) во многом определяется кондиционностью исходного семенного материала [1]. Исследования показали, что его качество зависит от условий выращивания, способов уборки, сушки и послеуборочной обработки [1-3].

Зерно, поступающее на послеуборочную обработку, представляет собой смесь полноценных, щуплых и поврежденных семян основной культуры, а также сорных растений с примесью частиц растений, соломы, колосьев, половы, песка, комочков земли и других органических и минеральных примесей.

Важную роль в формировании качественного семенного материала играет применение очистительных технологий. Они позволяют повысить производительность и качество послеуборочной обработки и обеспечивают доведение валового сбора зерна до продовольственных заготовительных (ограничительных и базисных) и семенных кондиций. Кондиционное зерно дольше хранится, не теряя при этом качества, и может быть реализовано по наиболее выгодным условиям. Очистка и разделение на фракции семян дают повышение урожайности [4].

Поэтому оценка качества семян пшеницы после очистительной линии является важным и актуальным вопросом.

Целью работы является разработка метода экспресс-оценки качества семян пшеницы после очистительной линии.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- 1) подготовить семена к исследованию – отобрать пробы, провести через очистительную линию, разделить на фракции;
- 2) провести измерение электрофизических свойств семян пшеницы;
- 3) определить отличительные признаки для оценки качества очищенных семян;
- 4) разработать метод экспресс-оценки качества семян после очистительной линии.

Объекты и методы

Для проведения экспериментального исследования выбрана партия семян 2019 г. сорта Гранни, предоставленные ООО «Вирт» Целинного района Алтайского края, и сорта Тасос (ООО «Россия» Новичихинского района Алтайского края). Урожайность семян Гранни в 2018 г. составила 22,3 ц/га, урожайность Тасос – 39,6 ц/га. Нормы высева семян – 4 млн шт. на 1 га.

Очистка семян пшеницы проводилась с помощью воздушно-решетных очистительных машин. Отбор проб для исследования – в соответствии с ГОСТ 12036-85 [10].

Разделение зерна на фракции возможно при использовании воздушно-решётных зерноочистительных машин, настроенных на режим фракционирования, по двум признакам – размеру зерна и аэродинамическим свойствам [5]. Для исследования выбрано разделение по аэродинамическим признакам с помощью лабораторного парусного классификатора К-93. Скорости воздушных потоков составляли от 8 до 11 м/с с шагом в 1 м/с.

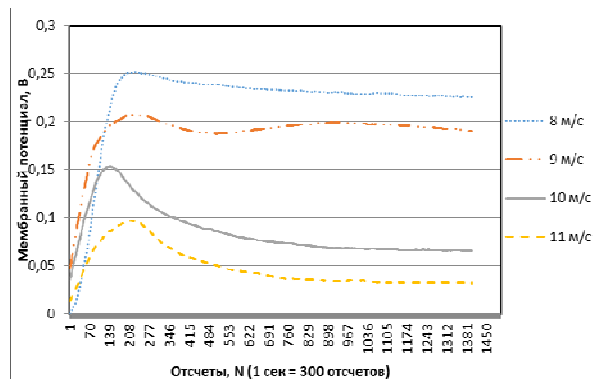
Для исследования электрофизических свойств семян пшеницы выбран метод, основанный на теории мембранного потенциала [6, 9]. Методика исследования мембранного потенциала семян пшеницы позволяет в кратчайшие сроки определить качество семенного материала и заключается в подготовке семян в течение 13 ч в термокамере при температуре 20°C и дальнейшем измерении мембранного потенциала с помощью платы сбора данных ЛА-50 USB. При этом осуществляется однополюсное подключение зерна к плате. Измеряемый сигнал подается на нулевой вход, а остальные 15 входов заземляются. Для записи сигнала на жесткий диск ПК используется программа Saver. С помощью программного интерфейса пользователя задается частота дискретизации $\nu = 300$ Гц и время одного измерения 5 с. Полученные файлы конвертируют в формат Microsoft Excel для дальнейшей обработки [7, 8].

Определение лабораторной всхожести семян пшеницы проводилось согласно ГОСТ 12038-84 [11], подсчитывалось среднее арифметическое значение количества проросших семян по фракциям из исследуемой партии [10].

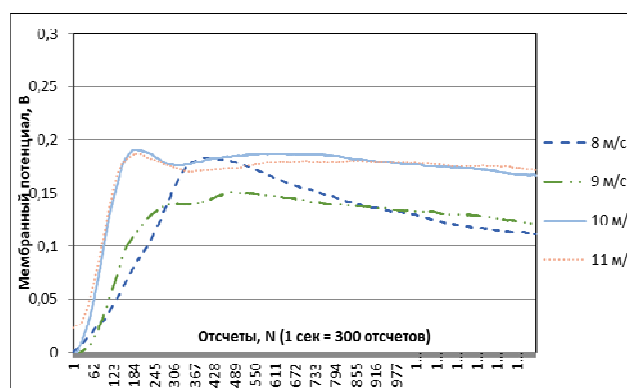
Результаты и их обсуждение

Оценка лабораторной всхожести семян пшеницы по ГОСТ 12038-84 [11] показала, что из всех исследуемых семян сорта Тасос дали всходы 70% семян. Из них самую высокую всхожесть показала фракция семян, отсортированная при скорости 9 м/с (взошли 100% семян из фракции). Для семян сорта Гранни лабораторная всхожесть составила 45%. Из них самую высокую всхожесть показала фракция семян, отсортированная при скорости 9 м/с (взошло 50% семян из фракции).

Оценка лабораторной всхожести в послеуборочный период дает заниженные результаты, поскольку семена не прошли дозревание, однако полученные данные не противоречат показателям урожайности за 2018 г.



а



б

Рис. 1. Результаты измерений мембранного потенциала у семян пшеницы: а – сорт Гранни; б – сорт Тасос

Результаты измерений мембранного потенциала у семян пшеницы сортов Гранни и Тасос представлены на рисунке 1. Для выявления закономерностей между аэродинамическими свойствами зерен, с одной стороны, и изменением мембранного потенциала, с другой стороны, необходимо на графике выделить определенные признаки.

В работе [8] аналогичные измерения были выполнены с зернами пшеницы сорта Алтайский янтарь. Для сравнения лабораторной всхожести зерен с мембранным потенциалом были использованы максимальное значение мембранного по-

тенциала и время нарастания мембранного потенциала от нуля до максимального значения.

Если брать признак максимального значения, то он хорошо себя проявляет для сорта Гранни. Максимальное значение мембранного потенциала из фракции 8 м/с составило 0,252 В, для семян, разделенных со скоростью 9 м/с, – 0,207 В, для семян со скоростью 10 м/с – 0,153 В, семян со скоростью 11 м/с – 0,097 В. Однако этот признак совершенно не показателен для сорта Тасос. Максимальное значение мембранного потенциала из фракции 8 м/с составило 0,183 В, для семян, разделенных со скоростью 9 м/с, – 0,151 В, семян со скоростью 10 м/с – 0,191 В, для семян со скоростью 11 м/с – 0,187 В.

Если брать признак времени нарастания мембранного потенциала для разных фракций, то оно для сорта Гранни практически остается неизменным, а для сорта Тасос наблюдается парное отличие. Время нарастания у пары 8 и 9 м/с на 0,72 с больше, чем у пары 10 и 11 м/с.

Обращает на себя внимание время нарастания мембранного потенциала в локальной области максимумов. Для обоих сортов фракций, имеющих скорости 9 м/с, наблюдается плавное нарастание мембранного потенциала по сравне-

нию с другими фракциями. Следовательно, оболочка зерна как мембрана длительное время сохраняет малую проводимость (проницаемость) для зарядов, а значит, более длительное время остаются неизменными ее биологические свойства. Эти фракции показали и самую высокую лабораторную всхожесть.

Для исследований было выбрано время нарастания по уровню, проходящему на 10% ниже максимального значения мембранного потенциала. Изменения мембранного потенциала (МП) и времени 10% нарастания для семян сортов Гранни и Тасос представлены на рисунке 2.

Результаты определения отличительных признаков семян пшеницы, разделенных по фракциям, представлены в таблице.

Из данных таблицы следует, что в каждом сорте фракция 9 м/с имеет наибольшее время 10% нарастания. При этом у сорта Тасос это время почти в 2 раза больше, чем у сорта Гранни. С другой стороны, урожайность Тасос составила 39,6 ц/га, а Гранни – 22,3 ц/га. Таким образом, можно сказать о предварительной корреляции между урожайностью и временем 10% нарастания.

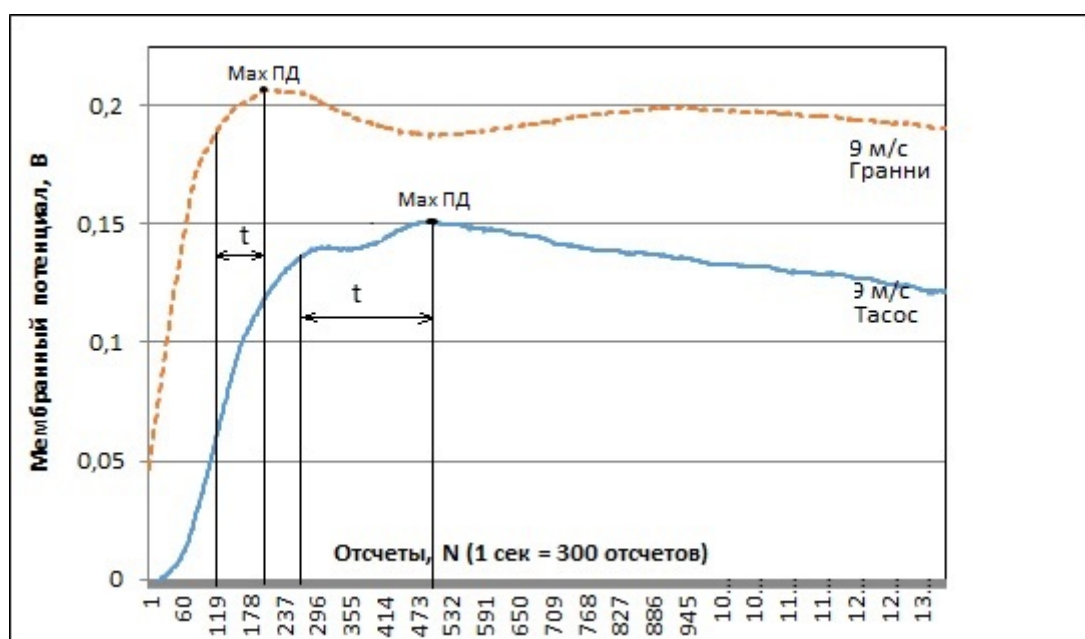


Рис. 2. Измерение временных интервалов t:
а – сорт Гранни; б – сорт Тасос

Отличительные признаки для оценки качества семян пшеницы после очистительной линии

Скорость разделения по фракциям, м/с	Гранни			Тасос		
	Макс МП, В	10% до Макс МП, В	время 10% нарастания, отсчеты	Макс МП, В	10% до Макс МП, В	время 10% нарастания, отсчеты
8 м/с	0,252	0,226	69	0,183	0,165	92
9 м/с	0,207	0,186	128	0,151	0,136	228
10 м/с	0,153	0,137	46	0,191	0,172	42
11 м/с	0,097	0,087	56	0,187	0,168	52

Если сравнить данные таблицы с графиками статьи [8], то можно отметить их непротиворечивость. Сделан вывод о том, что зерна пшеницы, обладающие высокой лабораторной всхожестью, имеют меньшее значение максимального мембранного потенциала. Этот вывод подтверждается для фракций 9 м/с. Сорт Тасос имеет большую лабораторную всхожесть и максимальное значение мембранного потенциала 0,151 В. Сорт Гранни имеет меньшую лабораторную всхожесть, но при этом имеет более высокое максимальное значение мембранного потенциала – 0,207 м/с.

Поскольку установлено, что максимальную всхожесть дают семена из фракции 9 м/с, полученные признаки могут быть использованы в качестве параметра для экспресс-оценки качества семян после очистительной линии.

Вывод

Экспериментальные исследования электрофизических свойств семян пшеницы сортов разного качества Гранни и Тасос показали, что максимальные значения мембранного потенциала семян значительно отличаются по фракциям для каждого сорта, что подтверждает разное качество семян. У семян сорта Гранни максимальное значение мембранного потенциала выше, чем у семян сорта Тасос, однако посевное качество у семян сорта Тасос выше, чем у Гранни.

Всего рассмотрено 4 фракции семян каждого сорта, максимальную лабораторную всхожесть показали семена, разделенные при скорости сепарации 9 м/с. В результате анализа полученных сигналов установлена зависимость времени изменения мембранного потенциала семян пшени-

цы от их качества и выделен отличительный признак – время 10%-ного нарастания до максимального значения мембранного потенциала.

Предложенный показатель может быть использован для экспресс-оценки качества семян пшеницы после очистительной линии. Планируется проведение практической проверки полученных результатов в сельскохозяйственном производстве.

Библиографический список

1. Тарасенко, А. П. Совершенствование механизации производства семян зерновых культур: рекомендации / А. П. Тарасенко, В. И. Орбинский, А. М. Георгиевский [и др.]. – Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 60 с. – Текст: непосредственный.
2. Архипов, М. В. Интроскопический экспресс-контроль целостности внутренних структур зерновок при формировании производственных партий зерна, наиболее пригодных для длительного хранения / М. В. Архипов, Н. С. Прияткин, Л. П. Гусакова [и др.]. – Текст: непосредственный // Селекция, семеноводство и генетика. – 2015. – № 2. – С. 53-54.
3. Архипов, М. В. Выявление скрытой дефектности семян зерновых культур методом микрофокусной рентгенографии / М. В. Архипов, Н. С. Прияткин, Л. П. Гусакова. – Текст: непосредственный // Таврический вестник аграрной науки. – 2018. – № 3 (15). – С. 8-13.
4. Галкин, В. Д. Разработка методики настройки вибропневмосепаратора усовершенствованной конструкции при очистке пшеницы от трудноотделимых примесей / В. Д. Галкин, А. А. Хавыев,

В. А. Хандриков [и др.]. – Текст: непосредственный // Пермский аграрный вестник. – 2018. – № 1 (21). – С. 14-22.

5. Самойлов, В. А. Новое оборудование для переработки зерновых культур в пищевые продукты / В. А. Самойлов, А. И. Ярум, В. Н. Невзоров [и др.]. – Красноярск, 2017. – 197 с. – Текст: непосредственный.

6. Барышев, Д. Д. Экспериментальное исследование электрофизических свойств семян пшеницы, разделенных на фракции по аэродинамическим свойствам / Д. Д. Барышев, Н. Н. Барышева, С. П. Пронин, В. И. Беляев. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 9 (179). – С. 136-140.

7. Барышева, Н. Н. Метод определения всхожести семян пшеницы на основе мембранных потенциалов / Н. Н. Барышева, С. П. Пронин. – Текст: электронный // Инженерные технологии и системы. – 2019. – Т. 29, № 3. – С. 443-455. – DOI: <https://doi.org/10.15507/2658-4123.029.201903.443-455>.

8. Матлаев, А. Г. Зависимость изменения потенциала действия зерна пшеницы от всхожести / А. Г. Матлаев, С. П. Пронин. – Текст: непосредственный // Ползуновский альманах. – 2009. – № 2. – С. 138-139.

9. Пятыгин, С. С. Распространяющиеся электрические сигналы в растениях / С. С. Пятыгин. – Текст: непосредственный // Цитология. – 2008. – Т. 50. – С. 154-159.

10. ГОСТ 12036-85. Семена сельскохозяйственных культур. Правила приемки и методы отбора проб: переизд. с изм. № 2 взамен ГОСТ 12036-66; введ. 01.07.86 до 01.07.96 // Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения качества. Ч. 2. – Москва: Стандартинформ, 2011. – Текст: непосредственный.

11. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: дата введения 1986-07-01. – Москва: Стандартинформ, 2011. – 11 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Tarasenko A.P., Orobinskiy V.I., Georgievskiy A.M., Merchalova M.E., Chernyshov A.V., Chernyshov S.V., Mironov A.S., Sorokin N.N., Gorbachev I.V., Shreyder Yu.M. Sovershenstvovanie mekhanizatsii proizvodstva semyan zernovykh kultur: rekomendatsii. – Moskva: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2014. – 60 s.

2. Arkhipov M.V., Priyatkin N.S., Gusakova L.P., Tyukalov Yu.A., Perekopskiy A.N. Introskopicheskiy ekspress-kontrol tselostnosti vnutrennikh struktur zernovok pri formirovanii proizvodstvennykh partiy zerna, naibolee prigodnykh dlya dlitel'nogo khraneniya // Seleksiya, semenovodstvo i genetika. – 2015. – No. 2. – S. 53-54.

3. Arkhipov M.V., Priyatkin N.S., Gusakova L.P. Vyyavlenie skrytoy defektnosti semyan zernovykh kultur metodom mikrofokusnoy rentgenografii // Tavricheskiy vestnik agrarnoy nauki. – 2018. – No. 3 (15). – S. 8-13.

4. Galkin V.D., Khavyev A.A., Khandrikov V.A., Grubov K.A., Galkin S.V., Fedoseev A.F. Razrabotka metodiki nastroyki vibropnevmosteparatora usovershenstvovannoy konstruksii pri ochistke pshenitsy ot trudnootdelimyykh primesey // Permskiy agrarnyy vestnik. – 2018. – No. 1 (21). – S. 14-22.

5. Samoylov V.A. Novoe oborudovanie dlya pererabotki zernovykh kultur v pishchevye produkty / V.A. Samoylov, A.I. Yarum, V.N. Nevzorov i dr. – Krasnoyarsk, 2017. – 197 s.

6. Baryshev D.D., Barysheva N.N., Pronin, S.P., Belyaev V.I. Eksperimentalnoe issledovanie elektrofizicheskikh svoystv semyan pshenitsy, razdelennykh na fraktsii po aerodinamicheskim svoystvam // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – No. 9 (179). – S. 136-140.

7. Barysheva, N.N., Pronin, S.P. Metod opredeleniya vskhozhesti semyan pshenitsy na osnove membrannykh potentsialov // Inzhenernye tekhnologii i sistemy. – 2019. – Т. 29, No. 3. – С. 443-455. DOI: <https://doi.org/10.15507/2658-4123.029.201903.443-455>.

8. Matlaev A.G., Pronin S.P. Zavisimost izmeneniya potentsiala deystviya zerna pshenitsy ot

vskhozhesti // Polzunovskiy almanakh. – 2009. – No. 2. – S. 138-139.

9. Pyatygin S.S. Rasprostranyayushchiesya elektricheskie signaly v rasteniyakh // Tsitologiya. – 2008. – Т. 50. – S. 154-159.

10. GOST 12036-85. Semena sel'skokhozyaystvennykh kultur. Pravila priemki i metody otbora prob. – Pereizd. s izm. No. 2 vzamen GOST 12036-

66; vved. 01.07.86 do 01.07.96 // Semena sel'skokhozyaystvennykh kultur. Metody opredeleniya kachestva. Ch. 2. – Moskva: Standartinform, 2011.

11. GOST 12038-84. Semena sel'skokhozyaystvennykh kultur. Metody opredeleniya vskhozhesti, vved. 1986.07.01. – Moskva: Standartinform, 2011. – 11 s.



УДК 004.021

А.С. Авдеев, Н.Н. Барышева
A.S. Avdeyev, N.N. Barysheva

АЛГОРИТМ И СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОТКАЗОВ И СБОЕВ ОБОРУДОВАНИЯ

THE ALGORITHM AND SYSTEM TO FORECAST EQUIPMENT FAILURES

Ключевые слова: алгоритм, система, прогнозирование, отказ оборудования.

Отслеживание технического состояния и эффективности эксплуатации производственного оборудования является актуальной задачей для каждого предприятия. Данная задача представляет собой трудоемкий процесс, практически невозможный без систематизации. Для решения данной проблемы предложены алгоритм и система прогнозирования отказов и сбоев производственного оборудования на основе расчетных показателей. В качестве расчетных показателей было принято использовать данные об эксплуатации оборудования. Ключевым показателем для системы является статистика работы, простоев и отказа оборудования. В результате была разработана система, которая позволяет собирать необходимую статистику и выполнять прогноз. В системе существуют два способа получения статистики – табличный вид и графический. При использовании табличного вида есть возможность фильтрации данных по всем критериям. Второй способ представляет собой круговую диаграмму, на которой отображается время работы оборудования и простоев. По умолчанию будет выведена статистика по всему оборудованию за все время эксплуатации. Существует возможность выбора конкретного оборудования и указания периода времени, за которое необходимо получить данные. На основании статистики выполняются прогнозирование и оценка эффективности работы оборудования. Приведены результаты расчета на примере станков для резки. Статистические данные представлены производственным предприятием ООО «Брянский арматурный завод». Наиболее вероятен отказ оборудования на временном промежутке от 9603,5 до 12843 ч. Данный промежуток в целом подтверждают га-

рантийные данные производителя станков, а при должных технических осмотрах есть вероятность возрастания нижней границы интервала. В результате проведенного исследования выявлено, что результаты, полученные экспериментальным путем, и результаты расчетов в системе практически идентичны. Это свидетельствует о корректности разработанных алгоритмов. Система может быть использована для оценки технического состояния и эффективности эксплуатации любого оборудования.

Keywords: algorithm, system, forecasting, equipment failure.

Tracking the technical condition and operational efficiency of production equipment is an urgent task for each enterprise. This task is a laborious process, almost impossible without systematization. To solve this problem, the algorithm and the system to forecast the failures of production equipment on the basis of calculated indices is proposed. The data about the operation of the equipment was used as the calculated indices. The key indicator for the system is the statistics of operation, downtime and equipment breakdowns. As a result, a system was developed that allows collecting the necessary statistics and making forecasts. There are two ways to get statistics in the system - a tabular view and a graphic one. When using a table view, it is possible to filter data by all criteria. The second method is a pie chart. The diagram displays equipment uptime and downtime. By default, the statistics will be displayed for all equipment for the entire period of operation. It is possible to select specific equipment and indicate the period of time for which it is necessary to obtain the data. Based on statistics, forecasting and evaluating the effectiveness of equipment are made. This paper presents the results of the calculation by the ex-