

Редакционная коллегия:

главный редактор – **Федоренко В.Ф.**,
д-р техн. наук, проф., академик РАН;
зам. главного редактора – **Мишуев Н.П.**,
канд. техн. наук.

Члены редколлегии:

Апатенко А.С., д-р техн. наук;
Виноградов А.В., д-р техн. наук;
Голубев И.Г., д-р техн. наук, проф.;
Ерохин М.Н., д-р техн. наук, проф., академик РАН;
Завражнов А. И., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН;
Кузьмин В.Н., д-р экон. наук;
Левшин А.Г., д-р техн. наук, проф.;
Лобачевский Я.П., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН;
Морозов Н.М., д-р экон. наук, проф.,
академик РАН;
Папцов А.Г., д-р экон. наук, проф., академик РАН;
Полухин А.А., д-р экон. наук, проф. РАН;
Сторчевой В.Ф., д-р техн. наук, проф.;
Тихомиров Д.А., д-р техн. наук,
проф. РАН, чл.-корр. РАН;
Цой Ю.А., д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РАН;
Черноиванов В.И., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН;
Шогенов Ю.Х., д-р техн. наук,
академик РАН

Editorial Board:

Chief Editor – **Fedorenko V.F.**, Doctor of Technical
Science, professor, academician
of the Russian Academy of Sciences;
Deputy Editor – **Mishurov N.P.**, Candidate
of Technical Science.

Members of Editorial Board:

Apatenko A.S., Doctor of Technical Science;
Vinogradov A.V., Doctor of Technical Science;
Golubev I.G., Doctor of Technical Science, professor;
Erokhin M.N., Doctor of Technical Science,
professor, academician of the Russian Academy
of Sciences;
Zavrazhnov A.I., Doctor of Technical Science,
professor, academician of the Russian
Academy of Sciences;
Kuzmin V.N., Doctor of Economics;
Levshin A.G.,
Doctor of Technical Science, professor;
Lobachevsky Ya.P., Doctor of Technical Science,
professor, academician
of the Russian Academy of Sciences;
Morozov N.M., Doctor of Economics, professor,
academician of the Russian Academy of Sciences;
Papstov A.G., Doctor of Economics, professor,
academician of the Russian Academy of Sciences;
Polukhin A.A., Doctor of Economics, professor
of the Russian Academy of Sciences;
Storchev V.F., Doctor of Technical Science,
professor;
Tikhomirov D.A., Doctor of Technical Science,
professor
of the Russian Academy of Sciences;
corresponding member of the Russian Academy
of Sciences;
Tsui Yu.A., Doctor of Technical Science,
professor, corresponding member
of the Russian Academy of Sciences;
Chernoivanov V.I., Doctor of Technical Science,
professor, academician
of the Russian Academy of Sciences;
Shogenov Yu.H., Doctor of Technical Science,
academician
of the Russian Academy of Sciences
Отдел рекламы
Горбенко И.В.
Верстка
Речкина Т.П.
Художник Лапшина Т.Н.

ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА
MACHINERY AND EQUIPMENT FOR RURAL AREA

В НОМЕРЕ

Техническая политика в АПК

Бурак П.И., Голубев И.Г. Обновление парка сельскохозяйственной техники
в рамках ведомственного проекта «Техническая модернизация агропромышлен-
ного комплекса» 2

Технико-технологическое оснащение АПК: проблемы и решения

Кормоуборочный комбайн Ростсельмаш F 2650: с рекордом по полю 8
Иванченко П.Г. Результаты испытаний жатки навесной «Дон Мар ЖН-16» 10

Технологии, машины и оборудование для АПК

Подольская Е.Е., Бондаренко Е.В., Таркинский В.Е. Использование
современных поливных машин и установок 14
Белик М.А., Юрина Т.А., Негреба О.Н., Ермаков А.А. Внекорневое питание
кукурузы на зерно комплексом биопрепаратов 18
Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А., Воронов Н.В.,
Щеголихина Т.А. Теоретические подходы к оптимизации уборки топинамбура
в условиях неопределённости 22
Катаев Ю.В., Костомахин М.Н., Петрищев Н.А., Саяпин А.С.,
Казакова В.А., Пестряков Е.В. Экспериментальный образец счетчика-
индикатора для мониторинга технического состояния воздухоочистителя
двигателя трактора 28

Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение АПК

Завражнов А.И., Зазуля А.Н., Балашов А.В., Стрыгин С.П., Пустоваров Н.Ю.,
Кольцов С.М. Разработка системы контроля и управления пропашной электри-
фицированной сеялки 34
Григораш О.В., Оськин С.В., Денисенко Е.А. Стабилизаторы напряжения
малых ветроэнергетических установок 39

Аграрная экономика

Ухалина О.В., Комаров С.С., Горячева А.В., Кузьмин В.Н. Перспективы
развития сельского туризма 44

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).
Входит в ядро РИНЦ и базу данных RSCI

Полные тексты статей размещаются на сайте электронной научной библиотеки eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>

Журнал включен в международную базу данных AGRIS ФАО ООН, в Перечень рецензируемых научных изданий,
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени
кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Научные специальности и соответствующие им отрасли науки, по которым издание включено в Перечень ВАК:

- 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки);
- 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса (технические науки);
- 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки)

Редакция журнала:

141261, Московская обл., г.о. Пушкинский, рп. Правдинский, ул. Лесная, д. 60. Тел. (495) 993-44-04
fgnu@rosinformagrotech.ru; r_technica@mail.ru <https://rosinformagrotech.ru>



Перепечатка материалов, опубликованных в журнале,
допускается только с разрешения редакции.

© «Техника и оборудование для села», 2023
Отпечатано в ФГБНУ «Росинформгротех»
Подписано в печать 21.07.2023 Заказ 159

Обновление парка сельскохозяйственной техники в рамках ведомственного проекта «Техническая модернизация агропромышленного комплекса»

П.И. Бурак,

д-р техн. наук,
зам. директора департамента,
p.burak@mcx.ru
(Минсельхоз России);

И.Г. Голубев,

д-р техн. наук,
проф. зав. отд.,
golubev@rosinformagrotech.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

Аннотация. Приведены сведения о количестве машин, зарегистрированных органами гостехнадзора в 2021 и 2022 гг. Установлена доля техники, с года выпуска которой прошло более 10 лет. Показана динамика приобретения сельскохозяйственными товаропроизводителями тракторов, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов, а также энергообеспеченности сельскохозяйственных организаций.

Ключевые слова: АПК, техническая модернизация, сельскохозяйственная техника, трактор, комбайн, обновление, динамика, энергообеспеченность.

Постановка проблемы

Техническая модернизация АПК предусматривает обновление его базы отечественной сельскохозяйственной техникой. По данным специалистов Минсельхоза России, в 2022 г. в рамках ведомственного проекта «Техническая модернизация агропромышленного комплекса» было поставлено 6665 ед. сельскохозяйственной техники, в том числе 1249 тракторов, 1185 комбайнов, 4231 ед. машин других видов.

Обновлению отечественной сельскохозяйственной техники способ-

ствуют различные меры государственной и региональной поддержки [1-3]. В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2012 г. № 1432 «Об утверждении Правил предоставления субсидий производителям сельскохозяйственной техники» с 2022 г. производители сельскохозяйственной техники при участии в квалификационном отборе для получения субсидии в отношении продукции, предусмотренной перечнем критериев определения функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования (постановление Правительства Российской Федерации от 1 августа 2016 г. № 740 «Об определении функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования») предоставляют в Минпромторг России копии решения о соответствии продукции установленным в указанном перечне критериям по каждой модели [4, 5]. В соответствии с этим постановлением были сформированы планы проведения работ по определению функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования [6, 7].

По результатам проведенных испытаний в 2021-2022 гг. установлено, что 420 ед. сельскохозяйственной техники и оборудования соответствуют постановлению (73% общего количества техники); 128 ед. сельскохозяйственной техники и

оборудования соответствуют постановлению, но не соответствуют ранее заявленным характеристикам (22% общего количества); 34 ед. – не соответствуют постановлению (5% общего количества) [8-12].

Цель исследований – показать динамику обновления парка сельскохозяйственных товаропроизводителей основными видами техники в рамках ведомственного проекта «Техническая модернизация агропромышленного комплекса».

Материалы и методы исследования

При анализе использовались сведения органов государственного надзора за техническим состоянием самоходных машин и других видов техники (гостехнадзор), данные ведомственной отчетности Минсельхоза России и органов управления АПК субъектов Российской Федерации, а также статистика, содержащаяся в сборнике на основе данных Росстата и Минсельхоза России «Агропромышленный комплекс России в 2021 году», буклете «Сельское хозяйство России», подготовленном Департаментом экономики и государственной поддержки Минсельхоза России и национальных докладах «О ходе и результатах реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» [13-16].

Для оценки динамики обновления парка сельскохозяйственной техники были выбраны следующие показате-

ли: число машин, зарегистрированных органами гостехнадзора, количество приобретенных основных видов сельскохозяйственной техники по всем каналам реализации, доля техники, с года выпуска которой прошло более 10 лет, энергообеспеченность сельскохозяйственных организаций (СХО), л.с./100 га посевных площадей. Оценка производилась путем сравнения показателей за 2022 г. с данными 2021 г.

Результаты исследований и обсуждение

По состоянию на 1 января 2023 г. органами государственного надзора за техническим состоянием самоходных машин и других видов техники (органы гостехнадзора) зарегистрировано 384,4 тыс. тракторов (на 2,8 тыс. меньше по сравне-

Таблица 1. Самоходные машины в АПК, зарегистрированные в органах гостехнадзора

Вид техники	2021 г.	2022 г.
Всего	576 129	575 679
В том числе:		
тракторы	387 256	384 428
зерноуборочные комбайны	132 585	133 378
кормоуборочные комбайны	13 468	13 166
прочие комбайны	11 705	12 329

нию с данными на 1 января 2022 г.), 133,4 тыс. зерноуборочных комбайнов (на 793 больше), 12,3 тыс. кормоуборочных комбайнов (на 6246 больше) – табл. 1.

Наибольшее количество самоходных машин в АПК, зарегистри-

рованных в органах гостехнадзора, сосредоточено в Приволжском, Центральном и Южном федеральных округах (табл. 2).

Доля тракторов, впервые зарегистрированных органами гостехнадзора в 2022 году, производства Минского тракторного завода составила 42,5% (в 2021 г. – 47,3%), зерноуборочных комбайнов – 59,2% (в 2021 г. – 61,8%) и кормоуборочных комбайнов – 41,6% (в 2021 г. – 48,8%) производства комбайнового завода «Ростсельмаш» (табл. 3).

Доля техники, с года выпуска которой прошло более 10 лет, по данным органов управления АПК субъектов Российской Федерации, по тракторам снизилась до 56,3% (в 2021 г. – 56,97%), по зерноуборочным комбайнам увеличилась до 45,95% (в 2021 г. – 45,54%),

Таблица 2. Самоходные машины в АПК, зарегистрированные в органах гостехнадзора, ед. (по данным органов управления АПК субъектов Российской Федерации)

Федеральный округ	Всего		В том числе							
			тракторы		зерноуборочные комбайны		кормоуборочные комбайны		прочие комбайны	
	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.
Российская Федерация, всего	576 129	575 679	387 256	384 428	132 585	133 378	13 468	13 166	11 705	12 295
Центральный	125 313	123 437	79 758	78 452	26 683	26 381	3 497	3 357	2 749	2 871
Северо-Западный	19 696	19 884	13 560	13 412	1235	1 224	853	849	519	507
Южный	117 752	117 935	83 005	82 432	29 392	29 786	915	867	1 428	1 454
Северо-Кавказский	35 503	35 541	24 663	24 592	9381	9 364	587	568	854	860
Приволжский	142 443	141 446	97 359	95 729	32 385	32 647	4 372	4 359	2 844	3 026
Уральский	30 424	34 373	19 753	23 465	7355	7 421	922	920	466	474
Сибирский	78 656	77 808	51 546	49 709	21 154	21 595	2 049	1 963	2 517	2 711
Дальневосточный	26 069	25 255	17 612	16 637	5000	4 960	273	283	328	392

Таблица 3. Виды самоходных машин в АПК, впервые зарегистрированные в органах гостехнадзора, %

Наименование завода-производителя	2021 г. (2020-2021 гг. выпуска)	2022 г. (2021-2022 гг. выпуска)
<i>Тракторы</i>		
Минский тракторный завод	47,3	42,5
Петербургский тракторный завод	16,3	23,2
Ростсельмаш	8,1	6,8
Прочие	28,3	27,5
<i>Зерноуборочные комбайны</i>		
Ростсельмаш	61,8	59,2
Наименование завода-производителя	2021 г. (2020-2021 гг. выпуска)	2022 г. (2021-2022 гг. выпуска)
Брянсксельмаш	6,7	12,7
КЛААС	15,1	12,0
Прочие	16,4	16,1
<i>Кормоуборочные комбайны</i>		
Ростсельмаш	48,8	41,6
Брянсксельмаш	11,8	23,6
КЛААС	11,4	11,9
Прочие	28,1	22,8

по кормоуборочным комбайнам снизилась до 42,93% (в 2021 г. – 43,58%) – табл. 4, рис. 1.

Таблица 4. Основные виды техники, с года выпуска которой прошло более 10 лет, в Российской Федерации, %

Вид техники	2021 г.	2022 г.
Тракторы	56,97	56,30
Комбайны:		
зерноуборочные	45,54	45,95
кормоуборочные	43,58	42,93

Снижение доли техники, с года выпуска которой прошло более 10 лет, связано с ее выбытием. Наибольшее количество таких тракторов – в Уральском, Южном и Сибирском федеральных округах, зерноуборочных комбайнов – в Уральском и Северо-Кавказском и кормоуборочных комбайнов – в Северо-Кавказском и Южном федеральных округах (табл. 5).

По данным субъектов Российской Федерации, в 2022 г. сельскохозяйственными товаропроизводителями по всем каналам реализации было приобретено 18973 тракторов и комбайнов, что на 19,3% меньше по сравнению с 2021 г., в том числе 12991 трактор (на 17,7% меньше уровня 2021 г.), 5385 зерноуборочных (на 23,5% меньше) и 597 кормоуборочных комбайнов (на 14,8% меньше уровня 2021 г.) – табл. 6. Динамика приобретения тракторов представлена на рис. 2.

В 2022 г. снизилось приобретение тракторов относительно 2021 г. в Северо-Кавказском (на 23,9%), Дальневосточном (на 21,2%), Приволжском (на 20,2%) и других федеральных округах; зерноуборочных

комбайнов – в Дальневосточном (на 38,2%), Приволжском (на 32,2%), Северо-Западном (на 28,8) и других федеральных округах, кроме Уральского федерального округа (увеличилось на 33,3%); кормоуборочных

Таблица 5. Основные виды техники, с года выпуска которой прошло более 10 лет, % (по данным органов управления АПК субъектов Российской Федерации)

Федеральный округ	Тракторы в АПК, %		Комбайны, %			
	2021 г.	2022 г.	зерноуборочные		кормоуборочные	
			2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.
Российская Федерация	56,97	56,30	45,54	45,95	43,58	42,93
Центральный	54,29	53,16	35,47	33,85	43,25	41,28
Северо-Западный	57,29	57,33	48,72	44,83	52,32	48,17
Южный	59,98	60,38	51,49	53,35	53,94	62,78
Северо-Кавказский	56,24	57,40	46,24	54,06	70,29	71,83
Приволжский	56,55	53,78	42,95	41,35	41,85	41,23
Уральский	61,85	63,06	54,85	55,33	50,64	52,12
Сибирский	58,79	58,98	49,45	51,28	31,44	28,44
Дальневосточный	46,54	47,00	41,27	37,88	44	44,57

Таблица 6. Приобретение основных видов сельскохозяйственной техники, ед.

Вид техники	2021 г.	2022 г.	2022 г. к 2021 г., %
Тракторы	15 779	12 991	-17,7
Комбайны:			
зерноуборочные	7 036	5 385	-23,5
кормоуборочные	701	597	-14,8
Прочая техника	50280	38635	-23,2

Примечание. Тракторы, зерноуборочные и кормоуборочные комбайны – по данным ведомственной отчетности Минсельхоза России, прочая техника – по данным органов управления АПК субъектов Российской Федерации.

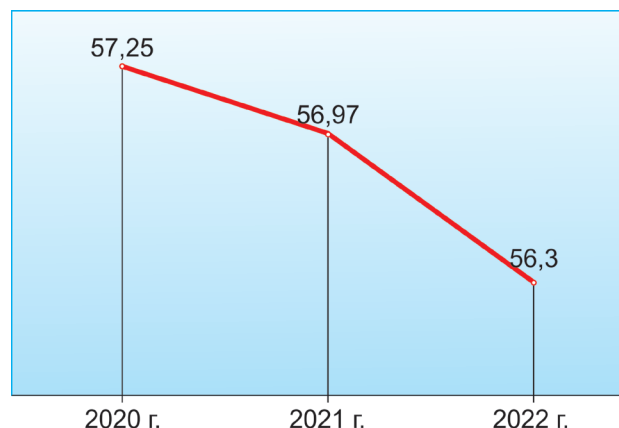


Рис. 1. Доля тракторов в Российской Федерации, с года выпуска которых прошло более 10 лет, %

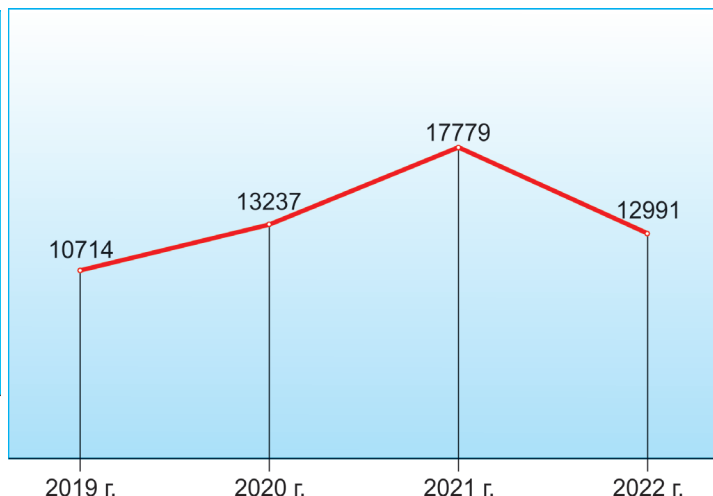


Рис. 2. Динамика приобретения тракторов, ед.

комбайнов – в Дальневосточном (на 35,3%), Центральном (на 21,3%) и других федеральных округах, кроме Северо-Кавказского федерального округа (увеличилось на 9,1%) – табл.7.

Энергообеспеченность сельскохозяйственных организаций в 2022 г. составила 154,8 л.с. на 100 га посевных площадей, что выше уровня 2021 г. (154,0 л.с.). Динамика энергообеспеченности сельскохозяйственных организаций показана на рис. 3.

Энергообеспеченность сельскохозяйственных организаций в 2022 г. выросла относительно 2021 г. во всех федеральных округах, кроме Сибирского (уменьшилось на 1,2%), Уральского (уменьшилась на 0,9%) и Дальневосточного (уменьши-

лось на 0,8%) федеральных округов (табл. 8).

Обновлению парка техники способствовали региональные программы, программы льготного лизинга АО «Росагролизинг» и льготные кредиты АО «Россельхозбанк». Так, в 2022 г. в 66 субъектах Российской Федерации действовали региональные программы, которые предусматривали компенсацию части затрат на приобретение сельскохозяйственной техники и оборудования (в 2021 г. – 57), с общим объемом финансирования из региональных бюджетов в размере 16,9 млрд руб. (в 2021 г. – 16,6 млрд руб.). В 2022 г. АО «Росагролизинг» поставлено на условиях лизинга 12 705 ед. сельскохозяйственной и автомобильной техники

(на 20% выше уровня 2021 г.) на общую сумму 71 539,6 млрд руб. (на 26,6% выше уровня 2021 г.), в том числе 1 776 тракторов и 1399 комбайнов.

В 2022 г. АО «Россельхозбанк» выделило заемщикам кредитов на покупку сельскохозяйственной техники на 20,8 млрд руб. (на 27% меньше уровня 2021 г.), за счет которых сельскохозяйственными товаропроизводителями приобретено 738 тракторов (на 74% меньше уровня 2021 г.), 634 комбайна (на 58,4% меньше уровня 2021 г.).

АО «Росагролизинг» в 2022 г. была поставлена на условиях лизинга сельскохозяйственная и автомобильная техника на общую сумму 71 539,6 млрд руб., что выше уровня 2021 г. на 26,6% (табл. 9).

Таблица 7. Приобретение основных видов сельскохозяйственной техники по федеральным округам, ед.
(по данным ведомственной отчетности Минсельхоза России)

Федеральный округ	Тракторы, ед.			Комбайны					
				зерноуборочные			кормоуборочные		
	2021 г.	2022 г.	2022 г. к 2021 г., %	2021 г.	2022 г.	2022 г. к 2021 г., %	2021 г.	2022 г.	2022 г. к 2021 г., %
Российская Федерация	15 779	12 991	-17,7	7036	5 385	-23,5	701	597	-14,8
Центральный	2903	2 345	-19,2	1527	1 125	-26,3	150	118	-21,3
Северо-Западный	503	460	-8,5	80	57	-28,8	43	38	-11,6
Южный	3572	3 066	-14,2	1324	1 002	-24,3	35	29	-17,1
Северо-Кавказский	877	667	-23,9	258	344	33,3	11	12	9,1
Приволжский	4539	3 620	-20,2	2 021	1 370	-32,2	303	262	-13,5
Уральский	695	627	-9,8	260	238	-8,5	35	31	-11,4
Сибирский	2148	1 779	-17,2	1315	1 094	-16,8	107	96	-10,3
Дальневосточный	542	427	-21,2	251	155	-38,2	17	11	-35,3

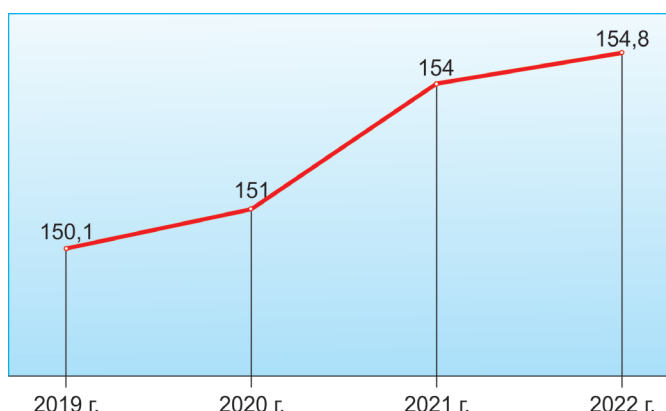


Рис. 3. Динамика энергообеспеченности сельскохозяйственных организаций, л.с./100 га посевных площадей

Таблица 8. Энергообеспеченность сельскохозяйственных организаций по федеральным округам
(по данным ведомственной отчетности Минсельхоза России)

Федеральный округ	Энергообеспеченность, л.с./100 га посевных площадей		
	2021 г.	2022 г.	2022 г. к 2021 г., %
Российская Федерация	154	154,8	0,5
Центральный	170,9	171,6	0,4
Северо-Западный	195,6	205,4	5,0
Южный	182	184,5	1,4
Северо-Кавказский	168,1	170,3	1,3
Приволжский	131,7	133,4	1,3
Уральский	119,2	118,1	-0,9
Сибирский	146,9	145,2	-1,2
Дальневосточный	188,3	186,7	-0,8

Таблица 9. Поставка АО «Росагролизинг» сельскохозяйственной и автомобильной техники на условиях финансовой аренды (лизинга)

Федеральный округ	Передано в лизинг							
	2021 г.		2022 г.					
	итого, шт.	на сумму, млн руб.	тракторы, шт.	комбайны, шт.	другая сельхоз-техника, шт.	автомобильная техника, шт.	итого, шт.	на сумму, млн руб.
Российская Федерация	10 168	52 533,6	1 776	1 399	6 985	2 545	12 705	71 539,6
Центральный	1860	9326,7	385	307	1567	1075	3334	20 175,1
Северо-Западный	145	759,9	54	22	127	31	234	1 591,85
Южный	1543	7477,8	283	191	1092	263	1829	9 561,77
Северо-Кавказский	609	2551,9	148	132	506	101	887	4 519,25
Приволжский	4366	24 333,2	668	440	2494	823	4425	23 569,20
Уральский	443	1809,6	65	41	282	80	468	2 661,43
Сибирский	844	5068,2	145	238	755	139	1277	8 110,89
Дальневосточный	358	1206,3	28	28	162	33	251	1 350,15

Таблица 10. Количество сельскохозяйственной техники, приобретенной за счет кредитов АО «Россельхозбанк», по федеральным округам

Федеральный округ	Тракторы, шт.		Комбайны, шт.				Кредиты, направленные на приобретение самоходной сельскохозяйственной техники, тыс. руб.		
			зерноуборочные		кормоуборочные				
	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	изменение, %
Российская Федерация	999	742	1024	577	64	61	28 779 195,2	21 024 428,4	-26,9
Центральный	220	175	193	139	19	23	6 451 341,9	6 003 296,4	-6,9
Северо-Западный	21	14	7	3	5	3	356 243,8	208 167,1	-41,6
Южный	123	91	97	39	0	0	2 120 027,1	1 656 004,3	-21,9
Северо-Кавказский	26	15	21	12	2	0	652 931,1	306 107,5	-53,1
Приволжский	271	234	357	173	21	22	8 032 535,4	5 438 459,6	-32,3
Уральский	75	37	42	41	7	6	1 206 517,8	1 117 250,8	-7,4
Сибирский	218	142	229	143	9	7	7 368 805,0	5 397 942,6	-26,7
Дальневосточный	45	34	78	27	1	0	2 590 793,1	897 200,1	-65,4

Объем выделенных АО «Россельхозбанк» кредитов на приобретение сельскохозяйственной техники в 2022 г. уменьшился на 27% относительно 2021 г. (табл. 10).

Выводы

1. По состоянию на 1 января 2023 г. органами Ростехнадзора зарегистрировано 384,4 тыс. тракторов, 133,4 тыс. зерноуборочных и 12,3 тыс. кормоуборочных комбайнов. По сравнению с данными на 1 января 2022 г. тракторов зарегистрировано меньше на 2,8 тыс., зерноуборочных комбайнов – на 793 больше, кормоуборочных комбайнов – на 6246 больше.

2. Доля техники, с года выпуска которой прошло более 10 лет, по тракторам снизилась до 56,3%

(в 2021 г. – 56,97%), по зерноуборочным комбайнам увеличилась до 45,95% (в 2021 г. – 45,54%), по кормоуборочным комбайнам снизилась до 42,93% (в 2021 г. – 43,58%).

3. В 2022 г. сельскохозяйственными товаропроизводителями по всем каналам реализации было приобретено 12991 тракторов (на 17,7% меньше уровня 2021 г.), 5 385 зерноуборочных комбайнов (на 23,5% меньше), 597 кормоуборочных комбайнов (на 14,8% меньше), 38635 ед. прочей техники (на 23,2 % меньше уровня 2021 г.).

5. Энергообеспеченность сельскохозяйственных организаций Российской Федерации в 2022 г. составила 154,8 л.с./100 га посевных площадей, что на 0,5 % больше уровня 2021 г.

Список

использованных источников

1. Меры государственной поддержки агропромышленного комплекса [Электронный ресурс]. URL: <https://mcx.gov.ru/activity/state-support/measures/> (дата обращения: 02.05.2023).

2. Бурак П.И., Голубев И.Г. Анализ динамики обновления парка сельскохозяйственной техники //Техника и оборудование для села. 2022. № 7 (301). С. 29-32.

3. Бурак П. И., Голубев И. Г. Обновление парка сельскохозяйственной техники в рамках реализации ведомственного проекта «Техническая модернизация агропромышленного комплекса» // Техника и оборудование для села. 2021. № 6 (288). С. 2-5.

4. Положение об организации работ по определению функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной

техники и оборудования, утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 1 августа 2016 г. № 740 «Об определении функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования» [Электронный ресурс]. URL: http://belapk.ru/media/site_platform_media/2020/12/19/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-01082016-n.pdf (дата обращения: 02.05.2023).

5. Определение функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования. [Электронный ресурс]. URL: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-rasteniyevodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industry-information/info-opredelenie-funktsionalnykh-kharakteristik-potrebitelskikh-svoystv-i-effektivnosti-selskokhozyay> (дата обращения: 02.05.2023).

6. Актуализированный план проведения работ по определению функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования на 2022 год [Электронный ресурс]. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/f54/ov7mvxiyysu1hm5wx9pyzx7w4xtuu6d4.pdf> (дата обращения: 02.05.2023).

7. План проведения работ по определению функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования на 2023 год [Электронный ресурс]. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/f02/ixcfqkwu96pdvjpxqpss93kprymdq5.pdf> (дата обращения: 02.05.2023).

8. Реестр решений, принятых Комиссией по определению функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования [Электронный ресурс]. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/983/yg5i4mdetx12imfdspds5qtpqrq8gl5k.pdf> (дата обращения: 02.05.2023).

9. Бурак П.И., Голубев И.Г. Анализ наработки на отказ зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов // Техника и оборудование для села. 2022. № 5 (299). С. 27-31.

10. Бурак П.И., Голубев И.Г. Оценка функциональных характеристик сельскохозяйственных тракторов // Чтения академика В.Н. Болтинского : сб. статей. М.: ООО «Сам Полиграфист», 2022. С. 34-39.

11. Бурак П.И., Голубев И.Г., Мишуров Н.П., Федоренко В.Ф., Левшин А.Г. Анализ функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности испытанной сельскохозяйственной техники и оборудования : аналит. обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. 128 с.

12. Агропромышленный комплекс России в 2021 году. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. 552 с.

13. Буклет «Сельское хозяйство России». М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. 52 с.

14. Национальный доклад «О ходе и результатах реализации в 2019 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия». М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 162 с.

15. Национальный доклад «О ходе и результатах реализации в 2020 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия». М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. 172 с.

16. Национальный доклад «О ходе и результатах реализации в 2021 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия». М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. 160 с.

Renewal of the Park of Agricultural Machinery With the Framework of the Departmental Project "Technical Modernization of the Agro-industrial complex"

P.I. Burak

(Ministry of Agriculture of Russia)

I.G. Golubev

(Rosinformagrotech)

Summary: Information is provided on the number of cars registered by state technical supervision authorities in 2021 and 2022. The share of equipment, from the year of production of which more than 10 years have passed, has been established. The dynamics of the acquisition of tractors, grain and forage harvesters by agricultural producers, as well as the energy supply of agricultural organizations is shown.

Key words: agro-industrial complex, technical modernization, farm machinery, tractor, harvester, renovation, dynamics, energy supply.

Информация

Всероссийский день поля масличных культур – 2023

12-13 июля 2023 г. в Ивановской области прошел Всероссийский день поля масличных культур, сельскохозяйственного производства и масложировой промышленности АПК России.

Организаторы Дня поля – ООО «ИНСТИТУТ МОЛОКА» и Ассоциация производителей и переработчиков рапса «РАСАПС».

Мероприятие нацелено на развитие отрасли и обсуждение возможностей использования масличных и продуктов их переработки. Важной задачей выставки является популяризация применения кормовых продуктов масличных культур в кормлении сельскохозяйственных животных. Акцент сделан как на рапсе, так и на таких культурах как лён, конопля, соя и др., а также на растущей роли производных переработки масличных культур в кормлении сельскохозяйственных животных. Данные аспекты широко освещались в рамках экспозиции и деловой программы «Маслички».

На опытном поле 360 м² были представлены для демонстрации сорта масличных культур, удобрений, средств защиты растений. Демопоказы техники для посева, обработки почвы, ухода, уборки и транспортировки представили лучшие механизаторы регионов России.

Научными сотрудниками ФГБНУ «Росинформагротех» осуществлялось информационно-консультационное обеспечение специалистов АПК по вопросам реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы, машинам и оборудованию для уборки и переработки технических культур, технологиям внесения удобрений и системам защиты, современным технологиям и оборудованию для точного земледелия, генетическим ресурсам, кормопроизводству, интеллектуальным системам в сельском хозяйстве и др.

КОРМОУБОРОЧНЫЙ КОМБАЙН РОСТСЕЛЬМАШ F 2650: С РЕКОРДОМ ПО ПОЛЮ

С выводом на рынок кормоуборочного комбайна Ростсельмаш F 2650 заготовка влажных кормов вышла по-настоящему на другой уровень. Агромашина впечатляет не только своими исходными данными, но и широчайшими возможностями по раскрытию заложенного в нее потенциала.



25 сентября 2022 г. в Псковской области кормоуборочный комбайн F 2650 с двигателем номинальной мощностью 611 л.с. подтвердил свой статус лидера на заготовке кукурузного силоса. На фоне со средней урожайностью 42,35 т/га машина за 8-часовой рабочий день срезала,

измельчила и погрузила в транспортные средства 1 443 т массы, установив официальный рекорд России. При этом расход топлива составил всего 0,51 л на 1 т заготовленной массы.

Высокую производительность при приемлемой экономичности кормо-

уборочному комбайну F 2650 обеспечивает сочетание новейших и проверенных решений:

■ короткий и пологий технологический тракт. Позволяет перемещать обрабатываемую массу с минимальным сопротивлением, что снижает энергоемкость процесса;

■ привод измельчающего барабана и ускорителя массы непосредственно от вала двигателя. Это решение не только позволяет минимизировать потери энергии, но и обеспечивает синхронизацию рабочих органов. При этом скорость убираемой массы увеличивается на каждом этапе обработки, что гарантирует свободное движение ее по тракту;

■ топливный бак вместимостью 1500 л позволяет отработать до двух смен без потерь времени на дозаправку;

■ высокая степень автоматизации всех технологических операций с помощью электронных систем:

- ✓PCM Авторезка – изменяет длину резки в зависимости от влажности массы;
- ✓PCM Умная дозировка — регулирует объем внесенных консервантов в зависимости от влажности массы и производительности комбайна;
- ✓PCM Оптисин изменяет скорость работы адаптера в зависимости от длины резки и поступательной скорости комбайна;
- ✓PCM Автозаточка — оповещает о необходимости заточки ножей измельчающего барабана после обработки заданного объема массы.

По сути, при использовании кормоуборочных комбайнов RSM F 2000 ограничивающим фактором скорости заготовки (помимо погодных условий) становится наличие достаточного количества транспортных средств и техники для трамбовки массы в силосных ямах. Например, при установлении указанного выше рекорда грузовые машины совершили 103 рейса. Средняя загрузка каждого прицепа составила чуть больше 14 т.

Благодаря специальной конструкции ускорителя массы производитель добился на 10 % более плотного набивания массы в кузов транспортного средства, что оптимизирует логистику и повышает скорость заготовки.

Безукоризненное качество заготавливаемой массы также обусловлено удачными решениями:

■ питающий аппарат с гидравлическим приводом вальцов большого диаметра. Обеспечивает равномерную подачу массы, бесступенчатую регулировку длин резки на ходу;

■ измельчающий барабан с 40 ножами, расположенными шевроном. Гарантирует высокую равномерность измельчения, а благодаря возможности демонтировать половину ножей стандартный диапазон длины

резки – 5-24 мм может быть расширен до 10-48 мм;

■ автоматическая система заточки ножей и подвода бруса. Облегчает поддержание остроты кромок, что необходимо для чистого реза без замятий;

■ автоматическая регулировка зазора днища барабана. Исключает повторный заход массы на измельчение и обеспечивает равномерность длины резки свыше 70 %;

■ вальцовый доизмельчитель слайдерного типа с автоматической установкой в технологический тракт. Минимизирует затраты времени при переходе с заготовки трав на кукурузу и обратно;

■ автоматическая регулировка зазора между вальцами. Гарантирует более 99 % раздробленного зерна вне зависимости от его размеров;

■ универсальная система внесения консервантов. Позволяет работать с разбавленными и концентрированными препаратами.

Итоговый результат эксплуатации кормоуборочных комбайнов Ростсельмаш серии RSM F 2000 – сокращение до минимума сроков заготовки любых влажных кормов высокого качества.



УДК 631.354.3

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-7-10-13

Результаты испытаний жатки навесной «Дон Мар ЖН-16»

П.Г. Иванченко,
канд. техн. наук,
зав. лабораторией,
pavel.ivanchenko.61@mail.ru
(Костанайский филиал
ТОО «НПЦ агроинженерии»,
Республика Казахстан)

Аннотация. Приведены результаты испытаний жатки навесной «Дон Мар ЖН-16». Испытательной лабораторией КФ ТОО «НПЦ агроинженерии» жатка навесная «Дон Мар ЖН-16» рекомендована к применению на прямом комбайнировании с высокопроизводительными комбайнами 5 и 6 класса в зоне Северного Казахстана.

Ключевые слова: широкозахватная жатка, Северный Казахстан, зерноуборочный комбайн, испытания, урожайность, неполная загрузка молотилки.

Постановка проблемы

Уборка урожая – заключительная часть полевых работ, оказывающая существенное влияние на количество и качество собранного урожая. Затраты на уборочный процесс зависят от стоимости и производительности применяемой техники, качества ее работы. На полях Северного Казахстана применяются комбайны 3, 4, 5 и 6 классов различных производителей. В последние 15 лет растет доля комбайнов 4, 5 и 6 классов [1, 2]. Ширина захвата заводских жаток и хедеров, с которыми поступают в Республику Казахстан комбайны 5 и 6 классов, составляет 9 м. Выбор жаток осуществляется без учета зональных особенностей региона [3].

Среднегодовалая урожайность зерновых в Северном Казахстане – около 12 ц/га при варьировании в южных и северных районах от 8 до 20 ц/га. При этом в условиях конкретного хозяйства отклонение от среднего показателя по годам составляет ± 5 ц/га [3-6]. Отсутствие учета зональных особенностей региона приводит

к низкой эффективности использования зерноуборочной техники. Комбайны 5 и 6 классов не реализуют свой потенциал пропускной способности, так как они эффективны при уборке зерновых урожайностью 40-60 ц/га. Их работа в режиме неполной загрузки молотилки приводит к преждевременному выходу из строя недогружаемой системы решетной очистки, 45-60-дневной продолжительности уборочных работ и потерям потенциального урожая свыше 25% [7].

Решением проблемы является увеличение ширины захвата жатвенного агрегата. По результатам теоретического обоснования ширины захвата жаток к высокопроизводительным зерноуборочным комбайнам, работающим в режиме неполной загрузки молотилки, установлено, что при урожайности до 10 ц/га более эффективно применение жаток-хедеров шириной захвата 16 м, при 10-20 ц/га – 12 м, а при урожайности свыше 20 ц/га – 9-7 м [8]. В Республике Казахстан производством валковых жаток и хедеров занимается фирма «Дон Мар». В КФ ТОО «НПЦ агроинженерии» были проведены испытания жатки навесной «Дон Мар ЖН-16» шириной захвата 16 м.

Цель исследования – установить эффективность использования жатки навесной «Дон Мар ЖН-16» на уборке зерновых культур в зоне Северного Казахстана для решения вопроса применения в республике.

Материалы и методы исследования

Испытания жатки навесной «Дон Мар ЖН-16» шириной захвата 16 м проводились на полях ТОО «Алтынсарина» Камыстинского района Костанайской области Республики Казахстан на прямом комбайнировании. Жатка агрегатировалась с комбайном 5 класса «Acros-585». В ходе испыта-

ний определялись агротехнические, эксплуатационно-технологические и энергетические показатели, оценка надежности и безопасности, а также условия их проведения.

Оценка условий проведения испытаний жатки навесной «Дон Мар ЖН-16» проводилась в соответствии с ГОСТ 20915-2011 [9]. Оценка агротехнических показателей – в соответствии с ГОСТ 28301-2007 [10]. Кроме того, проводилась эксплуатационно-технологическая и энергетическая оценка, а также оценка надежности. Оценка безопасности проводилась согласно ТР ТС 010/2011, ГОСТ 12.2.002-91 [11, 12].

Результаты исследований и обсуждение

Жатка навесная «Дон Мар ЖН-16» имеет ряд конструктивных особенностей, выделяющих ее на фоне поставляемых в страну из-за рубежа других жаток (см. рисунок). В частности, планки мотвила для подвода стеблей убираемой культуры к режущему аппарату и подачи хлебной массы на транспортеры не имеют граблин. Вместо них на планках мотвила установлены ремни. Наблюдениями за работой зарубежных жаток установлено, что на малоурожайных и низкорослых хлебах их граблины не могут в полной мере захватить хлебную массу и направить ее к режущему аппарату, что приводит к потерям за жаткой несрезанным колосом. Установка ремней на планки мотвила жатки решает данную проблему. Помимо этого, мотвило состоит из трех частей, соединенных шарнирами. Данное техническое решение необходимо во избежание чрезмерного напряжения планки мотвила на изгиб и потенциального излома.

Условия проведения испытаний жатки навесной «Дон Мар ЖН-16» представлены в табл. 1.

**Техническая характеристика
жатки навесной «Дон Мар ЖН-16»**

Конструктивная ширина захвата, м	16,1
Диаметр мотовила, мм	1400
Длина поперечного транспортера, мм:	
правого	12400
левого	12400
правого дополнительного	3600
левого дополнительного	3600
Длина транспортера приемного окна, мм	2000
Ширина транспортера приемного окна, мм	1700
Габаритные размеры, мм:	
длина	2650
ширина	16500
высота	1750



**Жатка навесная «Дон Мар ЖН-16» в агрегате
с зерноуборочным комбайном 5 класса «Acros-585»**

**Таблица 1. Условия проведения испытаний
жатки навесной «Дон Мар ЖН-16»**

Показатели	Значение показателей при оценке	
	агротехнической	эксплуатационно-технологической
Вид работ	Прямое комбайнирование	
Культура, сорт	Пшеница «Омская 18»	
Состав агрегата	«Acros-585» + «Дон Мар ЖН-16»	
Спелость культуры, %	Полная, 100	
Урожайность зерна:		
средняя, ц/га	20,5	18,2
коэффициент вариации, %	7,8	9,9
Влажность, %:		
зерна	10	10,2
соломы	7	
почвы	7,5	10,7
Высота растений, м	0,63	0,52
Густота растений, шт/м ²	389	308
Полежность растений, %	0	
Засоренность сорняками, %	0	
Потери зерна от самоосыпания, %	0,04	
Рельеф	Ровный	
Уклон поля	1°	2°
Твердость почвы, МПа	1,2	0,9
Засоренность почвы камнями, шт/м ²	0	

Агротехнические показатели при лабораторно-полевых испытаниях жатки навесной «Дон Мар ЖН-16» представлены в табл. 2.

Агротехническая оценка жатки на прямом комбайнировании про-

водилась при урожайности 20,5 ц/га на скоростях движения 4,1; 4,8 и 7,7 км/ч, потери зерна за жаткой составили 0,29; 0,34 и 0,41% соответственно, в том числе свободным зерном – 0,12; 0,15 и 0,19%, зер-

ном в срезанных колосьях – 0,17; 0,19 и 0,22%. При данных скоростях движения загрузка молотилки комбайна составила 60; 78 и 126%. Производительность в час основного времени – 6,4; 7,4 и 11,8 га. Свыше скорости движения 6 км/ч происходила перегрузка молотилки комбайна, что приводило к потерям зерна выше допустимых значений.

При урожайности 20,5 ц/га скоростной режим до 9 км/ч приводил к перегрузке молотилки комбайна. Следует отметить, что с увеличением скорости движения комбайна снижается скорость реакции механизатора, что может влиять на качество уборки. По результатам агротехнической оценки жатка навесная «Дон-Мар ЖН-16» рекомендована к применению в условиях Северного Казахстана на прямом комбайнировании. Эксплуатационно-технологические показатели при испытаниях жатки навесной «Дон Мар ЖН-16» представлены в табл. 3.

Эксплуатационно-технологическая оценка жатки проведена на прямом комбайнировании при урожайности 18 ц/га, средней скорости движения 5 км/ч. Данная скорость обеспечивала производительность в час основного времени 7,7 га.

Таблица 2. Агротехнические показатели при лабораторно-полевых испытаниях жатки навесной «Дон Мар ЖН-16»

Показатели	Значение показателя			
	по СТ ТОО	по испытываемой машине		
		опыт 1	опыт 2	опыт 3
Производительность в час основного времени, га	Не менее 10,5	6,4	7,4	11,8
Рабочая скорость движения, км/ч	Не более 9	4,1	4,8	7,7
Частота вращения вала мотопила, мин ⁻¹	30-45	31	36	41
Ширина захвата жатки, м	-	15,52	15,44	15,37
Высота среза, см:	Н.д.	16,3	16,5	17,2
установочная				
средняя фактическая				
Среднее квадратическое отклонение, ±				
Неравномерность высоты среза, %	Н.д.	12,65	12,89	13,55
Потери зерна за жаткой, всего, %				
В том числе:				
свободным зерном				
зерном в срезанных колосьях	Н.д.	0,12	0,15	0,19
зерном в несрезанных колосьях				
Загрузка молотилки комбайна, %				

Таблица 3. Эксплуатационно-технологические показатели при испытаниях жатки навесной «Дон Мар ЖН-16»

Показатели	Значение	
	по СТ ТОО	испытываемая машина
Режим работы:		
скорость движения, км/ч	Не более 9	5
ширина захвата жатки, м	Не менее 15,3	15,4
Эксплуатационные показатели		
Производительность в час времени, га:		
основного	Не менее 10,5	7,7
сменного	Не менее 8,4	6,3
эксплуатационного	Не менее 8	6,1
Удельный расход топлива, кг/га	Не более 7,5	6,7
Обслуживающий персонал	1	1
Эксплуатационно-технологические коэффициенты:		
надежности технологического процесса	0,98	0,99
использования сменного времени	0,80	0,82
использования эксплуатационного времени	0,76	0,80
Показатели качества технологического процесса		
Потери зерна за жаткой, %	Не более 0,50	0,39
В том числе:		
свободным зерном	Н. д.	0,18
зерном в срезанных колосьях		0,21
зерном в несрезанных колосьях		0

Скоростной режим до 9 км/ч при урожайности 18 ц/га приводил к повышенным потерям зерна за молотилкой комбайна. Производительность в час основного, сменного и эксплуатационного времени соответственно составила 7,7; 6,3 и 6,1 га, что не соответствует требованиям СТ ТОО. Удельный расход топлива на 1 га при использовании жатки составил 6,7 кг, коэффициент надежности технологического процесса – 0,99, коэффициент использования сменного времени – 0,82, коэффициент использования эксплуатационного времени – 0,80, потери зерна за жаткой – 0,39%, что соответствует требованиям СТ ТОО.

Результаты энергетической оценки показали, что при стабильном выполнении технологического процесса на скорости движения до 7,7 км/ч на привод жатки необходимо до 12,4 кВт, что составляет 6% мощности двигателя комбайна.

За период испытаний жатки навесной «Дон-Мар ЖН-16» при наработке 184 ч основного времени отмечен один отказ II группы сложности, коэффициент готовности по оперативному времени составил 0,996 с учетом организационного времени 0,991. Данные показатели сопоставимы с аналогичными показателями надежности лучших аналогов из дальнего и ближнего зарубежья. Жатка соответствует требованиям СТ ТОО по всем показателям надежности. Ее преимущества – применение в конструкции транспортерных лент, а угловая передача в приводе режущего аппарата жатки положительно сказывается на качестве среза, обеспечивает облегчение движения массы и повышение надежности жатки. Кроме того, использование в конструкции жатки опорных колес дает возможность работать на увлажненных почвах. В ходе испытаний были проверены 10 показателей и 106 параметров безопасности. Установлено, что проверенные показатели и параметры безопасности соответствуют всем предъявляемым требованиям.

Выводы

1. Установлено, что при агротехнической оценке жатки навесной «Дон Мар ЖН-16» на скоростях движения 4,1; 4,8 и 7,7 км/ч потери зерна за жаткой составили 0,29; 0,34 и 0,41% соответственно, загрузка молотилки комбайна – 60; 78 и 126%. Производительность в час основного времени – 6,4; 7,4 и 11,8 га. Скорость движения свыше 6 км/ч приводила к перегрузке молотилки комбайна и потерям зерна выше допустимых значений.

2. При эксплуатационно-технологической оценке жатки на скорости движения 5 км/ч потери зерна за жаткой составили 0,39%, что соответствует требованиям СТ ТОО. Энергетическая оценка показала, что при скорости движения до 7,7 км/ч и стабильном выполнении технологического процесса на привод жатки необходимо до 12,4 кВт (6% мощности двигателя комбайна «Асрос-585»).

3. По результатам оценки надежности общая наработка жатки навесной «Дон-Мар ЖН-16» за период испытаний составила 184 ч основного времени. За этот период отмечен один конструктивный отказ II группы сложности. В ходе испытаний были проверены 10 показателей и 106 параметров безопасности. Установлено, что проверенные показатели и параметры безопасности соответствуют всем предъявляемым требованиям.

4. Испытательной лабораторией КФ ТОО «НПЦ агроинженерии» жатка навесная «Дон Мар ЖН-16» рекомендована к применению на прямом комбайнировании с высокопроизводительными комбайнами 5 и 6 класса в зоне Северного Казахстана.

Список

использованных источников

1. Рекомендации по применению комплексов машин и оборудования для комплексной механизации возделывания культур в системе точного земледелия для различного уровня оснащённости хозяйств в Костанайской области: рекомендации (КФ ТОО «НПЦ агроинженерии») / В.Л. Астафьев [и др.]. Костанай, 2020. 28 с.

2. Астафьев В.Л., Голиков В.А. Обоснование типажа зерноуборочных комбайнов и жаток, применяемых в регионах Казахстана // С.-х. машины и технологии. 2018. № 4. С. 10-15.

3. Астафьев В.Л., Жалнин Э.В. Оценка эффективности зерноуборочных комбайнов различных классов в условиях Северного Казахстана // С.-х. машины и технологии. 2018. № 3. С. 17-21.

4. Babkenov A.T., Babkenova S.A., Abdullayev K.K., Kairzhanov Y.K. Breeding Spring Soft Wheat for Productivity, Grain Quality, and Resistance to Adverse External Factors in Northern Kazakhstan // Journal of Ecological Engineering. 2020. № 21 (6). Pp. 8-12.

5. Астафьев В.Л., Султанов И.И. Обоснование рационального соотношения зерноуборочных комбайнов с жатками для очёса и прямого комбайнирования при формировании стерневых кулис в северном регионе Казахстана // Вестник Курганской ГСХА. 2021. №1 (37). С. 56-60.

6. Сидоренко О.В. Мировые тенденции производства и потребления зерна // Экономический анализ: теория и практика. 2011. № 33. С. 19-25.

7. Пашинин С.С. Повышение эффективности работы порционной жатки на уборке зерновых культур посредством её оснащения дополнительными устройствами // Известия Оренбургского ГАУ. 2016. № 3 (59). С. 90-92.

8. Астафьев В.Л., Ташмухамедов Р.Ф., Живулько У.В. Обоснование параметров хедеров и жаток-хедеров к зерноуборочным комбайнам различных

классов в режиме неполной загрузки молотилки // С.-х. машины и технологии. 2021. Т. 15. № 1. С. 34-40.

9. ГОСТ 20915-2011. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний. М.: ФГУП «Стандартинформ». 2013. 23 с.

10. ГОСТ 28301-2007. Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний. Минск: Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации. 2007. 53 с.

11. ТР ТС 010/2011. О безопасности машин и оборудования. Утвержден решением комиссии Таможенного союза от 18.10.2011. № 823.

12. ГОСТ 12.2.002-91. Техника сельскохозяйственная. Методы оценки безопасности. М.: ИПК «Издательство стандартов». 1997. 60 с.

Test Results of the Harvester Mounted “Don Mar ZhN-16”

P.G. Ivanchenko

(Kostanay Affiliate of LLP “SPC Agroengineering”, Kazakhstan)

Summary: The test results of the mounted harvester “Don Mar ZhN-16” are given. The testing laboratory of KF LLP “SPC Agroengineering” recommended the mounted harvester “Don Mar ZhN-16” for use in direct combining with high-performance combines of the 5th and 6th class in the zone of Northern Kazakhstan.

Key words: wide-cut harvester, Northern Kazakhstan, combine harvester, tests, productivity, incomplete loading of the thresher.



УДК 631.674

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-7-14-17

Использование современных поливных машин и установок

Е.Е. Подольская,
науч. сотр.,
gost304@yandex.ru

Е.В. Бондаренко,
науч. сотр.,
Evgbond3190063@yandex.ru

В.Е. Таркивский,
д-р техн. наук,
зам. директора,
tarkivskiy@yandex.ru
(Новокубанский филиал
ФГБНУ «Росинформагротех»
[КубНИИТИМ])

Аннотация. Рассмотрено значение оросительных мероприятий, представлена классификация видов орошения, полива, выполнен анализ основных показателей работы отечественных поливных машин и установок, агротехнических требований, предъявляемых к ним. Проведено исследование нормативных документов, используемых при проведении испытаний данных агрегатов.

Ключевые слова: орошение, капельный полив, чек, борозда, гибкий поливной трубопровод, стандарт.

Постановка проблемы

В нашей стране около 70% сельскохозяйственных земель расположено в зонах малого или неустойчивого естественного увлажнения, поэтому достаточный уровень производства сельскохозяйственной продукции может быть обеспечен только с использованием орошения сельскохозяйственных земель [1].

Ирригация и оборудование для орошения полей необходимы в современном сельском хозяйстве для повышения производительности и урожайности. Чтобы выбрать соответствующее оборудование, необходимо учитывать особенности культур, рельефа почвы и наличие источников воды. Совершенствование современных систем и технологий ирригации существенно повышает эффектив-

ность, устойчивость сельскохозяйственного орошения. Использование техники для орошения позволяет экономить воду, снизить затраты труда и повысить урожайность, что способствует стабильному развитию сельскохозяйственной отрасли и получению прибыли [2, 3].

В настоящее время для полива сельскохозяйственных культур применяется широкий спектр машин, оборудования и агрегатов отечественного и зарубежного производства. Новые технологии и машины должны соответствовать требованиям нормативной документации, что устанавливается в процессе испытаний. В настоящее время при оценке поливных машин и установок на межгосударственном уровне отсутствует единый стандарт, позволяющий установить соответствие современным условиям и потребностям. Порядок проведения и описание методов определения функциональных показателей поливных машин и установок регламентируется лишь стандартом Ассоциации испытателей Российской Федерации, который не содержит основных видов оценок, проводимых при испытаниях данной техники. Поэтому с учетом снижения барьеров в торговле между государствами-членами Таможенного союза и СНГ вопрос создания полноценного межгосударственного документа, регулирующего процедуру испытаний данных машин, является актуальным.

Цель исследований – анализ используемых современных машин и оборудования для полива сельскохозяйственных угодий и исследование нормативной документации, применяемой при их испытании.

Материалы и методы исследования

Материалом для проведения исследований послужили результаты

испытаний поливных машин и оборудования, открытые данные сети Интернет, информация с сайтов предприятий-производителей машин для полива, нормативные документы в области испытаний и другие литературные источники.

По различным моделям поливных машин проведен отбор наиболее применяемых в сельском хозяйстве, выполнен анализ основных технических характеристик и номенклатуры функциональных показателей качества выполнения технологического процесса при испытаниях поливных машин в соответствии с действующей нормативной документацией.

Исследование проводилось с использованием аналитического, сравнительного и информационно-логического методов анализа информации.

Результаты исследований и обсуждение

Создание и внедрение современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе высокотехнологичных ресурсосберегающих технологий полива, предусмотрены Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы (ФНТП), утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 [4]. Выполнение задач ФНТП направлено на получение стабильно высокого уровня урожайности сельскохозяйственных культур.

В соответствии с «Государственной программой эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса российской федерации» (ведомственный проект «Мелиорация (орошение и осушение) земель сельскохозяйственного назначения»)

[5] к концу 2031 г. планируется выполнить гидромелиоративные мероприятия на площади 853,5 тыс. га на землях сельскохозяйственного назначения.

Согласно официальным данным из открытых источников [6], площадь мелиорированных земель в Российской Федерации составляет 9,47 млн га, в том числе 4,69 млн га – орошаемых. В производстве сельскохозяйственных культур используется 7,08 млн га мелиорированных земель, в том числе 3,89 млн га – орошаемых. На поливных землях производят до 70% овощной, бахчевой продукции, весь рис, часть кормов для животноводства и др. К маловодным регионам в России относят земли, входящие в состав Северо-Кавказского и Южного федеральных округов, Самарской и Саратовской области, где имеется около 2,92 млн га орошаемых земель.

Одним из главных показателей эффективности использования орошаемых земель является организация и проведение поливов сельскохозяйственных культур. Существует различная классификация видов орошения и полива в зависимости от назначения, времени действия и способа проведения.

По назначению рассматривают увлажнительное (благоприятный водный режим для растений и почвы), удобрительное (внесение и транспортировка удобрений), утеплительное (для согревания почвы), влагозарядковое (для аккумуляции воды в почве) и промывочное (для вымывания токсичных солей) орошение. По времени действия – регулярное (вода поступает в установленном количестве и определенный срок) и периодическое (один массированный полив).

По видам полива выделяют орошение:

- аэрозольное (мелкодисперсное) – увлажнение мельчайшими каплями воды почвы и околоземного слоя. Часто применяют для защиты от заморозков;

- поверхностное – поток воды поступает самотеком на поле (затопление, напуск по полосам, бороздам);

- дождевание – влага под напором с помощью специальных машин и на-

сосов разбрызгивается в виде дождя на растения и землю;

- внутрипочвенное – увлажнение корнеобитаемой зоны с помощью системы подпочвенных увлажнителей (водоводов);

- капельное – разновидность внутрипочвенного орошения, вода по гибким трубопроводам, расположенным на поверхности или под землей, поступает капля за каплей или из специальных капельниц; позволяет использовать минимальные объемы воды, междурядья при этом остаются сухими. Используется для полива многолетних растений (сады, виноградники, некоторые овощные культуры, культуры закрытого грунта);

- сублиригация – активный подъем грунтовых вод к поверхности почвы.

К машинам и оборудованию для полива независимо от способа орошения предъявляются определенные требования по обеспечению подачи воды в заданные сроки и установленном количестве, при минимальных потерях, с наименьшими трудо- и энергоемкостью, невысокой стоимостью. Кроме того, данная техника должна удовлетворять агротехническим требованиям: глубина увлажнения почвы – не менее 30 см, не допускается сток воды с орошаемого поля, повреждение растений – не более 2%, запрещается размыв почвы, эксплуатационные дороги не должны занимать более 3% при заборе воды из закрытых источников и 4% – из открытых каналов [7].

Технологии поверхностного полива в основном применяются в южных регионах Российской Федерации, площадь орошаемых земель составляет примерно 350 тыс. га, посевы риса поливаются на площади около 170 тыс. га. Оросительными машинами и установками поливается около 1,1 млн га, капельное орошение охватывает площадь более 55 тыс. га [8]. Урожайность сельскохозяйственных культур напрямую зависит от своевременного полива, который позволяет создать запасы влаги в корнеобитаемом слое почвы до начала вегетации, увлажнить верхний иссушенный слой перед по-

севом или посадкой, восстановить запасы питательной влаги в почве в течение вегетации. Эффективное водоснабжение возможно с использованием специальной поливной техники.

При поверхностном поливе используют вспомогательное оборудование: сифоны-водовыпуски, трубки-сифоны, гибкие поливные трубопроводы. Воду в поливную сеть подают и распределяют по площади через данное оборудование. Сифоны представляют собой изогнутые трубки, по которым воду переливают из водоприемника на поле. Их заполняют водой и вручную раскладывают вдоль оросителя. Применяют сифоны-водовыпуски диаметром 150 или 250 мм с регулируемым расходом воды (10,5-42 л/с), полиэтиленовые трубки-сифоны диаметром от 20 до 50 мм. Один рабочий обслуживает 50-120 сифонов.

Гибкие поливные трубопроводы изготавливают из полиэтилена или капроновой ткани, покрытой специальным составом, с рабочим давлением 0,04-0,06 МПа. Трубопровод укладывают поперек, располагая водовыпуски с шагом, равным ширине междурядий. По окончании работы трубопроводы освобождают от воды и наматывают на барабан для переезда на другое поле. Системы капельного полива позволяют подводить воду к каждому растению в виде отдельных капель и состоят из контрольно-распределительного блока, магистрального и распределительных трубопроводов, капельниц. Капельный полив работает с давлением 0,07-0,28 МПа. Низконапорные системы предпочтительнее, в них применяют дешевые трубы и капельницы наибольшего диаметра, что снижает риск их забивания. Междурядья поддерживаются в сухом состоянии, что создаёт неблагоприятные условия для роста сорной растительности. Капельный полив позволяет в районах с дефицитом влаги использовать минимальное количество воды.

При проведении данного исследования были изучены технологии полива с применением отечественных стационарных автоматизированных

поливных трубопроводов (АПТ), лотков (АПЛ), установок (АШУ), модификаций переносных поливных комплектов (КДП), поливных колесных трубопроводов ТКП-90, ТКУ-100, работающих от гидрантов стационарной или разборной оросительной сети, поливного передвижного агрегата ППА-165У, станции насосной передвижной электрифицированной СНПЭ-240/30, передвижных сифонных установок или насосных установок типа НПР-200, СНЧ 75/40, СНП 120/30.

В результате анализа установлено, что исследуемые машины и установки для полива эффективно и качественно выполняют технологический процесс, что соответствует требованиям ТУ. Результаты проведенного анализа по определению качества работы поливных машин и установок представлены в таблице.

В данное время испытания машин и установок для полива проводят по стандарту СТО АИСТ 11.3-2004 [9], который устарел и не позволяет на современном уровне оценить методы оценки функциональных показателей испытаний для машин данного типа. Кроме того, данным документом не предусмотрено определение показателей основных видов оценок, проводимых при испытаниях поливных машин и оборудования, поэтому разработка нового стандарта на методы

испытаний машин и установок данного типа с учетом развития области применения является актуальной.

В Новокубанском филиале ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ) совместно с машиноиспытательными станциями Российской Федерации и другими заинтересованными организациями в рамках выполнения научно-исследовательских работ ведется переработка данного документа в межгосударственный стандарт, который будет действовать на территории СНГ. При выполнении работ будут учтены современные требования, предъявляемые к такой технике, регламентированные действующей нормативной документацией в данной сфере. Все работы по пересмотру устаревшего документа будут проведены с учетом положений по разработке межгосударственных стандартов.

Ведущими специалистами КубНИИТиМ в области информационных технологий одновременно с подготовкой указанного стандарта разрабатывается программное обеспечение, позволяющее с высокой точностью и оперативностью обрабатывать данные результатов испытаний поливных машин в соответствии с новым стандартом. Программисты имеют большой опыт в написании подобных программ, их разработки отвечают современному уровню компьютерных технологий и позво-

ляют в кратчайшие сроки обработать и проанализировать результаты испытаний [10].

Выводы

1. Полив играет важную роль в сельском хозяйстве, особенно в регионах с засушливым климатом, позволяя эффективно использовать водные ресурсы для выращивания сельскохозяйственных культур и повышения урожайности. Благодаря использованию современных технологий полива сельхозтоваропроизводители могут обеспечить эффективную и результативную работу для получения наибольшей урожайности и прибыли при минимизации потерь воды.

2. Существуют различные технологии полива: поверхностный затоплением, напуском по полосам, поверхностный по бороздам и чекам, капельный, дождевание, аэрозольное увлажнение, внутрипочвенный, комбинированный. Каждый вид полива предполагает использование машин и установок соответствующего типа. Современный рынок предлагает большое количество оборудования для полива.

3. Создание автоматизированной, высокопроизводительной, экологически безопасной техники для полива при минимизации затрат на информационное обеспечение, материально-технические, энерге-

Показатели качества выполнения технологического процесса и техническая характеристика поливных машин

Показатели	Марка машины (установки)										
	АПТ	АПЛ	АШУ	КДП	ТКП-90	ТКУ-100	ППА-165У	СНПЭ 240/30	НПР-200	СНЧ 75/40	СНП-120/30
Расход воды, л/с	110	150	4,5	30	50	55	200	340	200	75	120
Напор воды, м	1,5	0,6	40	3	20	15	5,5	33	36	40	30
Расход водовыпуска, л/с	1,5	0,6	1	0,5	0,3	0,3	2	3	1,8	1,5	2,1
Длина борозды, м	200	400	200	250	400	400	300	-	-	-	-
Схема полива	Продольная	Поперечная	Продольная	Продольно-поперечная	Поперечная		Продольная	-	-	-	-
Площадь полива, га	16	12	0,12	2	0,75	0,8	10	36	22	35	60
Обслуживающий персонал	1	1	1 на 16 шт.	1 на 2 шт.	1 на 4 шт.	1 на 4 шт.	2	1	1	1	1-2

тические, водные, трудовые ресурсы в зависимости от человеческого и климатического факторов и максимизации критериев эргономичности, надежности, управляемости и безопасности предполагает ее соответствие требованиям актуальной нормативной документации.

Список

использованных источников

1. Планирование водопользования при орошении сельскохозяйственных культур: инстр.-метод. изд. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. 172 с.
2. **Щедрин В.Н.** Выбор и оценка технологий орошения / В.Н. Щедрин, А.А. Бурдун, С.М. Васильев // Эколого-мелиоративные аспекты научно-производственного обеспечения АПК. М.: Современные тетради, 2005. С. 450-456.
3. Гидромелиоративные системы нового поколения / Б.Б. Шумаков [и др.]; под ред. Б.Б. Шумакова. М.: ВНИИГиМ, 1997. 110 с.
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.08.2017 № 996 «Об утверждении Федеральной

научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы» // Собрание законодательства Российской Федерации. 2017. № 36. Ст. 5421.

5. Постановление Правительства Российской Федерации от 14 мая 2021 г. № 731 «О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/rugovclassifier/895/events/> (дата обращения: 20.03.2023).

6. Актуальные вопросы развития мелиоративного комплекса маловодных регионов Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://council.gov.ru/activity/activities/roundtables/103748/> (дата обращения: 10.04.2023).

7. **Кленин Н.И., Егоров В.Г.** Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. М.: Колос, 2003. 464 с.

8. Агропромышленный комплекс России в 2021 году : сб. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. 552 с.

9. СТО АИСТ 11.3-2004. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины

и установки поливные. Методы оценки функциональных показателей. Новокубанск: ФГНУ РосНИИТиМ, 2004. 38 с.

10. **Лютый А.В., Подольская Е.Е., Таркинский В.Е.** Программное обеспечение к стандартам на методы испытаний // АгроФорум. 2022. № 1. С. 64-66.

Use of Modern Irrigation Machines and Units

E.E. Podolskaya, E.V. Bondarenko, V.E. Tarkvsky
(Novokubansk Affiliate of FGBNU "Rosinformagrotech" [KubNIITiM])

Summary: The significance of irrigation measures is considered, a classification of types of irrigation and watering is presented, analysis of the main performance indicators of domestic irrigation machines and units, agrotechnical requirements for them is carried out. A study of regulatory documents used in the testing of these units was carried out.

Key words: irrigation, drip irrigation, check, furrow, flexible irrigation pipeline, standard.



ПроПротеин

Форум и экспо

+7 (495) 585-5167 | info@proprotein.org | www.proprotein.org

Форум и выставка по производству и использованию новых пищевых протеинов: растительные заменители мяса, культивируемое мясо, насекомые как еда.

Форум является уникальным специализированным событием отрасли в России и СНГ и пройдет 21 сентября 2023 в отеле Холидей Инн Лесная в Москве

Возможности для рекламы:

Выбор одного из спонсорских пакетов Форума позволит Вам заявить о своей компании, продукции и услугах, и стать лидером быстрорастущего рынка.



УДК 631.86:631.17

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-7-18-21

Внекорневое питание кукурузы на зерно комплексом биопрепаратов

М.А. Белик,

науч. сотр.,

Mashabelik@yandex.ru

Т.А. Юрина,

науч. сотр.,

agrolaboratoriya@mail.ru

О.Н. Негреба,

науч. сотр.,

olganegreba@yandex.ru

(Новокубанский филиал

ФГБНУ «Росинформагротех»

[КубНИИТиМ]);

А.А. Ермаков,

директор,

ervakov@bioeragroup.ru

(ООО «БиоЭраГрупп»)

Аннотация. Рассмотрены результаты применения трехкомпонентной системы питания «АгроМаксимум Антистресс + Защита» (торговой марки «АгроВерм») на внекорневой обработке вегетирующих растений кукурузы на зерно в существующей производственной технологии. Выявлено, что применение системы питания по вегетирующим растениям способствовало улучшению биометрических параметров растений кукурузы и увеличению урожайности зерна на 7,9 %.

Ключевые слова: кукуруза на зерно, трехкомпонентная система питания, внекорневая обработка, фенологическое наблюдение, урожайность.

Постановка проблемы

Основной задачей сельхозтоваропроизводителей является не только получение высоких устойчивых урожаев, но и поддержание плодородия пахотных земель. В современном сельском хозяйстве применение большого количества средств защиты растений (СЗР) химического происхождения влечет за собой увеличение пестицидной нагрузки, снижение урожайности и качества сельхозпродукции. Для решения данных проблем сельхозтоваропроизводители

стали практиковать использование препаратов биологического происхождения. [1].

Применение биопрепаратов оказывает положительное влияние на формирование и развитие растений при возделывании пропашных культур. Оптимизация питания растений стимулирует их рост, повышает иммунные способности и, как следствие, способствует увеличению продуктивности [2, 3]. Биологические препараты, в отличие от химических, безвредны для человека и окружающей среды, благодаря чему улучшаются экологические характеристики почвы, питание растений дополняется витаминами и микроэлементами, повышается устойчивость растений к стрессовым погодным условиям, а содержание нитратов уменьшается в 2-2,5 раза [4, 5].

На сегодняшний день разработано большое количество биологических препаратов с разными составами и дозами микроэлементов, различными способами их применения под сельскохозяйственные культуры, возделываемые по интенсивным технологиям. Выбор наиболее эффективных препаратов для определенных культур и конкретных условий хозяйствования является насущной и актуальной задачей [6, 7].

В связи с этим назрела необходимость изучения применения биопрепаратов на сельскохозяйственных культурах при переходе на биологизированные системы ведения сельхозпроизводства.

Цель исследований – оценка трехкомпонентной системы питания торговой марки «АгроМаксимум Антистресс + Защита» (АгроВерм) на внекорневой обработке кукурузы на зерно в производственных условиях.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились в хозяйственных посевах на базе исследовательского полигона Новокубанского филиала ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ).

Технологические операции по обработке почвы после уборки предшественника (озимая пшеница) выполнялись по схеме:

- двойное лущение стерни агрегатом Versatile 2375 + Challenger 1435 (на глубину 8-10 см);

- пахота зяби К-700А + ПНУ8-40 (20-25 см);

- предпосевная культивация К-744Р1 + КШМ-10,8 (6-8 см).

Для чистоты эксперимента опытные делянки заложены в рамках одного поля. Делянки были засеяны среднеспелым гибридом кукурузы «Пионер Р9241» компании «Pioneer». Растение среднерослое, прочный стебель повышает устойчивость к полеганию. Гибрид отличается высокой устойчивостью к стрессам и засухе, пузырчатой головне, фузариозу початков и гельминтоспориозу [8].

Поделяночный посев проводили агрегатом МТЗ-82 + Kuhn Planter III с нормой высева 5 шт/м пог. (рис. 1). Внекорневые обработки по вегетирующим растениям были выполнены агрегатом МТЗ-82 + ОПГ-3000/24МК «Гварта 5» (рис. 2), схема опыта представлена в табл. 1.

Обработки по вегетирующим растениям, наблюдения и учет проводились в соответствии с рекомендациями по применению трехкомпонентной биологической системы питания «АгроМаксимум Антистресс + Защита» (ООО «БиоЭраГрупп») и согласно методике полевого опыта, разработанной совместно со специалистами КубНИИТиМ и ООО «БиоЭраГрупп».



Рис. 1. Посев кукурузы на зерно агрегатом МТЗ-82 + Kuhn Planter III



Рис. 2. Обработка вегетирующих растений агрегатом МТЗ-82 + ОПГ-3000/24МК «Гварта 5»

Таблица 1. Технологические схемы обработок посевов кукурузы на зерно

Фаза растений	Контрольная схема	Опытная схема (АгроВерм)
3-5 листьев	Гербицид Модерн, КЭ (0,5 л/га) + Органоминеральное удобрение Гумат Калия (0,5 л/га)	
5-7 листьев	ЖКУ с микроэлементами	Комплекс «АгроМаксимум Антистресс + Защита» (Мастер (1,0 л/га) + Экран (0,5 л/га) + Триходерма (0,5 л/га))
		Экстра Zn (0,7 л/га)

В трехкомпонентную биологическую систему питания входят следующие препараты [9]:

● АгроВерм МАСТЕР – препарат на основе вермикомпоста, содержащий в составе низкомолекулярные гуминовые кислоты, фульвовые кислоты и аминокислоты. Является антидепрессантом, помогает растениям восстановиться после заморозков, засухи, гербицидного стресса, повреждения вредителями, повышает иммунитет и устойчивость растений к болезням;

● АгроВерм ЭКРАН – бактериальный препарат, содержащий в составе живые клетки, споры и комплекс метаболитов *Bacillus Subtilis*, которые подавляют размножение патогенных грибов и бактерий продуктами своей жизнедеятельности;

● АгроВерм ТРИХОДЕРМА – биопрепарат для листовых обработок, угнетает развитие фитопатогенов прямым паразитированием, подавляет патогенных возбудителей, которые распространяются через почву и

растительные остатки. В составе – споры и мицелий гриба-антагониста *Trichoderma viride* и продукты метаболизма – биологически активные вещества.



3-5 листьев



5-7 листьев

Рис. 3. Мониторинг растений кукурузы в разные фазы развития

Все технологические операции были идентичны и соответствовали общепринятой в хозяйстве схеме возделывания кукурузы на зерно.

Результаты исследований и обсуждение

Мониторинг изменения высоты растений кукурузы производили в течение всего вегетационного периода (табл. 2, рис. 3).

В результате проведенного мониторинга высоты растений установлена более высокая динамика роста растений в опыте с применением

Таблица 2. Динамика изменения высоты растений по фазам развития культуры

Фаза растений	Высота растений, см	
	контрольная схема	опытная схема
3-5 листьев	8,3	8,3
5-7 листьев	14,2	14,8
7-9 листьев	20,3	22,4
Цветение	223	232

Таблица 3. Урожайность и характеристика растений кукурузы на зерно

Показатели	Значение показателя	
	контрольная схема	опытная схема (АгроВерм)
Урожайность, ц/га	102,32	110,38
Высота, см:		
растения	261,3	278
расположения нижнего початка	103,5	124,6
Диаметр початка, см	4,9	5,1
Длина початка, см	17,2	18,3
Масса 1000 зерен, г	337,70	428,98

биопрепаратов торговой марки «Агро-Верм». Высота в фазе 5-7 настоящих листьев составила 14,8 см, в период 7-9 настоящих листьев – 22,4 см, что на 0,6 см и на 2,1 см соответственно превышает показатели контрольно-

го варианта. При достижении фазы цветения высота растений, обработанных биопрепаратами системы питания «АгроМаксимум Антистресс + Защита» (ООО «БиоЭраГрупп»), имела значительные различия с кон-

трольным вариантом и составляла 232 см, что на 9 см выше растений, обработанных по хозяйственной (контрольной) схеме.

Оценку продуктивности кукурузы по зерну по участкам опыта проводили в один день комбайном Палессе GS 12 с адаптером ПСП-10.00.00 при средней влажности зерна около 12,5 %.

Результаты мониторинга посевов (рис. 4) по вариантам опыта, проведенного перед уборкой, приведены в табл. 3.

Данные, представленные в табл. 3, свидетельствуют об улучшении основных биометрических параметров растений, обработанных биопрепаратами системы питания «АгроМаксимум Антистресс + Защита» (ООО «БиоЭраГрупп»), по отношению к растениям, обработанным по хозяйственной (контрольной) схеме:

- высота растения больше на 16,7 см, или на 6,4 %;
- средняя высота расположения нижнего початка выше на 21,1 см, или на 20,4 %;
- длина початка увеличилась в среднем на 1,1 см, или на 6,4 %;
- диаметр початка увеличился в среднем на 0,2 см, или на 4,1 %.

Применение биологического комплекса торговой марки «АгроВерм» способствовало увеличению массы 1000 зерен на 91,28 г, или на 27 %, что значительно повлияло на увеличение урожайности кукурузы на зерно на 8,06 ц/га, или на 7,9 %.

Выводы

1. Применение биопрепаратов оказывает положительное влияние на формирование и развитие пропашных культур, способствуя получению высоких урожаев и поддержанию плодородия почв.

2. В результате производственных исследований было установлено, что внекорневая обработка посевов кукурузы на зерно в фазе 3-5 листьев культуры трехкомпонентной биологической системой питания «АгроМаксимум Антистресс + Защита» вместо хозяйственной обработки органоминеральным удобрением Гумат Калия способствовала улучшению



Рис. 4. Общий вид растений кукурузы на зерно перед уборкой

основных биометрических показателей растений (высота, диаметр и длина початка), увеличению массы 1000 зерен на 91,28 г, или на 27 %, что повысило урожайность культуры на 8,06 ц/га, или на 7,9 %.

Список

использованных источников

1. **Посыпанов Г.С.** Растениеводство. Проблемы экологии и растительного белка: монография. М.: ИНФРА-М. 2015. 251 с.
2. **Фокин С.А.** Влияние методов внесения микробиологических удобрений на физические показатели качества зерна яровой пшеницы // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: Всеросс. науч.-практ. конф. Благовещенск. 2018. С. 22-27.
3. **Чеботарь В.К., Завалин А.А., Ариткин А.Г.** Применение биомодифицированных минеральных удобрений. М., 2014. 142 с.
4. **Авдеенко А., Авдеенко И.** Влияние листовых и корневых подкормок на урожайность кукурузы на зерно // Междунар. исслед. журнал. 2015. № 11-6 (42). С. 44-46.

5. **Belik M.A., Sviridova S.A., Yurina T.A.** The effectiveness of the use of leaf fertilizing in the cultivation of corn // Ensuring sustainable development in the context of agriculture, green energy, ecology and earth science: II International scientific and practical conference (ESDCA-II-2022) 012091, 6 p., DOI 10.1088/1755-1315/1045/1/012091.
6. **Жариков М.Г., Кочкаров А.Х.-М., Зверев А.В., Волкова Г.В.** Испытания нового органоминерального удобрения со стимулирующим рост действием «Арк-сой» в условиях Краснодарского края // Экологические проблемы развития агроландшафтов и пути их решения: матер. Междунар. науч.-эколог. конф. Краснодар, 2018. С. 471-477.
7. **Юрина Т.А., Свиридова С.А., Белик М.А., Негреба О.Н.** Эффективность применения современных отечественных препаратов в производственных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур // Техника и оборудование для села. 2022. № 5 (299). С. 36-39.
8. Р 9241 – сорт растения кукурузы [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/kukuruza/p-9241> (дата обращения: 12.03.2023).

9. Биопрепараты AgroVerm (каталог 2020) [Электронный ресурс]. URL: <http://begagro.com> (дата обращения 15.03.2023).

Foliar Nutrition of Corn for Grain With a Complex of Biological Products

M.A. Belik, T.A. Yurina, O.N. Negreba
(Novokubansk branch of
Federal State Budgetary Scientific Institution
"Rosinformagrotech" [KubNIITIM])
A.A. Ermakov
(BioEraGroup LLC)

Summary. The results of the application of the three-component nutrition system "AgroMaximum Antistress + Protection" (trademark "AgroVerm") on foliar treatment of vegetative corn plants for grain in the existing production technology are considered. It was revealed that the use of the nutrition system for vegetative plants contributed to the improvement of the biometric parameters of corn plants and an increase in grain yield by 7.9%.

Keywords: corn for grain, three-component nutrition system, foliar treatment, phenological observation, yield.



ПротеинТек

Форум и экспо

+7 (495) 585-5167 | info@proteintek.org | www.proteintek.org

Форум и выставка по производству и использованию кормовых протеинов и глубокой переработке высокобелковых культур

Форум является уникальным специализированным событием отрасли в России и СНГ и пройдет 20 сентября 2023 года в отеле Холидей Инн Лесная, Москва

Возможности для рекламы:

Выбор одного из спонсорских пакетов Форума позволит Вам заявить о своей компании, продукции и услугах, и стать лидером быстрорастущего рынка растительных и микробных протеинов.

УДК 519.863, 663.541.1

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-7-22-27

Теоретические подходы к оптимизации уборки топинамбура в условиях неопределенности

В.И. Старовойтов,

д-р техн. наук, проф.,

гл. науч. сотр., зав. отделом,

agronir1@mail.ru

О.А. Старовойтова,

д-р с.-х. наук,

гл. науч. сотр.,

agronir2@mail.ru

(ФГБНУ «ФИЦ картофеля

имени А.Г. Лорха»);

А.А. Манохина,

д-р с.-х. наук, проф.,

a.manokhina@rgau-mscha.ru

(ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА

имени К.А. Тимирязева»);

Н.В. Воронов,

канд. техн. наук, доц.,

777777@mail.ru

(ФГБОУ ВО «Российский

государственный

гидрометеорологический университет»);

Т.А. Щеголихина,

науч. сотр.,

schegolikhina@rosinformagrotech.ru

(ФГБНУ «Росинформагротех»)

роспелка, Интерес, Интерес 21, Калужский, Солнечный, Сиреники, Новость ВИР, Пасько, Омский. Промышленная площадь под посадками данной культуры в России составляет около 3 тыс. га. Топинамбур возделывается в Липецкой, Костромской, Тверской, Самарской, Рязанской, Ленинградской, Курской, Тульской, Ульяновской, Нижегородской, Волгоградской, Омской, Московской, Саратовской, Кировской и Ярославской областях, Крыму, Кабардино-Балкарской и Чувашской республиках, Краснодарском и Ставропольском краях и других регионах [1].

Уборка промышленных посадок топинамбура является сложной задачей, связанной с большими потерями, и ранее не изучалась. Технологический процесс промышленной уборки связан с параметрами растения и почвы. Уборка клубней определяется их размерами и качеством сепарации почвы комбайнами, которая, в свою очередь, определяется составом и влажностью почвы. Принципиальная особенность возделывания топинамбура заключается в том, что клубни легко переносят морозы в поле, поэтому их можно выкапывать как осенью, так и весной. Качество механизированной уборки клубней топинамбура S определяется формулой четыре «П»: производительность, потери, повреждения, примеси в бункере [2-4].

$$S = F (X_{np}; X_{пот}; X_{нов}; X_{прим}), \quad (1)$$

где X_{np} – производительность уборки в сутки, т;

$X_{пот}$ – потери при уборке (количество клубней на поле после прохода комбайна), т/га;

$X_{нов}$ – повреждения клубней при уборке, т/га;

$X_{прим}$ – примеси почвы и растительные остатки в бункере, т/га.

Для дальнейшего анализа показатели X формулы (1) целесообразно разделить на две группы: положительно оценивающие процесс уборки X_{np} и проблемы, тормозящие этот процесс: $X_{пот}$, $X_{нов}$, $X_{прим}$.

Агротехнические требования к уборке вытекают из формулы (1) и по результатам исследований имеют определенные параметры. Потери клубней топинамбура при выкапывании не должны превышать 3%. Чистота клубней при комбайновой уборке должна быть не менее 95%, повреждение клубней – не более 3%. При послеуборочной обработке топинамбура клубни разделяют на две фракции: крупную (масса клубней более 50 г) и мелкую (30-50 г). Клубни массой менее 30 г отдают в отходы. Допустимая величина повреждений клубней рабочими органами комбайнов – не более 1%.

Аннотация. Представлена математическая модель для решения задачи построения оптимального графика процесса уборки топинамбура в случае, когда все параметры математической модели известны точно. Предложен алгоритм построения оптимального графика. Рассмотрены различные стратегии процесса уборки в условиях неопределенности некоторых параметров модели. Приведены результаты вычислительных экспериментов, позволяющие оценить различные стратегии процесса уборки топинамбура с точки зрения увеличения готового продукта по окончании процесса обработки сырья.

Ключевые слова: топинамбур, поле, уборка, оптимальный график, венгерский алгоритм, неопределенность параметров модели.

Постановка проблемы

Топинамбур является культурой с уникальными свойствами, в клубнях которой содержится большое количество сухих веществ (до 25%), клетчатка и богатый набор минеральных элементов (железо, марганец, кальций, магний, калий, натрий). Наиболее популярными сортами топинамбура, выращиваемыми в России, являются Ско-

Чистота крупной и средней фракций – не менее 99%, мелкой – 97%. Однако эти параметры взаимосвязаны и зависят от погодных условий, используемой техники и стратегии уборки [3-5].

Процессы механизированной уборки клубней топинамбура – определенное воздействие человека, т.е. процесс управления [4, 5]. В каждом случае существует лучшее с той или иной точки зрения, оптимальное управление, минимизирующее или максимизирующее в зависимости от поставленной задачи некоторую целевую функцию. Это в полной мере относится и к процессу уборки топинамбура.

Оптимизация уборки является целью многих исследований [6], при этом один из основных вопросов заключается в том, в каком порядке убирать с поля различные сорта топинамбура, отличающиеся между собой по коммерческой ценности (количеству крупных клубней), чтобы получить по возможности максимальный выход готового продукта при переработке в сироп, чипсы. Следует учитывать, что в течение процесса уборки в данном сезоне все сорта топинамбура меняют свою производственную ценность за счет роста (осенью) или прорастания (весной), пораженности болезнями, изменения коэффициента потерь, связанных с погодными условиями.

Дополнительная трудность в решении вопроса формирования графика уборки топинамбура состоит в отсутствии полной информации о том, как быстро различные его сорта теряют полезные свойства и как этот процесс сказывается на выходе готового продукта. С учетом указанного обстоятельства задачу поиска графика уборки культуры следует рассматривать как задачу управления в условиях неопределенности.

Цель исследований – математически описать и оптимизировать процесс уборки топинамбура.

Материалы и методы исследования

Промышленная уборка топинамбура осуществляется механизированным способом: 2-, 4-рядными копателями-валкоукладчиками (с укладкой клубней в междурядье соседних необработанных рядков с последующей уборкой комбайнами) или прямым комбайнированием. Наиболее эффективным высокопроизводительным способом уборки топинамбура является комбинированная уборка (рис. 1 а-в).

Эффективность уборки во многом зависит от контроля качества вороха перед погрузкой в транспорт (рис. 2). Контролер своевременно информирует тракториста о наличии повышенного количества земли и повреждений клубней, что позволяет своевременно скорректировать настройки для улучшения качества поступающего выкопанного топинамбура. Потери ($X_{ном}$) являются показателем, определяющим эффективность уборки, они существенно зависят от степени деградации культуры и должны базироваться на исходно качественном топинамбуре (рис. 3), что определяется уровнем технологии возделывания, генетическими и семенными показателями используемых семян.

В связи с возрастающим интересом к топинамбуру как к культуре для крупномасштабного возделывания возникает необходимость более глубокого изучения преимуществ и недостатков вариантов механизированной уборки.

Исследования выполнены в соответствии с Методикой проведения исследований по культуре топинамбура



а



б



в

Рис. 1. Промышленная уборка топинамбура:

а – высокопроизводительный картофелеуборочный комбайн Колнаг Spirit 6200 для уборки клубней топинамбура;

б – механизированная уборка топинамбура комбайном Grimme 150-60 SE;

в – комбинированная уборка топинамбура



Рис. 2. Контроль качества топинамбура на переборочном столе комбайна



Рис. 3. Насыпь промышленного сорта топинамбура

бура [4]. В качестве материалов использовались посадки топинамбура сортов Омский белый и Сиреники. Уборку выполняли картофелеуборочными комбайнами Колнар Spirit 6200 и Grimme 150-60 SE.

Результаты исследований и обсуждение

Оптимальная стратегия уборки топинамбура.

Предположим, что есть n полей ($n = 10$), на которых растет топинамбур. Урожай с одного поля составляет определенную массу. Масса одной партии топинамбура – урожай с одного поля. Различные партии топинамбура отличаются по производственной ценности. Определим производственную ценность как содержание крупных клубней в i -й партии топинамбура a_i . Таким образом, для уборки топинамбура необходимо n этапов. Предположим, что за время уборки на j -м этапе i -я партия топинамбура из-за погодных условий, высокой влажности почвы имеет большие потери, прорастает, теряет в массе, убирается с определенными потерями. Обозначим b_{ij} как коэффициент, определяющий потери при уборке i -й партии топинамбура на j -м этапе уборки. Тогда у i -й партии топинамбура производственная ценность будет изменяться следующим образом: $a_i b_{i1}$ – после первого этапа, $a_i b_{i1} b_{i2}$ – после второго, $a_i b_{i1} b_{i2} \dots b_{in-1}$ – к последнему этапу уборки (если эта партия топинамбура не будет убрана с поля до этого момента). Очевидно, что для данных коэффициентов справедливо неравенство

$$0 < b_{ij} \leq 1. \quad (2)$$

Предполагается, что в течение одного этапа уборки партии производственная ценность топинамбура не меняется. Пронумеруем партии топинамбура в порядке убывания сохранности:

$$a_1 \geq a_2 \geq \dots \geq a_n. \quad (3)$$

Если уборку топинамбура проводить именно в таком порядке, то выход готового продукта (качество уборки) пропорционален величине

$$S_1 = a_1 + a_2 b_{21} + a_3 b_{31} b_{32} + \dots + a_n b_{n1} b_{n2} \dots b_{nn-1}. \quad (4)$$

Если изменить порядок уборки, то выход готового продукта будет пропорционален

$$S_{(i(j))} = a_{i(1)} + a_{i(2)} b_{i(2)1} + a_{i(3)} b_{i(3)1} b_{i(3)2} + \dots + a_{i(n)} b_{i(n)1} b_{i(n)2} \dots b_{i(n)n-1}. \quad (5)$$

Задача о наилучшей стратегии уборки топинамбура может быть поставлена следующим образом: среди множества всех возможных перестановок n натуральных чисел $1, 2, 3, \dots, n$ найти перестановку $i(j)$, при которой достигается максимум функции $S_{(i(j))}$. Заметим, что всего существует $n!$ различных перестановок (различных вариантов уборки) n партий топинамбура, т.е. при решении задачи методом полного перебора следует вычислить и сравнить $n!$ значений целевой функции.

Если коэффициенты не зависят от состояния поля с топинамбуром, то оптимальной стратегией уборки будет тождественная перестановка $i(j) = j$. Другими словами, оптимальную уборку в этом случае следует вести начиная с поля с наибольшей урожайностью крупных клубней и далее в порядке её уменьшения.

При нахождении оптимального порядка уборки партий сырья можно существенно сократить число вычислений, обозначив

$$p_{i1} = a_i, p_{i2} = a_i b_{i1}, p_{in} = a_i b_{i1} \dots b_{in}. \quad (6)$$

Из элементов p_{ij} сформируем квадратную матрицу $n \times n$:

$$P = (p_{ij}). \quad (7)$$

В этой матрице номер столбца определяет номер этапа уборки, а номер строки соответствует номеру партии топинамбура. В этих обозначениях задача выбора оптимальной стратегии уборки может быть поставлена следующим образом. Из каждой строки матрицы P необходимо выбрать по одному элементу так, чтобы в каждом столбце находился только один из выбранных элементов, а сумма выбранных элементов была максимальной. Задача в такой постановке эквивалентна известной «задаче о назначениях» [7, 9], которая и в наше время играет

заметную роль в практических оптимизационных задачах [8, 10]. Для её решения в 1955 г. Гарольдом Куном был разработан алгоритм, получивший название «венгерский» [11-13].

Стратегия уборки топинамбура с учетом неопределенности коэффициентов b_{ij} . При уборке топинамбура на практике не все числовые параметры задачи, описанные в предыдущем разделе, известны и имеют точные числовые значения. Так, если параметры, отвечающие значениям размеров клубней a_i для различных сортов топинамбура, можно измерять сравнительно точно, то параметры b_{ij} , характеризующие степень потерь топинамбура из-за высокой влажности почвы, которые зависят от плохо прогнозируемых погодных условий, не представляется возможным. Возникает вопрос, как в этом случае грамотно организовать процесс уборки топинамбура. Для этого предлагается рассмотреть и оценить две стратегии уборки [14, 15].

Стратегия № 1 («жадный алгоритм»). Критерием, устанавливающим приоритет для начала уборки поля с посадками топинамбура, является размер клубней и состояние почвы, определяющее возможность комбайновой уборки (влажность). Перед началом очередного этапа уборки устанавливают размер клубней (по наибольшему поперечному диаметру). Качество уборки топинамбура определяется четырьмя «П».

С одной стороны, важным параметром является валовой сбор стандартного топинамбура, определяемый производительностью комбайнов. С другой, – параметры, снижающие производительность: из-за погодных условий, высокой влажности почвы, влияющей на сепарацию (производительность уборочных машин), потери, повреждения и примеси в бункере комбайна. Поле, имеющее сорт с наибольшим размером клубней топинамбура и лучшие условия комбайновой уборки, убирается в первую очередь. Урожай с этого поля и направляется на переработку или хранение на данном этапе.

Стратегия № 2 («программа А») формируется в соответствии с некоторыми эмпирически оцененными значениями коэффициентов b_{ij} , например, с учетом опыта уборки топинамбура предыдущих лет. Полагаем, что для любого i -го поля с посадками топинамбура b_{ij} – константа, зависящая только от j -го этапа уборки. Самый простой для осуществления на предприятии и, как будет показано впоследствии, вполне подходящий способ задания требуемых коэффициентов состоит в вычислении их усредненных за несколько последних лет значений. В этом случае стратегия заключается в последовательной уборке, начиная с сорта с наибольшим количеством крупных клубней и далее в порядке их уменьшения, т.е. в порядке, отвечающем тождественной перестановке 1, 2, 3, ..., n .

В вычислительных экспериментах предполагается, что уборка топинамбура происходит, например, на n этапах (количество дней уборки в соответствии с агросроками). Число полей в данном случае определяет количество этапов, равное 10 ($n=10$). Параметры клубней a_i задаются на

равномерной сетке отрезка $[0, 15; 0, 25]$. Коэффициенты b_{ij} – как случайные величины, полученные из равномерного распределения на отрезке $[b_m, 1]$. Вычислительные эксперименты проводятся для трех различных значений параметра b_m : 0,85; 0,90; 0,95.

На рис. 4 представлены четыре кривые, отображающие поэтапно выход продукции для различных стратегий уборки. Кривые, представленные на рис. 4а, отвечают значению $b_m = 0,85$. Генерируются случайные значения коэффициентов b_{ij} , для полученного набора коэффициентов с использованием венгерского алгоритма строится оптимальная стратегия уборки.

Кривая, отмеченная синим цветом, отвечает оптимальной стратегии, зеленым цветом – стратегии «жадный алгоритм», оранжевым – «программа А», красным – «программа Б», для которой случайным образом выбрана последовательность полей с топинамбуром для каждого из этапов уборки.

На рис. 4 б, в приведены аналогичные кривые для значений b_m 0,9 и 0,95 соответственно. Лучшей является оптимальная стратегия уборки топинамбура. Однако на практике эту стратегию реализовать нельзя, поскольку в действительности значения параметров b_{ij} заранее неизвестны, тем не менее метод может служить своеобразным эталоном для оценки других стратегий уборки.

Оптимальной стратегии несколько уступает «жадный алгоритм». Следующей по эффективности выхода готового продукта идет стратегия «программа А», для полученного набора коэффициентов с использованием венгерского алгоритма строится оптимальная стратегия уборки. Кривая, отмеченная синим цветом, отвечает оптимальной стратегии, зеленым – стратегии «жадный алгоритм»; оранжевым – стратегии «программа А», красным – стратегии «программа Б», для которой случайным образом выбрана последовательность полей с топинамбуром для каждого из этапов уборки.

Данные о конечном выходе готового продукта сведены в таблицу, в которой показаны выраженные в процентах относительные средние «потери» при уборке топинамбура, полученного с применением различных стратегий уборки по отношению к оптимальной стратегии. При формировании таблицы проводился следующий вычислительный эксперимент: 100 раз генерировались наборы случайных, равномерно распределенных на отрезке $[b_m, 1]$ коэффициентов b_{ij} , для оптимальной стратегии уборки топинамбура и других стратегий вычислялись значения конечного продукта, которые затем усреднялись для каждой стратегии уборки.

Значения потерь относительно оптимального плана

b_m	Потери, %		
	«жадный алгоритм» μ_g	«программа А» μ_1	«программа Б» μ_2
0,85	4,7	14	27,9
0,90	4,5	9,6	21,8
0,95	3,5	4,8	13,2

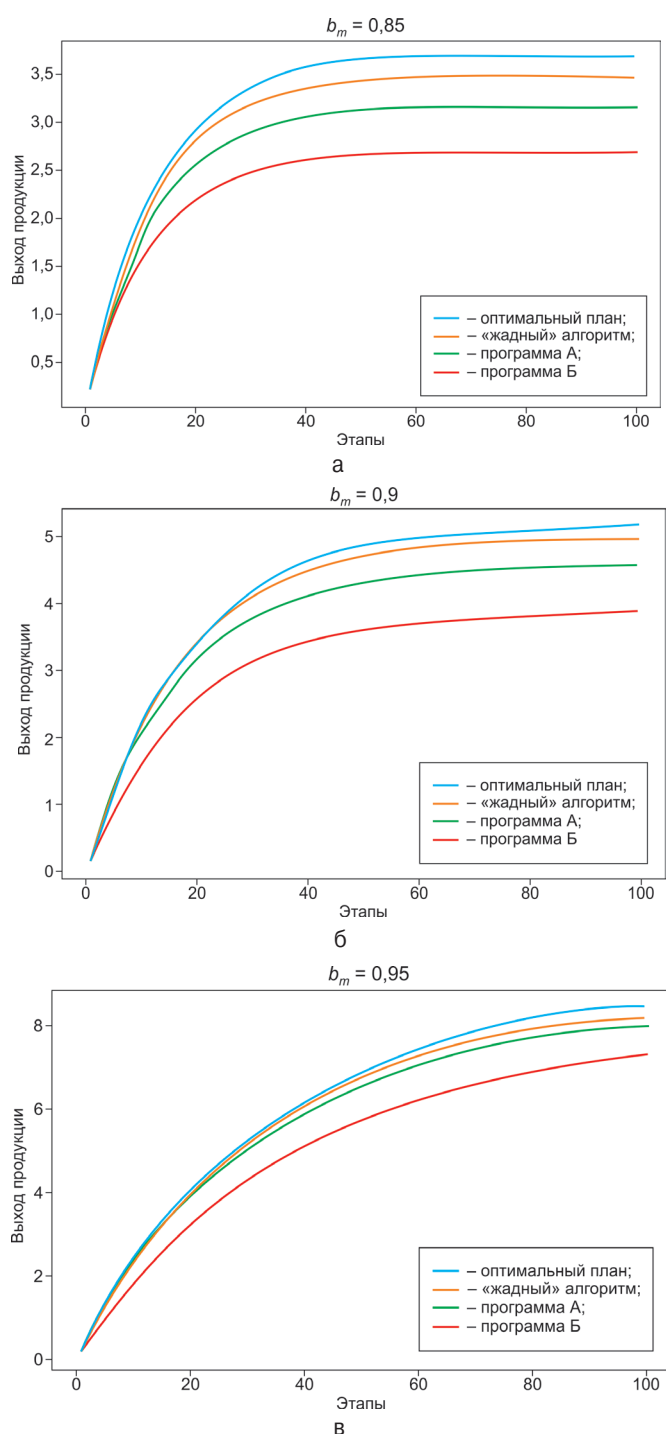


Рис. 4. Выход продукции для различных стратегий уборки:
а – при $b_m = 0,85$; б – при $b_m = 0,9$; в – при $b_m = 0,95$

Обозначим как S_0, S_g, S_1, S_2 – значения для конечных выходов продукции, обеспечиваемые соответственно оптимальной стратегией уборки, «жадным алгоритмом», стратегией «программа А» и стратегией «программа Б» для некоторого случайного набора коэффициентов b_{ij} .

Усредним полученные случайные величины по всем 100 наборам параметров b_{ij} ; полученные средние величины обозначим

$$\langle S_0 \rangle, \langle S_g \rangle, \langle S_1 \rangle, \langle S_2 \rangle, \quad (8)$$

тогда относительные средние «потери» могут быть представлены в виде

$$\mu_g = \frac{\langle S_0 - S_g \rangle}{S_0}; \quad \mu_1 = \frac{\langle S_0 - S_1 \rangle}{S_0}; \quad \mu_2 = \frac{\langle S_0 - S_2 \rangle}{S_0}. \quad (9)$$

Обсудим достоинства и возможные недостатки приведенных стратегий уборки топинамбура, которые могут быть реализованы на практике. Речь, прежде всего, идет о стратегиях уборки «жадный алгоритм» и «программа А». Из указанных рисунков следует, что «жадный алгоритм» обеспечивает больший выход готового продукта, чем «программа А». С другой стороны, применение «жадного алгоритма» на практике предполагает ежесуточное проведение измерений параметров клубней и проверку пригодности каждого из оставшихся к данному моменту полей. Это может вызывать дополнительные трудности и затраты, например, дополнительные расходы на оплату работ по проведению измерений либо связанные с установкой соответствующих приборов, способных выполнять измерения и передавать данные в автоматическом режиме.

Стратегия «программа А» уступает «жадному алгоритму» (иногда значительно), в то же время она изначально определяет порядок уборки топинамбура и не предполагает ежесуточного измерения на полях, что не требует дополнительных затрат на изменение дислокации машин на уборке топинамбура.

Стратегия «программа Б», построенная на случайном выборе порядка уборки топинамбура и соответствующая на практике ситуации, когда порядок уборки топинамбура ведется по принципу «сегодня топинамбур убирается с того поля, которое территориально находится ближе всего к производству и не требует меньших дополнительных транспортных расходов».

Как видно из рис. 4 и таблицы, потери на выходе готового продукта по сравнению с оптимальной стратегией и с другими двумя предложенными стратегиями оказываются весьма значительными.

Выводы

1. Поставлена и решена задача уборки топинамбура при оптимальной стратегии уборки. В случае, когда известны все коэффициенты поэтапной деградации клубней топинамбура, задача сводится к известной задаче о назначениях, поэтому точное ее решение может быть получено посредством применения венгерского алгоритма или его разновидностей. На практике заранее все точные коэффициенты поэтапной деградации клубней топинамбура в течение сезона неизвестны.

2. Предложены два способа решения задачи в условиях неопределенности. Первый, основанный на применении «жадного алгоритма», опирается на замеры параметров топинамбура и поля для каждого сорта в начале каждого этапа. Стратегия второго («программа А») опирается на однократное измерение параметров топинамбура

и поля, которое проводится перед первым этапом переработки. Как показал вычислительный эксперимент, при больших объемах партий топинамбура потери «жадного алгоритма» не превосходят 5% по сравнению с оптимальным. С возрастанием нижней границы коэффициента деградации топинамбура и поля до 0,95 потери «программы А» составляют менее 5% по сравнению с оптимальной стратегией уборки. С учетом ресурсов, требуемых для необходимых измерений параметров топинамбура и поля, «программа А» представляется более предпочтительной стратегией уборки топинамбура.

Список использованных источников

1. Влияние молекулярной сушки на физико-химические параметры и антиоксидантную активность клубней топинамбура / А.А. Манохина [и др.] // Техника и оборудование для села. 2023. № 5. С. 27-31.
2. Манохина А.А. Разработка и освоение научно обоснованной технологии механизированного возделывания топинамбура: дис. ... д-р с.-х. наук. М., 2017.
3. Jerusalem artichoke as a strategic crop for solving food problems / А.А. Manokhina [et al.] // Agronomy. 2022. Т. 12. № 2. 465.
4. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А. Методика проведения исследований по культуре топинамбура // Вестн. ФГБОУ ВО МГАУ им. В.П. Горячкина, 2018. № 1 (83). С. 7-14.
5. Manokhina A.A., Starovoitova O.A., Starovoitov V.I. Improving the technological process for the mini-tubers production of the original seed of jerusalem artichoke // IOP CONFERENCE SERIES: EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCE. The conference proceedings. IOP Publishing, 2019. С. 012091.
6. Банди Б. Основы линейного программирования. М.: Радио и связь. 1989. 176 с.7
7. Баландин Д.В., Кузенков О.А. Оптимизация графика переработки сырья в пищевой промышленности // Modern engineering and innovative technologies. 2021. № 17, Part 1. С. 59-66.
8. Хыдырова Г.Д., Душкина А.Ю., Савина А.Г. Математическая модель задачи о назначениях и возможности ее использования при принятии управленческих решений // Научные записки. ОрелГИЭТ. 2014. № 1 (7). С. 305-310.
9. Модель и алгоритмизация оптимизационной задачи о назначениях в условиях дополнительных ограничений / Р.Ю. Кордюков [и др.] // Программные продукты и системы. 2016. № 2 (114). С. 16-22.
10. Kuhn H.W. The Hungarian Method for the Assignment Problem // Nav. Res. Logistics Quart, 2. 1955. P. 83-97.
11. Munkres J. Algorithms for the Assignment and Transportation Problems // J. SIAM. 5(1). March, 1957. P. 32-38.
14. Hopcroft J.E., Richard M. Karp An $n^{5/2}$ algorithm for maximum matchings in bipartite graphs // SIAM Journal on Computing, 1973. Т. 2(4). P. 225-231.
15. Рафгарден Т. Совершенный алгоритм. Жадные алгоритмы и динамическое программирование. СПб: Питер, 2020. 256 с.

Theoretical Approaches to Optimization of Topinambur Harvesting Under Uncertainty

V.I. Starovoitov, O.A. Starovoitova

(A.G. Lorkh Federal State Budgetary Scientific Institution of Potatoes)

A.A. Manokhina

(FGBOU VO "RSAU - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev")

N.V. Voronov

(FGBOU VO "Russian State Hydrometeorological University")

T.A. Shchegolikhina

(Rosinformagrotech)

Summary: A mathematical model is presented for solving the problem of constructing an optimal schedule for the Jerusalem artichoke harvesting process in the case when all the parameters of the mathematical model are known exactly. An algorithm for constructing an optimal graph is proposed. Various strategies of the harvesting process are considered under the uncertainty of some model parameters. The results of computational experiments are presented, which make it possible to evaluate various strategies for the process of harvesting Jerusalem artichoke from the point of view of increasing the finished product at the end of the processing of raw materials.

Key words: Jerusalem artichoke, field, harvesting, optimal schedule, Hungarian algorithm, uncertainty of model parameters.



УДК 62-79

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-7-28-33

Экспериментальный образец счетчика-индикатора для мониторинга технического состояния воздухоочистителя двигателя трактора

Ю.В. Катаев,*канд. техн. наук,
вед. науч. сотр.,
ykataev@mail.ru***М.Н. Костомахин,***канд. техн. наук,
вед. науч. сотр.,
redizdat@mail.ru***Н.А. Петрищев,***канд. техн. наук,
вед. науч. сотр.,
gosniti14@mail.ru***А.С. Саяпин,***мл. науч. сотр.,
comaconcrsas@mail.ru***В.А. Казакова,***мл. науч. сотр.,
lab-stand@mail.ru***Е.В. Пестряков,***мл. науч. сотр.,
unlimeted-007@yandex.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)*

Аннотация. Представлены результаты проведенных постановочных опытов с использованием экспериментального образца счётчика-индикатора для мониторинга работы воздухоочистителя. На основании анализа исходной информации предложены рекомендации по повышению эффективности проведения его обслуживания.

Ключевые слова: трактор, дизельный двигатель, фильтр, счетчик-индикатор, техническое обслуживание, мониторинг.

Постановка проблемы

Высокие показатели надежности тракторов напрямую связаны с полным и добросовестным соблюдением владельцами рекомендаций производителей при проведении технического обслуживания (ТО) согласно ГОСТ 20793-2009 [1]. При контроле соответствия технического состояния

в большинстве операций при ЕТО используются органолептические методы по ГОСТ ISO 6658-2016 [2], базирующиеся на субъективном восприятии конкретного оператора, его опыте и обеспечении необходимых условий для проведения работ (освещенность, отсутствие внешнего шума и т.д.), поэтому при оценке технического состояния техники часто возникают ошибки. Так как большую часть времени при проведении сельскохозяйственных и промышленных работ тракторы эксплуатируются в условиях значительной запыленности, требуется более тщательный подход к оценке состояния систем очистки воздуха с использованием дополнительных средств инструментального контроля для недопущения рисков появления отказов II и III группы.

Наиболее показательным примером ответственного и добросовестного отношения к соблюдению требований изготовителя тракторов является своевременное обслуживание воздухоочистителя дизельного двигателя. В случае некачественного проведения работ увеличиваются риски пылевого износа кривошипно-шатунного механизма (КШМ), цилиндропоршневой группы двигателя внутреннего сгорания (ЦПГ ДВС), повышения уровня дымности отработавших газов, снижения мощности, повышения расхода масла на угар.

К сожалению, отечественные производители тракторов и двигателей в представляемых инструкциях по эксплуатации описывают процедуру оценки технического состояния воздухоочистителя ДВС только с помощью индикаторов предельного состояния, внезапно возникающего

в процессе эксплуатации. Для недопущения простоев при проведении сельскохозяйственных работ необходим непрерывный контроль состояния, что позволит оператору заранее подготовить трактор, своевременно выполнив необходимое техническое обслуживание.

Анализ сайтов отечественных производителей фильтров показал, что производители в инструкциях по эксплуатации часто не приводят значения параметров технического состояния, не дают указаний по правильному их обслуживанию, не раскрывают и не описывают возможные ошибки, возникающие при техническом обслуживании.

В свою очередь, дилеры зарубежных компаний-производителей фильтров на своих сайтах публикуют тематические статьи по правильному использованию предлагаемого спектра продукции для технического обслуживания фильтров. Такая информация представлена для наглядности в виде схем и рисунков и позволяет детально изучать вопросы установки, способы контроля технического состояния [3].

Одним из лидеров в разработке систем фильтрации и контроля технического состояния фильтров является компания Donaldson Filtration Solutions [4]. Для контроля состояния воздушных фильтров она предлагает следующую продукцию (рис. 1):

- градуированные или однопозиционные индикаторы, указывающие на уровень засорения фильтра и необходимость его замены;

- переключатели, позволяющие визуально контролировать и передавать электрический сигнал на расположенный в кабине индикатор;

- датчики с дисплеями для электронного контроля уровня засорения фильтров с непрерывной подачей сигнала;

- беспроводные датчики Filter Minder для телеметрических систем.



Рис. 1. Средства контроля состояния фильтров:

а – индикаторы; б – переключатели; в – беспроводные датчики



Рис. 2. Датчик ДСФ для индикации предельной загрязненности воздушного фильтра

В настоящее время в отечественных тракторных двигателях (ЯМЗ, ТМЗ, МТЗ и др.) для контроля предельной загрязненности фильтров (на уровне 650-700 мм вод. ст.) используются датчики-сигнализаторы типа ДСФ производства ОАО «Экран» РБ (рис. 2) [5]. При этом необходимо признать, что это единственное средство контроля и его исправность не контролируется дополнительными датчиками или средствами в процессе эксплуатации трактора. Для своевременного проведения операций по его обслуживанию на технике, эксплуатирующейся в условиях повышенной запыленности, необходимо иметь данные по текущему состоянию воздушного фильтра. Такая информация позволит минимизировать риски простоя техники по техническим и логистическим причинам.

Так как воздушные фильтры являются расходным материалом, несвоевременное их обслуживание приводит к нарушению правил эксплуатации, поэтому контроль их состояния – актуальный вопрос для сервисных служб эксплуатационных организаций, а также производителей техники при осуществлении гарантийного периода эксплуатации.

Цель исследования – анализ состояния вопроса и разработка экспериментального образца – средства контроля для мониторинга технического состояния воздухоочистителя ДВС.

Материалы и методы исследования

При проведении исследований в качестве исходных данных были использованы информация с сайтов производителей, инструкции по эксплуатации техники и публикации научных работ. Кроме того, анализировалась справочная и нормативно-техническая документация ГОСНИТИ [6-7]. Использовались материалы, полученные в рамках НИР и НИОКР ФГБНУ ФНАЦ ВИМ [8]. Исследования проводились с применением информационно-логического анализа информации, а также на основе полученных данных постановочных экспериментов.



Рис. 3. Приспособление для оценки герметичности впускного тракта ДВС KI-4870 ГОСНИТИ

Ряд исследований по изучению влияния на надежность узлов и деталей двигателя указывает на высокую скорость изнашивания прецизионных сопряжений, прежде всего, ЦПГ турбокомпрессора (ТКР), КШМ из-за абразивных частиц пыли в воздухе и масле. При этом авторы констатируют, что проникновение абразивных частиц в двигатель при его эксплуатации происходит главным образом через воздухоочиститель. Как следствие, ухудшаются мощностные и топливно-экологические параметры двигателя, увеличивается дымность отработавших газов за счет увеличения расхода масла на угар, повышаются расход картерных газов и уровень отложений в фильтрах системы смазки [8-11].

При проведении ТО двигателей, имеющих инерционно-масляный воздухоочиститель, например Д-243, изготовитель рекомендует осуществлять проверку уровня масла и его состояния через 1000 ч или по срабатыванию датчика, а герметичности впускного тракта – через 500 ч работы [12].

При обслуживании воздушного фильтра двигателей ЯМЗ и ТМЗ производители допускают его очистку сжатым воздухом (до 6 раз) или в некоторых случаях промывку (до 3 раз) с последующим визуальным контролем на наличие повреждений. Также при проведении ТО воздухоочисти-

теля рекомендуется контролировать наличие подсоса в воздушном тракте с помощью U-образного пьезометра или приспособления для оценки герметичности КИ-4870 ГОСНИТИ (рис. 3) [13-14].

Необходимо учитывать, что при эксплуатации трактора в условиях ограниченного воздухообмена отработавшие газы (в том числе сажа) неизбежно попадают в систему очистки воздуха, тем самым интенсифицируя процесс загрязнения фильтров и, соответственно, увеличивая частоту его замены.

Результаты исследований и обсуждение

В рамках продолжения проведения НИР и НИОКР ФГБНУ ФНАЦ ВИМ [15-18] был разработан экспериментальный образец счетчика-индикатора, позволяющий осуществлять контроль

текущего технического состояния воздухоочистителя. При проведении постановочных опытов были отработаны режимы его использования на экспериментальной установке (рис. 4, 5).

Счетчик-индикатор позволяет при достижении контрольной уставкой номинальной частоты вращения коленчатого вала ($1800 \pm 250 \text{ мин}^{-1}$) проводить мониторинг состояния фильтра в режиме онлайн. При этом были запрограммированы и назначены следующие параметры контроля:

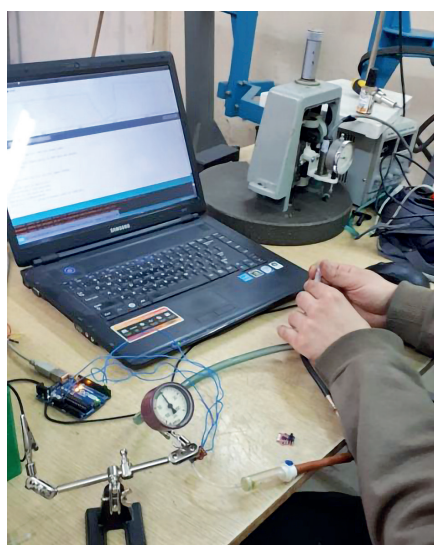
- уровень разрежения за фильтром (менее 2 кПа) характеризует разгерметизацию впускного тракта и фильтра – немедленная остановка двигателя и проведение неотложного обслуживания (нарушение правил эксплуатации);
- номинальное сопротивление фильтра (2-6,5 кПа) – минимальная загрязненность;

● предельное сопротивление фильтра (разрежение 6,5-7,5 кПа) – значительная загрязненность;

● аварийное сопротивление фильтра (разрежение более 7,5 кПа) – недопустимая загрязненность и необходимо неотложное проведение обслуживания (нарушение правил эксплуатации).

Для расширения возможностей разработанного экспериментального счетчика-индикатора при проведении ТО возможно его использование для оценки уровня давления картерных газов в полости дизеля для оперативной оценки технического состояния сапуна, ЦПГ и наличия избыточного давления (50-200 Па) в кабине оператора для недопущения попадания пыли, согласно МУ 2.2.2.1914-04 [19].

Проведенные постановочные опыты на дизельном двигателе Д-243 показали потенциальную эффектив-



а



б



в

Рис. 4. Общий вид экспериментальной установки при контроле технического состояния системы очистки воздуха:

а – при моделировании перепадов давления; б – при моделировании частоты вращения; в – при контроле системы визуализации

P1:-0.06	P2:-7.09
RPM: 1774	alarm: 7.50
P1-P2: 7.03	
LIMIT STATE!	

а

P1:-0.01	P2:-8.99
RPM: 1838	alarm: 7.50
P1-P2: 8.97	
FILTER DIRTY!	

б

P1:-0.03	P2:-5.71
RPM: 1879	alarm: 7.50
P1-P2: 5.68	
Normal condition.	

в

P1:-0.04	P2:-1.73
RPM: 1895	alarm: 7.50
P1-P2: 1.68	
LEAKAGE!	

г

Рис. 5. Внешний вид табло счетчика-индикатора при моделировании технического состояния воздушного фильтра:

а – предельное состояние (разрежение 6,5-7,5 кПа); б – аварийное состояние (разрежение более 7,5 кПа); в – номинальное состояние (разрежение 2-6,5 кПа); г – разгерметизация воздуховода, фильтра (разрежение менее 2 кПа)

ность применения разработанного счетчика-индикатора и предлагаемых решений по контролю воздухоочистителя, а также экспресс-контролю давления в полости двигателя и кабине оператора по следующим направлениям:

- определение источника повышенного давления в полости ДВС (более 44 КПа из-за загрязненной сетки сапуна), что минимизирует риски подтекания (выдавливания) масла (рис. 6, 7);

- измерение и передача данных в режиме онлайн о текущем состоянии системы очистки воздуха или наличии негерметичности воздушного

тракта, что позволяет минимизировать риски пылевого износа ЦПГ для обоснования своевременного планирования процедуры обслуживания или замены фильтра;

- детализация состояния отдельных цилиндров с определением характера и выявлением аномальных значений амплитуды пульсаций картерного газа в картере двигателя при дополнительном подключении к АЦП (L-card E-14-140M);

- определение недостаточного уровня (менее 50Па) избыточного давления в кабине, необходимого при проведении работ в условиях повышенной запыленности.

После обслуживания воздухоочистителя и сапуна двигателя Д-243 были проведены контрольные сравнительные измерения, которые показали, что уровень дымности отработавших газов снизился на 10-12%, а ускорение коленчатого вала при свободном разгоне увеличилось на 3-5%. Это свидетельствует о положительном эффекте использования экспериментального счетчика-индикатора при оценке технического состояния техники.

При составлении инструкций по эксплуатации тракторов необходимо рекомендовать производителям дополнять разделы по обслуживанию с описанием нормируемых значений параметров технического состояния фильтров и сапунов, а также давления в кабине оператора. Это позволит проводить дистанционный онлайн-мониторинг технического состояния техники, в том числе находящейся в лизинге, для недопущения нарушения правил ее эксплуатации, а также снизить риски ее отказов, особенно при проведении полевых работ в условиях сильной запыленности, своевременно проводить техническое обслуживание фильтров ДВС и кабины оператора.

Выводы

1. Сельскохозяйственные тракторы при выполнении сельскохозяйственных и промышленных работ эксплуатируются в сложных условиях повышенной запыленности, которые требуют от оператора повышенного внимания к состоянию воздушных фильтров для своевременного их обслуживания или замены. Отсутствие систем контроля текущего состоя-

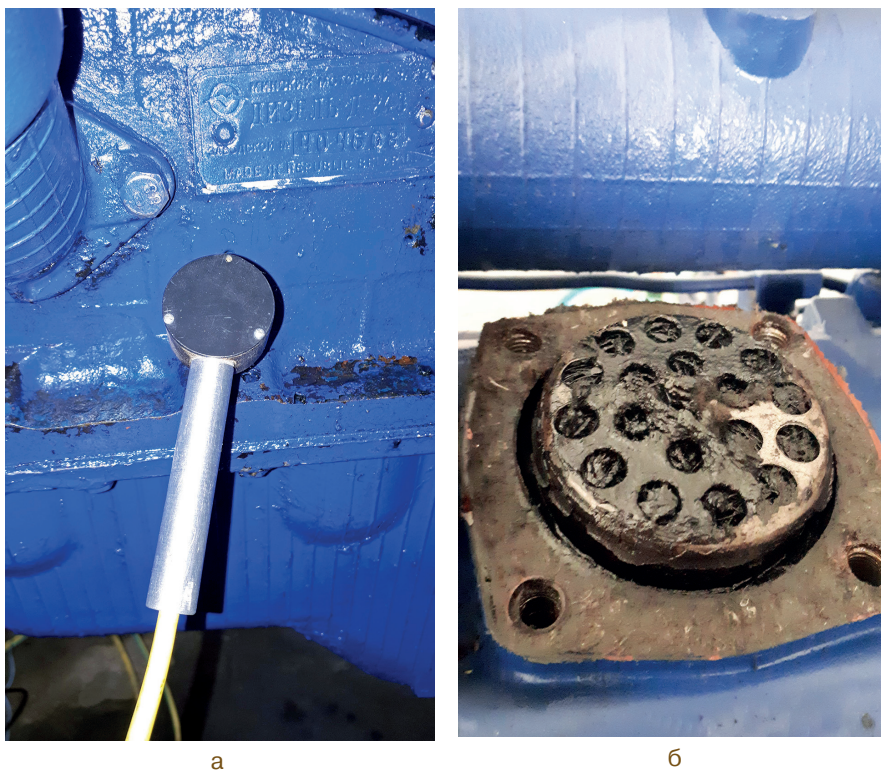


Рис. 6. Процесс контроля давления картерных газов на Д-243:
а – место установки датчика давления; б – загрязненная сетка сапуна

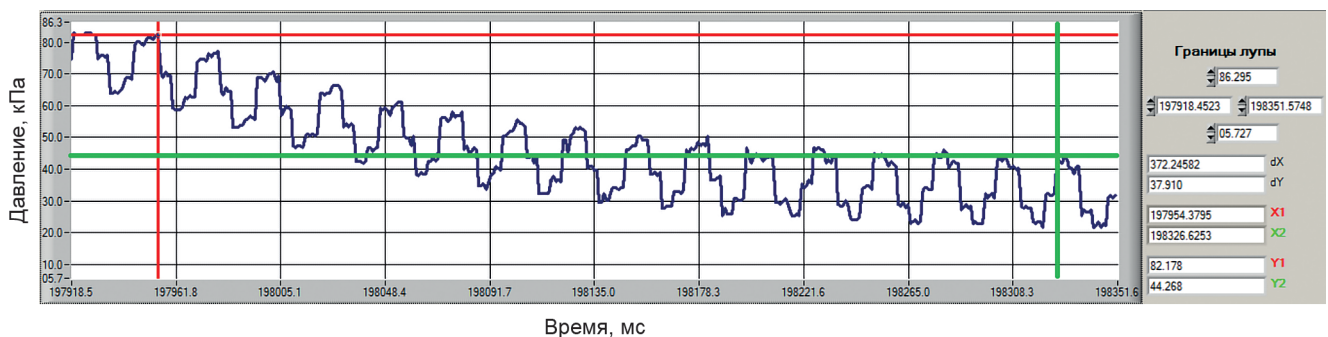


Рис. 7. Процесс визуализации процесса оценки пульсации давления картерных газов ($n = 1100 \text{ мин}^{-1}$)

ния фильтров в случае прорыва или разгерметизации может привести к значительным рискам попадания абразивных частиц во впускной тракт двигателя и вызвать пылевой износ ЦПГ.

2. Разработан экспериментальный образец счетчика-индикатора технического состояния воздушного фильтра дизеля, который позволяет оценивать техническое состояние в процессе эксплуатации, а также определять качество проведенного обслуживания.

3. Анализ зарубежных производителей фильтров показал, что ведется большая работа по разъяснению конечным потребителям процедур и особенностей их обслуживания, предлагаются к установке системы контроля технического состояния фильтров для обеспечения высокой эксплуатационной надежности техники.

4. Проведены постановочные опыты по оценке текущего состояния воздушного фильтра, а также определению давления картерных газов в полости дизеля и перепада давлений в кабине оператора. Опыты показали потенциально высокую диагностическую ценность получаемой информации для своевременного обслуживания систем питания воздухом, вентиляции картера, микроклимата кабины.

5. Для недопущения нарушений правил эксплуатации тракторов необходимо повышать контролепригодность систем фильтрации с использованием средств онлайн-мониторинга с определением текущего технического состояния и проведения своевременного технического обслуживания для недопущения пылевого износа двигателя.

Список

использованных источников

1. ГОСТ 20793-2009 Тракторы и машины сельскохозяйственные. Техническое обслуживание. М.: ФГУП «Стандартинформ». 2011. 20 с.
2. ГОСТ ISO 6658-2016 Органолептический анализ. Методология. Общее руководство. М.: ФГУП «Стандартинформ». 2016. 21 с.

3. Инструкция по корректному обслуживанию воздушных фильтров [Электронный ресурс]. URL: <https://kente.ru/articles/instruktsiya-po-korrektnomu-obsluzhivaniyu-vozdushnykh-filtrov/> (дата обращения: 31.05.2022).

4. Фильтрация для двигателей [Электронный ресурс]. URL: <https://www.donaldson.com/ru-ru/> (дата обращения: 31.05.2022).

5. Датчик сигнализатора засоренности воздушного фильтра ДСФ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ekranbel.com/ru/catalog/46/423/516/527/> (дата обращения: 31.05.2022).

6. Черноиванов В.И., Северный А.Э., Колчин А.В. и др. Технологическое руководство по контролю и регулировке дымности отработавших газов дизелей тракторов, комбайнов, дорожно-строительной и автотранспортной техники в условиях эксплуатации. М.: ГОСНИТИ. 1998. 99 с.

7. Черноиванов В.И., Голубев И.Г., Колчин А.В. и др. Руководство по техническому диагностированию при техническом обслуживании и ремонте тракторов и сельскохозяйственных машин. М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2001. 252 с.

8. Кряжков В.М. Надежность и качество сельскохозяйственной техники. М.: Агропромиздат. 1989. 335 с.

9. Аллилуев В.А., Ананьин А.Д., Михлин В.М. Техническая эксплуатация машинно-тракторного агрегата. М.: Агропромиздат. 1991. 366 с.

10. Новацкий В.К. Прогнозирование остаточного ресурса картонных фильтрующих элементов воздухоочистителей дизелей // Труды ГОСНИТИ. 1992. С. 72-77.

11. Кодиров Т.Х. Обеспечение чистоты воздуха, поступающего в двигатель Д-240, при эксплуатации тракторов МТЗ-80Х: дис. ... канд. техн. наук. М., 1989. 187 с.

12. Инструкция по эксплуатации Д-242, Д-243, Д-245 и их мод. [Электронный ресурс]. URL: https://dizelmmz.ru/f/rukovodstvo_dizel_d242_d243_245.pdf/ (дата обращения: 31.05.2022).

13. Инструкция по эксплуатации тракторов серии К-7 (редакция ноябрь 2017 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://kirovets-ptz.com/service/docs/> (дата обращения: 31.05.2022).

14. Каталог товаров для клиента [Электронный ресурс]. URL: [\[altay.ru/files/kir/cat-zap.pdf\]\(http://altay.ru/files/kir/cat-zap.pdf\) \(дата обращения: 31.05.2022\).](http://asm-
</div>
<div data-bbox=)

15. Лимарев В.Я., Семейкин В.А., Корнеев В.М., Дорохов А.С. и др. Положение по организации входного контроля качества машиностроительной продукции, поступающей агропромышленному комплексу. М: ОАО «Росагроснаб». 2006. 30 с.

16. Катаев Ю.В., Костомахин М.Н., Петрищев Н.А., Саяпин А.С., Молибженко К.К. Повышение уровня технического обслуживания энергонасыщенной техники // Техника и оборудование для села. 2022. № 4 (298). С. 27-31.

17. Ерохин М.Н., Дорохов А.С., Катаев Ю.В. Интеллектуальная система диагностирования параметров технического состояния сельскохозяйственной техники // Агроинженерия. 2021. № 2(102). С. 45-50.

18. Петрищев Н.А., Костомахин М.Н., Саяпин А.С., Макаркин И.М., Пестряков Е.В., Молибженко К.К. Оперативная оценка предельного состояния узлов и агрегатов с применением счетчиков-индикаторов // Технический сервис машин. 2021. № 3 (144). С.12-21.

19. МУ 2.2.2.1914-04 Гигиеническая оценка тракторов и сельскохозяйственных машин [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200038486> (дата обращения: 31.05.2022).

Experimental Sample of a Counter-Indicator for Monitoring the Technical Condition Tractor Engine air Cleaner

Yu.V. Kataev,
M.N. Kostomakhin,
N.A. Petrishchev,
A.S. Sayapin,
V.A. Kazakova,
E.V. Pstryakov
(FGBNU FNATS VIM)

Summary: *The results of the experiments with the use of an experimental sample of the counter-indicator for monitoring the operation of the air cleaner are presented. Based on the analysis of the initial information, recommendations are proposed to improve the efficiency of its maintenance.*

Key words: *tractor, diesel engine, filter, counter-indicator, maintenance, monitoring.*

Реферат

Цель исследований – анализ состояния вопроса и разработка экспериментального образца – средства контроля для мониторинга технического состояния воздухоочистителя двигателя внутреннего сгорания. Сельскохозяйственные тракторы при выполнении сельскохозяйственных и промышленных работ эксплуатируются в сложных условиях повышенной запыленности, которые требуют от оператора при эксплуатации и проведении технического обслуживания повышенного внимания к состоянию воздушных фильтров для своевременного обслуживания или замены. Отсутствие систем контроля текущего состояния фильтров в случае прорыва или разгерметизации может привести к значительным рискам попадания абразивных частиц во впускной тракт двигателя и вызвать пылевой износ цилиндропоршневой группы. Разработан экспериментальный образец счетчика-индикатора технического состояния воздушного фильтра двигателя, который позволяет оценивать техническое состояние в процессе эксплуатации, а также определять качество проведенного обслуживания. Анализ публикаций зарубежных производителей фильтров показал, что ведется большая информационная работа по разъяснению конечным потребителям процедур и особенностей обслуживания, предлагаются к установке системы контроля технического состояния фильтров для обеспечения высокой эксплуатационной надежности техники. Проведены постановочные опыты по оценке текущего состояния воздушного фильтра, а также определения давления картерных газов в полости дизельного двигателя и перепад давлений в кабине оператора, которые показали потенциально высокую диагностическую ценность получаемой информации для своевременного обслуживания систем питания воздухом, вентиляции картера, микроклимата кабины. Для недопущения нарушений правил эксплуатации тракторов необходимо повышать контролепригодность систем фильтрации с использованием средств онлайн-мониторинга с определением текущего технического состояния и проведения своевременного технического обслуживания для недопущения пылевого износа двигателя.

Abstract

The purpose of the study is to analyze the state of the issue and develop an experimental sample - a control tool for monitoring the technical condition of the air cleaner of a combustion engine. Agricultural tractors, when performing agricultural and industrial work, are used in difficult conditions of increased dustiness, which require the operator to pay more attention to the condition of air filters during operation and maintenance for timely maintenance or replacement. The lack of systems for monitoring the current state of filters in the event of a breakthrough or depressurization can lead to significant risks of abrasive particles entering the engine intake tract and causing dust wear of the cylinder-piston group. An experimental sample of the counter-indicator of the technical condition of the engine air filter has been developed, which allows assessing the technical condition during operation, as well as determining the quality of the maintenance performed. An analysis of the publications of foreign filter manufacturers showed that a lot of information work is underway to explain the procedures and features of maintenance to end users, it is proposed to install a system for monitoring the technical condition of filters to ensure high operational reliability of equipment. Production experiments were carried out to assess the current state of the air filter, as well as to determine the pressure of crankcase gases in the cavity of a diesel engine and the pressure drop in the operator's cab, which showed the potentially high diagnostic value of the information obtained for the timely maintenance of air supply systems, crankcase ventilation, cab microclimate. To prevent violations of the rules for operating tractors, it is necessary to improve the testability of filtration systems using online monitoring tools to determine the current technical condition and conduct timely maintenance to prevent dust wear of the engine.



ПЛОДЫ И ОВОЩИ
V СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ФОРУМ

V СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ФОРУМ-ВЫСТАВКА ПЛОДЫ И ОВОЩИ РОССИИ 2023

26-27 ОКТЯБРЯ 2023 г. / СОЧИ



Организатор форума



ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ:

- Новые направления в отрасли садоводства и виноградарства
- Перспективы отрасли плодового и виноградарства
- Технологии хранения и предпродажной подготовки фруктов и ягод
- Инфраструктура сбыта плодов и ягод. Как реализовать?
- Переговоры с сетями
- Государственная поддержка развития плодово-ягодной отрасли

АУДИТОРИЯ ФОРУМА

Предприятия фруктового садоводства, виноградарства и ягодоводства; Компании, производящие удобрения; Предприятия по переработке и хранению плодово-ягодной продукции; Крестьянские фермерские хозяйства, выращивающие плодово-ягодные культуры открытого грунта; Крупнейшие агропарки и оптово-распределительные центры; Представители крупнейших торговых сетей; Госорганы; Представители профильных ассоциаций и союзов.

По вопросам выступления +7 (988) 248-47-17
и спонсорства:

По вопросам +7 (909) 450-36-10
участия: +7 (960) 476-53-39

e-mail: events@agbz.ru
Регистрация на сайте: fruitforum.ru



12+
Решения ИТ Конференции В.В.

УДК 631.331.85

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-7-34-38

Разработка системы контроля и управления пропашной электрифицированной сеялки

А.И. Завражнов,

акад. РАН, д-р техн. наук, проф.,

aiz@mgau.ru

(ФГБОУ ВО «Мичуринский ГАУ»);

А.Н. Зазуля,

д-р техн. наук, проф.,

ntc.agro@yandex.ru

А.В. Балашов,

д-р техн. наук, доц.,

ntc.agro@yandex.ru

С.П. Стрыгин,

канд. техн. наук,

вед. науч. сотр.,

lab6.vniitin@gmail.com

Н.Ю. Пустоваров,

канд. техн. наук,

ст. науч. сотр.,

nikita.pustovarov@mail.ru

С.М. Кольцов,

канд. техн. наук,

ст. науч. сотр.,

smkoltsov@yandex.ru

(ФГБНУ ВНИИТиН)

управление которыми зависит от условий работы [1, 2]. В таких сеялках можно отключать отдельные посевные секции, регулировать норму высева, глубину вакуума пневмосистемы и другие параметры [3].

Большинство пропашных сеялок с электрическими приводами, используемых в Российской Федерации, произведено за рубежом, и официальные представительства иностранных компаний с 2022 г. ограничили их сервисное обслуживание. В этой связи требуется разработка отечественных программно-аппаратных комплексов для управления пропашными сеялками с электрическими приводами. Разработанные решения могут использоваться при модернизации сеялок с механическим приводом, что может улучшить качество работы посевных агрегатов [4]. Кроме того, для контроля и управления процессом высева важен точный подсчет количества семян и других параметров [5].

Цель исследований – разработка программно-аппаратного комплекса для системы управления и контроля процесса высева пропашных сеялок с электрическими приводами.

Аннотация. Проведено исследование для разработки программно-аппаратного комплекса системы управления и контроля процесса высева пропашных сеялок с электрическими приводами. Разработаны новые алгоритмы для определения пропусков, двойников и дробленых семян, управления скоростью вращения высевающего диска в зависимости от скорости посевного агрегата и автоматического регулирования положения съёмника двойников.

Ключевые слова: пропашная сеялка, система контроля высева семян, управление высевом, качество высева.

Постановка проблемы

Современные отечественные и зарубежные производители сельскохозяйственной техники активно работают над созданием пропашных сеялок с электрическими приводами,

Материалы и методы исследования

Для разработки программного обеспечения исследования выполнялись на стенде, разработанном учеными ФГБОУ ВО МичГАУ и ФГБНУ ВНИИТиН [6, 7] на базе посевной секции сеялки ТС-М-4150 [8] производства ООО «Техника Сервис Агро» (Воронежская область) (рис. 1). В рамках исследований учитывались факторы, необходимые для корректировки режимов работы привода высевающего диска и сбрасывателя двойников.

В ходе лабораторно-стендовых исследований выполнялась проверка качества работы высевающих аппаратов на семенах сельскохозяйственных культур. Для этого использовалась методика, определенная в ГОСТ Р 31345-2007, а также программное обеспечение [9] для обработки сигналов от датчиков высева, которое позволяло определять длительность импульса с точностью до 1 мс. Количество выпавших семян, коэффициент вариации их выпадения и норма высева также определялись программными средствами [10]. Эксперимент проводился на различных

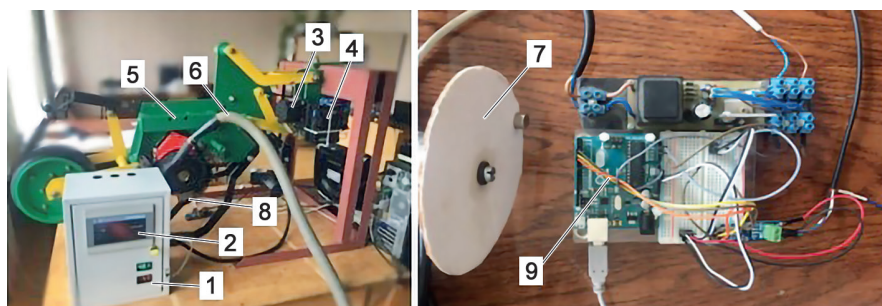


Рис. 1. Общий вид лабораторного стенда:

1 – шкаф с источником питания SDR-960-48; 2 – панель оператора

MT6071iE; 3 – электродвигатель; 4 – блок управления BLSD-50;

5 – посевная секция ТС-М-4150; 6 – вакуум-провод; 7 – приводное колесо

с магнитом; 8 – датчик высева; 9 – Arduino с датчиком Холла

сортах семян сельскохозяйственных культур [11-14], а управление скоростью работы высевальных аппаратов осуществлялось с помощью управляющей платы Arduino UNO [15-16]. Для регистрации частоты вращения использовался тахометр ТмМП-100УЗ, а потребляемая мощность электродвигателя [17] определялась по показаниям цифрового амперметра и вольтметра [18].

Результаты исследований и обсуждение

Современные производители электрифицированных пропашных сеялок обычно используют свои собственные системы контроля и управления высевом [19-21], которые отличаются интерфейсом, типом датчиков, разъемами, протоколами связи и др. Тем не менее, их принципиальные схемы работы не сильно отличаются друг от друга. По результатам анализа схем управления работой пропашных сеялок с электрическим приводом [22, 23] была разработана принципиальная схема системы контроля и управления процессом высева семян пропашных культур электрифицированной сеялки, представленная на рис. 2.

В соответствии с этой схемой все настройки, в том числе ввод необходимой нормы высева, осуществляются с помощью монитора контроллера системы, установленного в кабине трактора. Затем данные передаются на модуль задатчика с помощью трансмиттера. После получения данных о скорости движения посевного агрегата от датчика пути (ДП) модуль задатчика формирует необходимые управляющие воздействия и передает их в соответствующие модули контроля и управления, которые осуществляют непосредственное управление электродвигателями электропривода и сбрасывателем двойников семян. Обратная связь осуществляется через сигналы от датчиков высева, установленных на каждом высевальном аппарате. Если поступает информация о большом количестве двойников на конкретном высевальном аппарате, то модуль задатчика вносит корректировки в режимы работы соответствующих

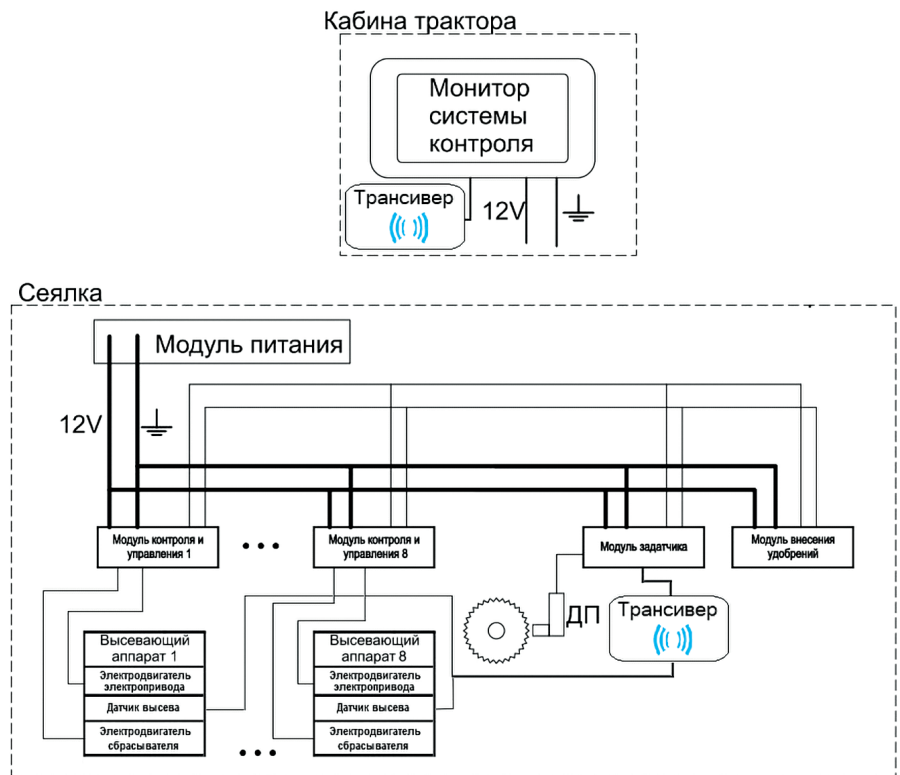


Рис. 2. Принципиальная схема системы контроля и управления технологическим процессом высева семян пропашных культур электрифицированной сеялки

Таблица 1. Средняя продолжительность взаимодействия семян сельскохозяйственных культур с датчиком высева в зависимости от частоты вращения диска высевального аппарата, 10^{-3} с

Пропашная культура	Частота вращения высевального диска, мин ⁻¹				
	20	30	40	50	60
Продолжительность взаимодействия семян с датчиком, мс					
Люпин	13,90	13,80	13,77	12,60	12,20
Кукуруза	13,63	13,36	13,22	12,98	12,59
Соя	11,99	11,87	11,85	11,60	11,45
Сахарная свекла	8,40	8,33	8,30	8,24	8,23

ющих электродвигателей, например, изменяет положение сбрасывателя двойников.

Данная часть исследования касалась проблем с неправильной работой секции высева, которая вызывала возникновение двойников и пропусков. Для анализа были использованы данные, полученные при измерении времени взаимодействия семян с емкостным датчиком высева при разной скорости вращения диска высевального аппарата. Результаты показали (табл. 1), что увеличение скорости вращения диска приводит к незначительному изменению (2-9%)

среднего времени взаимодействия семян с датчиком в зависимости от их размера и формы. Для дальнейших расчетов принято среднее время пролета семян через датчик за одно семя (единичное семя).

Гистограмма продолжительности взаимодействия дражированных семян сахарной свеклы с датчиком высева была построена в зависимости от частоты вращения высевального диска (рис. 3). Анализ гистограмм распределения времени пролета семян через датчик высева при разной частоте вращения диска показал, что время нахождения семян в зоне

чувствительных элементов датчика уменьшается на 2% при увеличении частоты вращения диска, что связано с более высокой начальной скоростью семян при отрыве от присасывающих отверстий высевающего диска.

На рис. 4 показан интерфейс программы, которая регистрирует временные интервалы взаимодействия семян с датчиком высева. Когда семена проходят через датчик высева, программа отображает столбчатый график в реальном времени с шагом в 1 мс. Для оценки работы посевной секции была использована следующая шкала: семена, время нахождения которых в чувствительной зоне датчика составляет 0,75–1,25 модального значения, считаются единичными; семена, время взаимодействия которых с датчиком высева составляет менее 0,75 от модального значения, – поврежденными; более 1,25 от модального значения – «сплошными» двойниками; семена с интервалом времени между пролетом двух смежных семян менее 0,67 соответствующего модального значения – двойниками, а интервалы времени между пролетом двух смежных семян более 1,5 от соответствующего модального значения называют пропусками. Более 95% семян проходят через датчик высева за 6–10 мс (единичное семя), а оставшиеся 5% семян являются поврежденными (в интервале 4–6 мс) и «сплошными» двойниками (11–14 мс).

На основе исследований был разработан алгоритм для улучшения работы системы контроля высева семян, который использует модальные значения времени взаимодействия семян с датчиком высева. Ошибки различных типов в работе высевающих секций, такие как двойники и пропуски, зарегистрированные системой контроля высева семян, обычно связаны с неисправностями или неправильно настроенными высевающим аппаратом и системой вакуума. Проведенные исследования позволили выявить ряд факторов, которые необходимо учитывать при автоматической корректировке режимов работы привода высевающего диска и сбрасывателя двойников (табл. 2).

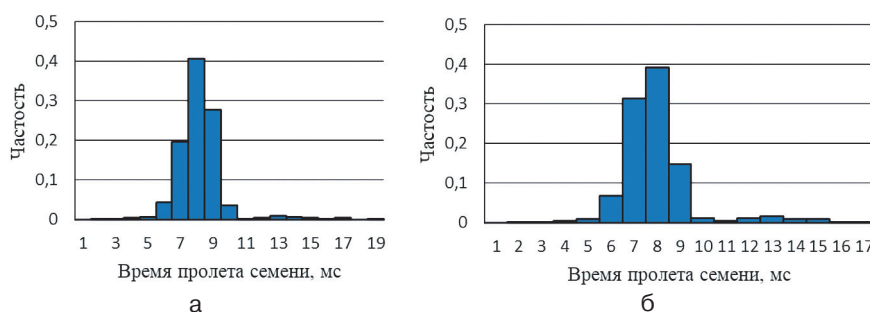


Рис. 3. Продолжительность взаимодействия семян сахарной свеклы с датчиком высева в зависимости от частоты вращения высевающего диска: а – 20 мин⁻¹; б – 60 мин⁻¹

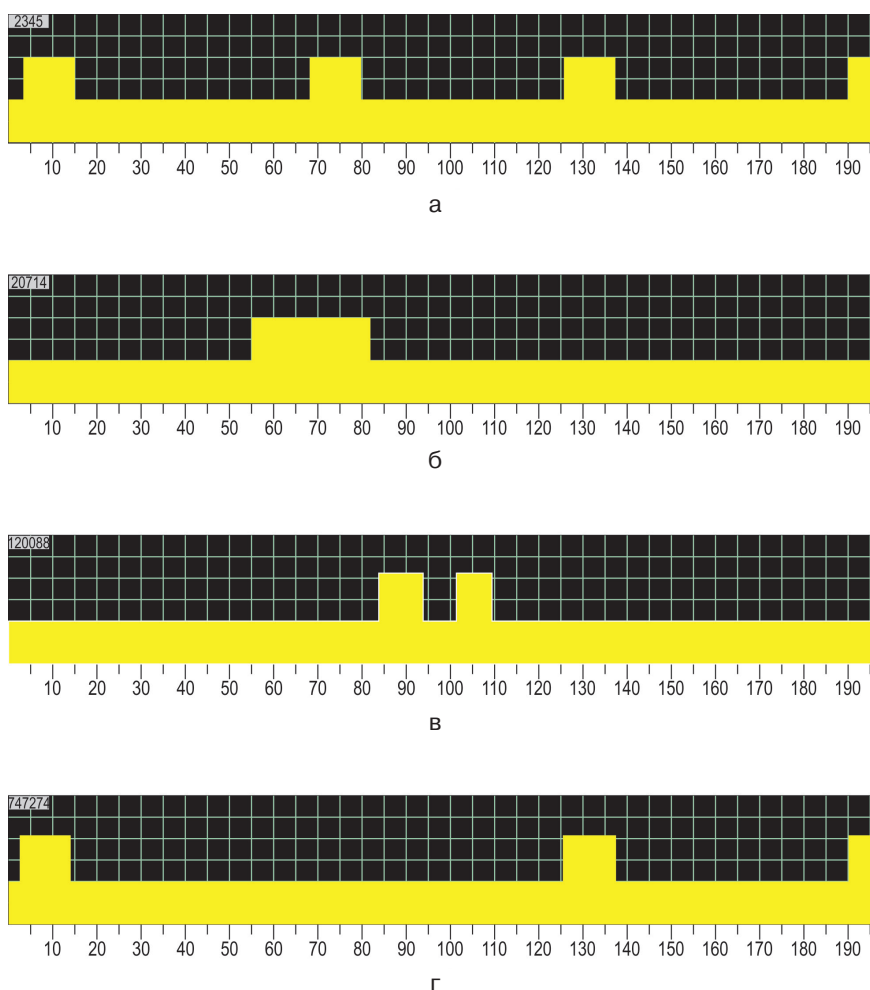


Рис. 4. Интерфейс программы, регистрирующий временные интервалы взаимодействия семян с датчиком высева: а – единичное семя; б – «сплошной» двойник; в – двойник; г – пропуск

Данные табл. 2 относятся к частоте вращения высевающего диска 60 мин⁻¹, что соответствует скорости движения трактора 7 км/ч. Аналогичные результаты были получены для семян сои, подсолнечника и кукурузы при различных скоростях

движения посевного агрегата. Это позволяет сделать вывод, что когда возникает продолжительное и устойчивое отклонение от параметров, характерных для единичных семян, следует проводить соответствующие настройки элементов управления.

Таблица 2. Параметрические характеристики факторов, влияющие на автоматическую корректировку режима работы высевальной секции на примере гранулированных семян сахарной свеклы

Наименование фактора	Интервал, мс		Настройка элементов управления
	пролета семени через датчик	между пролетами семян через датчик	
Единичное семя	6-10	41<60<90	Нет
Пропуск	-	>90	Перемещение съемника двойников для открытия отверстий на диске
Двойник	6.-10	<40	Перемещение съемника двойников для перекрытия отверстий на диске
Сплошной двойник	>11	41<60<90	

Дополнение алгоритма сравнения периода пролета посевного материала через чувствительный элемент емкостного датчика может повысить точность определения коэффициента неравномерности высева семян на 3%. На основе проведенных экспериментов были разработаны алгоритм, блок-схема которого представлена на рис. 5, и прототип системы управления высевом электрифицированной сеялкой на базе платы Arduino UNO.

Во время работы системы контроля и управления подпрограммы циклически выполняются на основе данных о скорости движения ма-

шинно-тракторного агрегата (МТА), количестве пропусков и двойников и фактической норме высева, а затем соответствующие команды передаются на каждое исполнительное устройство по протоколу RS-485. Алгоритм подпрограммы управления на основе скорости движения МТА использует датчик Холла для определения текущей скорости и рассчитывает требуемую частоту вращения вала электропривода с учетом передаточного отношения используемого редуктора. Алгоритм подпрограммы управления на основе количества пропусков и двойников (см. рис. 5) рассчитывает время между пролетом семян с учетом текущей скорости движения посевного агрегата, и в случае превышения предельно допустимого значения корректирует положение сбрасывателя двойников.

Алгоритм подпрограммы управления на основе фактической нормы высева обрабатывает сигналы от датчиков высева и проводит адресную корректировку частоты вращения каждого электродвигателя привода в случае значительного отклонения полученных значений от оптимальных на каждой высевальной секции.

Выводы

1. Исследования на высевальной секции ТС-М-4150 позволили определить основные режимы ее работы и параметры, которые их характеризуют. Для оптимальной работы сеялки со скоростью 7 км/ч и частотой вращения высевального диска, равной 60 мин⁻¹, время нахождения семян са-

харной свеклы в чувствительной зоне датчиков высева должно составлять 6-10 мс, а интервал времени между пролетом смежных семян – 41-90 мс. Если имеются существенные отклонения от заданных значений, необходимы соответствующие настройки элементов управления.

2. Для определения пропусков, двойников и дробленых семян предложен алгоритм усовершенствования программы, основанный на анализе данных, получаемых из СКВС: периоде пролета семени через датчик и временном интервале между пролетами. Разработаны алгоритмы управления скоростью вращения высевального диска в зависимости от скорости посевного агрегата и автоматического регулирования положения съемника двойников.

3. Предложенный прототип системы управления позволяет осуществлять независимое управление работой отдельных высевальных секций для обеспечения оптимального размещения семян на всей площади поля. В целом результаты исследований могут быть использованы для оптимизации работы сеялок и повышения эффективности посевных работ.

Список

использованных источников

1. Tikhomirov D., Izmailov A., Lobachevsky Y., Tikhomirov A. Energy Consumption Optimization in Agriculture and Development Perspectives // Research Anthology on Clean Energy Management and Solutions, 2021. P. 1505-1525. IGI Global. DOI 10.4018/978-1-7998-9152-9.ch064
2. Лобачевский Я.П., Дорохов А.С. Цифровые технологии и роботизированные технические средства для сельского хозяйства // С.-х. машины и технологии. 2021. Т. 15. № 4. С. 6-10.
3. Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Шогенов Ю.Х. Результаты научных исследований агроинженерных научных организаций по развитию цифровых систем в сельском хозяйстве // Техника и оборудование для села. 2022. № 3(297). С. 2-9.
4. Завражнов А.И., Балашов А.В., Стрыгин С.П., Крищенко А.В., Пустоваров Н.Ю. Система контроля высева семян

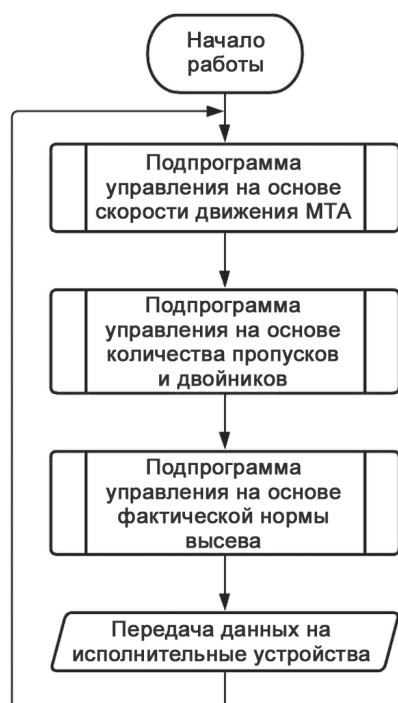


Рис. 5. Общий алгоритм работы системы управления высевом

// Сел. механизатор. 2017. № 12. С. 18-21.

5. **Балашов А.В., Стрыгин С.П., Пустоваров Н.Ю., Ноздрин А.О.** Исследование параметров взаимодействия семян с емкостным датчиком высевы // Наука в Центральной России. 2022. № 2(56). С. 69-77.

6. **Стрыгин С.П., Крищенко А.В., Завражнов А.А., Дергачев Д.В.** Результаты лабораторно-стендовых исследований высевы аппарата сеялки МС-8 // Вестн. Мичуринского ГАУ. 2020. № 1 (60). С. 48-51.

7. **Завражнов А.И., Балашов А.В., Стрыгин С.П., Пустоваров Н.Ю.** Лабораторно-стендовые исследования высевы аппарата, оборудованного электрическим приводом // Наука в Центральной России. 2022. № 1(55). С. 13-19.

8. **Януков Н.В., Селюнина А.Г., Шабалин Р.А.** Анализ пневматических сеялок точного высевы // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: матер. Междунар. науч.-практ. конф. Чебоксары: Чувашский ГАУ, 2020. С. 346-349.

9. Программа «Оценка качества работы высевы аппарата»: свид. о гос. регистр. программы для ЭВМ № 2020660672 от 09.09.2020; Рос. Фед. / Стрыгин С.П., Синельников А.А., Крищенко А.В., Ермак В.И.; заяв. и правообл. ФГБНУ ВНИИТИН.

10. **Завражнов А.И., Балашов А.В., Стрыгин С.П., Крищенко А.В., Пустоваров Н.Ю.** Модернизированная система контроля высевы семян // Наука в Центральной России. 2019. № 2(38). С. 53-60.

11. **Зотиков В.И., Вилюнов С.Д.** Современная селекция зернобобовых и кру-

пных культур в России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. Т. 25. № 4. С. 381-387.

12. **Galeev P.R., Albert M.A., Samarin I.S.** Features of implementation of biological potential of productivity of corn hybrid grain in forest-treatment western Siberia // Innovations and Food Safety. 2019. No. 2. P. 7-14. Doi: 10.31677/2311-0651-2019-24-2-7-14.

13. **Блииник А.С., Демидова А.Г., Намкина Л.А., Куренская О.Ю., Лукашевич М.И.** Результаты испытания новых сортов и образцов люпина белого в условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона // Зерновое хоз-во России. 2021. № 3(75). С. 51-56.

14. **Логвинов А.В., Мищенко В.Н., Логвинов В.А., Шилов И.А., Моисеев А.В.** Новые гибриды сахарной свеклы // Труды Кубанского ГАУ. 2020. № 82. С. 80-89.

15. **Dorde Herceg, Dejana Herceg,** Arduino and Numerical Mathematics // Informatics in Education. 2020. No. 2. P. 239-256. Doi: 10.15388/infedu.2020.12.

16. **Bisták P.** Arduino Support for Personalized Learning of Control Theory Basics // IFAC-PapersOnLine. 2019. Vol. 52. №27. P. 217-221. Doi: 10.1016/j.ifacol.2019.12.759.

17. **Gross C.A., Roppel T.A.** Fundamentals of Electrical Engineering (1st Edition). Boca Raton: CRC Press, 2012. 481 p. Doi: org/10.1201/b11786.

18. **Балашов А.В., Пустоваров Н.Ю., Стрыгин С.П., Синельников А.А.** Исследование электропривода модернизированного высевы аппарата сеялки точного вы-

сева // Сельский механизатор. 2022. № 12. С. 14-15.

19. **X. Yin, C. Jin, N. Noguchi, T. Yang.** Development and evaluation of a low-cost precision seeding control system for a corn drill // International Journal of Agricultural and Biological Engineering. 2018. Vol. 11. No. 5. P. 95-99. Doi: 10.25165/ijabe.v11i5.3369.

20. **Jin X., Li Q., Zhao K.** Development and test of an electric precision seeder for small-size vegetable seeds // International Journal of Agricultural and Biological Engineering. 2019. Vol. 12. No. 2. P. 75-81. Doi: 10.25165/ijabe.20191202.4618.

21. **Sun D., Cui Q., Zhang Y., Hou H.** Performance test of the 2BDE-2 type millet fine and small-amount electric seeder // Agricultural Engineering. 2020 Vol. 60. No. 1. P. 129-136. Doi: 10.35633/INMATEH-60-15.

22. **Singh S., Singh M., Ekka U.** E-Powered Multi-purpose two-row seeder for smallholders // Indian Journal of Agricultural Sciences. 2019. Vol. 89. No. 12. P. 2091-2095.

23. **Kryuchin N.P., Kotov D.N., Andreev A.N., Artamonova O.A.** Development and research of seeding devices for selected self-propelled pneumatic seeder // Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources: materials of International Scientific-Practical Conference. Kazan: EDP Sciences, 2021. P. 00092. Doi:10.1051/bio-conf/20213700092.

Development of a Monitoring and Control System for a Rowed Electric Seeder

A.I. Zavrazhnov

(FGBOU VO "Michurinsky State Agrarian University")

A.N. Zazulya, A.V. Balashov, S.P. Strygin, N.Yu. Pustovarov, S.M. Koltsov

(FGBNU VNIITIN)

Summary: A study was carried out to develop a software and hardware complex for a control and monitoring system for row seeders with electric drives. New algorithms have been developed to detect skips, doubles and crushed seeds, control the speed of rotation of the sowing disc depending on the speed of the sowing unit and automatically control the position of the doubles puller.

Key words: row seeder, seeding control system, seeding management, seeding quality.



УДК 621.548

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-7-39-43

Стабилизаторы напряжения малых ветроэнергетических установок

О.В. Григораш,
д-р техн. наук, проф.,
зав. кафедрой,
grigorash61@mail.ru

С.В. Оськин,
д-р техн. наук, проф.,
зав. кафедрой,
el-mash@kubsau.ru

Е.А. Денисенко,
канд. техн. наук,
доцент кафедры,
denisenko_88@mail.ru
(ФГБОУ ВО КубГАУ)

Аннотация. Предложены структурно-схемные решения стабилизаторов напряжения генераторов переменного и постоянного тока ветроэнергетических установок, выполненных с использованием непосредственных преобразователей частоты, промежуточного звена повышенной частоты и трансформатора с вращающимся магнитным полем. Раскрыты их достоинства и недостатки. Для повышения энергоэффективности и надёжности электроснабжения автономных потребителей предложена структурная схема комбинированной автономной системы электроснабжения.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, ветроэнергетические установки, стабилизаторы напряжения, автономные системы электроснабжения.

Постановка проблемы

В современном сельском хозяйстве широко используются индивидуальные, семейные и мелкогрупповые формы производства, которые характерны для малых фермерских хозяйств (МФХ). Эти хозяйства вносят значительный вклад в решение вопроса продовольственной безопасности страны. Как правило, они имеют сезонный характер производства, многие расположены удаленно от внешней энергетической системы, что препятствует увеличению количества этих хозяйств. Основными ис-

точниками электроэнергии автономных потребителей в МФХ являются дизельные электростанции (ДЭС) и бензогенераторы, которые имеют низкие эксплуатационно-технические характеристики и оказывают отрицательное воздействие на экологию [1].

Один из способов повышения эффективности МФХ, в том числе рентабельности производства, – применение возобновляемых источников энергии (ВИЭ) для обеспечения энергоснабжения технологических процессов и жизнедеятельности обслуживающего персонала хозяйств [2]. Эксплуатируемые в настоящее время в составе ветроэнергетических установок (ВЭУ) стабилизаторы напряжения имеют низкие эксплуатационно-технические характеристики (ЭТХ), в том числе показатели надёжности, что в целом отражается на энергоэффективности автономного источника электроэнергии [3].

Цель исследования – разработать энергоэффективные функциональные схемы стабилизаторов напряжения для малых ВЭУ.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являлись стабилизаторы напряжения ВЭУ малой мощности. Задачи исследований: провести анализ достоинств и недостатков технических решений стабилизаторов напряжения малых ВЭУ и разработать рекомендации по проектированию новых энергоэффективных и надёжных структурно-схемных решений стабилизаторов.

Для решения поставленных задач использовались классические методы статистики, а также методы сравнительного и логического анализа.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № МФИ-20.1/27.

Результаты исследований и обсуждение

Эксплуатируемые в составе МВСЭ ветроэнергетические установки конструктивно могут быть двух типов: с горизонтальной и вертикальной осью. Как правило, напряжение постоянного тока, генерируемое ВЭУ, прикладывается к вводам контроллера, к которому также подключаются солнечная фотоэлектрическая установка (СФЭУ), инвертор и аккумуляторные батареи (АБ). Если ВЭУ генерирует напряжение переменного тока, то она подключается к контроллеру через выпрямитель. Стабилизация напряжения автономного источника электроэнергии осуществляется инвертором, в составе МВСЭ их может быть несколько. ВЭУ и инвертор могут обеспечивать электроэнергией отдельную группу потребителей и работать независимо от СФЭУ. При этом в качестве резервных источников электроэнергии МВСЭ могут использоваться не только АБ, но и бензогенераторы, как правило, мощностью до 3 кВт.

Применение двух преобразователей – выпрямителя и инвертора снижает КПД автономного источника, особенно если на выходе инвертора модулируется трёхфазная система напряжений. Если ВЭУ непосредственно генерирует трёхфазную симметричную систему напряжений, то возникает необходимость применения дополнительных преобразователей для заряда АБ или (и) параллельной работы с другими источниками электроэнергии, что также снижает КПД и показатели надёжности автономного источника электроэнергии в комплексе.

Особенностью малых ВЭУ является отсутствие в их конструкции редуктора скорости (мультипликатор). Поэтому, если генератор ВЭУ постоянного тока, то он генерирует

нестабильное напряжение, если переменного – кроме того, генерирует напряжение с изменяющейся частотой. Для улучшения ЭТХ и энергетической эффективности МВСЭ в их составе необходимо применять роторные ВЭУ (вертикально-осевые установки), которые генерируют энергию при скоростях ветра от 2 м/с. Поскольку автономные потребители электроэнергии МФХ в основном переменного тока (однофазные и трёхфазные), то целесообразно рассмотреть структурно-схемные решения стабилизаторов напряжения переменного тока.

Значительно улучшаются ЭТХ ветроэнергетических установок, если в качестве генераторов электроэнергии применять бесконтактные трёхфазные электрические машины, прежде всего, синхронные генераторы с возбуждением от постоянных магнитов (СГПМ). В настоящее время значительно улучшились характеристики силовых электронных приборов, что позволяет для стабилизации напряжения и частоты тока СГПМ использовать непосредственные преобразователи частоты (НПЧ) [4]. Структурная схема стабилизатора ВЭУ системы СГПМ – НПЧ приведена на рис. 1 (сплошные линии).

В качестве генератора электроэнергии в составе ВЭУ вместо СГПМ может применяться бесконтактный асинхронный генератор емкостного возбуждения (АГ) [4, 5]. В этом случае в состав схемы включается блок конденсаторов БК, обеспечивающих самовозбуждение генератора (см. рис. 1 – пунктирная линия). Кроме того, из состава схемы стабилизатора может быть исключен входной фильтр Φ_1 , функции которого выполняет блок конденсаторов возбуждения БК.

Принцип работы стабилизатора следующий. Система управления СУ формирует и сравнивает два сигнала: опорный (косинусоиды, синхронизированные с повышенной частотой напряжения генератора Г) и ведущий – сигнал синусоидальной формы, величина которого пропорциональна значению выходного напряжения $U_{\text{ВЫХ}}$ (см. рис. 1) и изменяется с частотой напряжения нагрузки. При равенстве этих сигналов формируются управляющие импульсы, которые распределителем импульсов направляются на соответствующие управляющие выводы силовых электронных приборов НПЧ. При дестабилизирующих факторах: переменных значениях входного напряжения $U_{\text{ВХ}}$ и частоты $f_{\text{ВХ}}$, а также изменениях величины выходного напряжения $U_{\text{ВЫХ}}$ система управления СУ корректирует величину ведущего сигнала, обеспечивая стабильное значение напряжения на выходе НПЧ.

Достоинством стабилизатора напряжения, выполненного на НПЧ, является то, что, независимо от частоты вращения ветроколеса (n) и величины напряжения на выходе генератора Г, а также характера нагрузки, он удерживает на выходе преобразователя напряжение постоянной величины ($U_{\text{ВЫХ}} = \text{const}$).

Недостатки стабилизатора на НПЧ – применение его в качестве стабилизатора напряжения переменного тока возможно только в случае, когда к преобразователю прикладывается напряжение источника с частотой от 150 Гц, что достигается путем увеличения числа пар полюсов генератора. Это усложняет конструкцию и стоимость генератора, а также снижает его КПД. Кроме того, силовая схема НПЧ, как правило, содержит 18 силовых электронных приборов (полевых транзисторов) и

обязательным функциональным элементом является выходной фильтр, обеспечивающий требуемое качество выходного напряжения, что ухудшает его массогабаритные показатели, снижает КПД и надёжность работы, в том числе за счёт относительной сложности технического решения системы управления.

Когда ВЭУ является источником напряжения постоянного тока (за счёт применения на выходе генератора трёхфазного выпрямителя), то стабилизацию напряжения можно осуществлять стабилизатором с промежуточным звеном повышенной частоты. Силовая схема такого стабилизатора приведена на рис. 2.

Временные диаграммы, поясняющие принцип работы стабилизатора напряжения, выполненного на высокочастотном инверторе ВИ и реверсивном выпрямителе РВ, приведены на рис. 3.

Входной фильтр Φ_1 снижает уровень скачков напряжения, возникающих во время коммутации транзисторов VT1 и VT2 высокочастотного инвертора ВИ. Попеременная работа транзисторов VT1 и VT2, реализующая ШИМ выходного переменного напряжения инвертора с частотой 2 кГц (см. рис. 3 а), изменяет направление токов в первичной обмотке трансформатора Т (i_{11} и i_{12} , см. рис. 2). Трансформатор Т, кроме повышения напряжения, выполняет функцию гальванической развязки. Токи i_{21} или i_{22} во вторичных обмотках трансформатора Т протекают при открытии транзисторов VT3 или VT4 соответственно. При этом к потребителям электроэнергии прикладывается напряжение переменного тока. Реверсивный выпрямитель РВ преобразует напряжение повышенной частоты u_i до уровня промышленной,

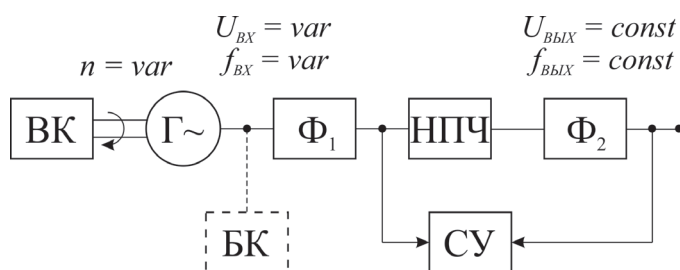


Рис. 1. Стабилизатор напряжения ветроэнергетической установки на непосредственном преобразователе частоты:

БК – ветроколесо; Г – генератор;

СУ – система управления;

Φ_1 и Φ_2 – входной и выходной фильтры соответственно

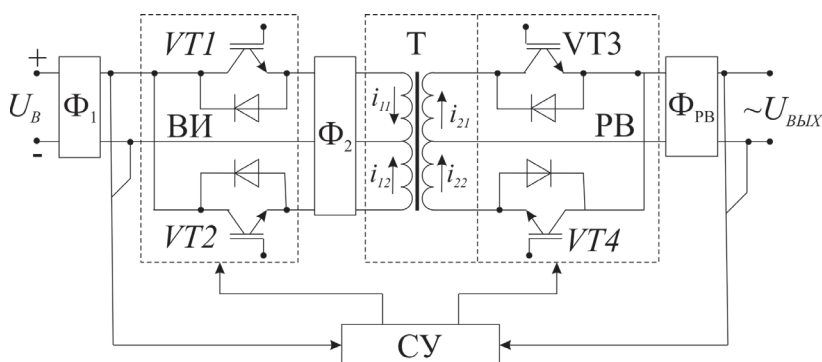


Рис. 2. Стабилизатор напряжения ВЭУ на высокочастотном инверторе ВИ и реверсивном выпрямителе РВ:

ВИ – высокочастотный инвертор на транзисторах $VT1$ и $VT2$; Φ_1 и Φ_2 – входной и выходной фильтры высокочастотного инвертора; T – трансформатор, в котором первичная и вторичная обмотки содержат среднюю точку; РВ – реверсивный выпрямитель на транзисторах $VT3$ и $VT4$; Φ_{PB} – выходной фильтр реверсивного выпрямителя; СУ – система управления

а его выходной Φ_{PB} обеспечивает требуемое качество напряжения переменного тока $u_{ВЫХ}$ (см. рис. 3 б).

Основными достоинствами рассмотренной схемы стабилизации напряжения (см. рис. 2) являются небольшие масса и размеры, а также высокие показатели надёжности из-за малого количества силовых электронных приборов и относительно несложной схемы системы управления.

Основной недостаток схемы – мощность, как правило, не превышает 5 кВт. Кроме того, КПД и показатели надёжности трёхфазной системы снижаются, поскольку в

этом случае применяются три однофазные схемы стабилизаторов на реверсивных выпрямителях и устройство синхронизации, посредством которого осуществляется сдвиг фаз трёхфазной системы напряжения друг относительно друга на 120° .

Улучшить характеристики стабилизатора напряжения (см. рис. 2) можно, если для получения трёхфазной симметричной системы напряжений использовать однофазно-трёхфазный трансформатор с вращающимся магнитным полем (ТВМП), выполненный на базе асинхронной машины с фазным ротором или торoidalного трансформатора [4].

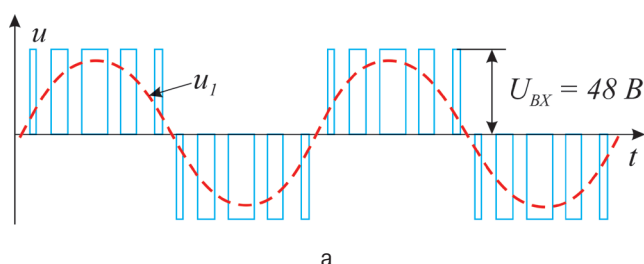
Стабилизатор напряжения на ТВМП содержит два однофазных инвертора $I1$ и $I2$; непосредственно однофазно-трёхфазный трансформатор с вращающимся магнитным полем ТВМП, содержащий две первичные обмотки со средней точкой; входной фильтр стабилизатора Φ_{BX} ; выходные фильтры инверторов $\Phi_{ВЫХ1}$ и $\Phi_{ВЫХ2}$; систему управления СУ (рис. 4).

Входное напряжение постоянного тока U_{BX} от генератора ВЭУ прикладывается к входным выводам инверторов $I1$ и $I2$, выполненных на транзисторах $VT1, VT2$ и $VT3, VT4$ соответственно. Система управления СУ формирует импульсы управления, которые включают транзисторы $VT1$ или $VT2, VT3$ или $VT4$. При такой последовательности коммутации транзисторов в первичных обмотках W_{11} или W_{12} , а также W_{21} или W_{22} протекают токи в разных направлениях (i_{11} и i_{12} , i_{21} и i_{22}). В результате в магнитопроводе ТВМП наводятся переменные магнитные потоки, формирующие круговое вращающееся магнитное поле, вызывающее действие трёхфазной системы ЭДС на выводах А, В и С. Стабилизация напряжения осуществляется путем изменения длительности паузы между включением транзисторов $VT1$ и $VT2, VT3$, а также $VT3, VT4$.

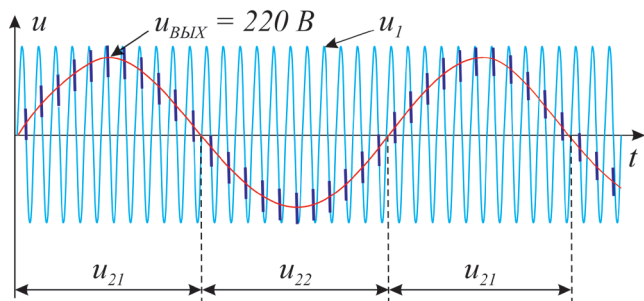
Основным достоинством рассмотренной схемы стабилизатора напряжения является высокая надёжность работы, а недостатком – большая масса и размеры.

Недостатки и преимущества автономных ВЭУ разных конструктивных решений целесообразно рассматривать, оценивая их в комплексе, когда, кроме непосредственно стабилизатора, в составе установки применяются выпрямитель на выходе генератора переменного тока или инвертор на выходе генератора постоянного тока, который может быть как однофазным, так и трёхфазным, а также устройства синхронизации, обеспечивающие работу однофазных стабилизаторов.

Энергоэффективность рассмотренных структурно-схемных решений стабилизаторов повышается, когда они применяются для



а



б

Рис. 3. Диаграммы напряжения, поясняющие принцип работы стабилизатора напряжения с промежуточным звеном повышенной частоты (см. рис. 2)

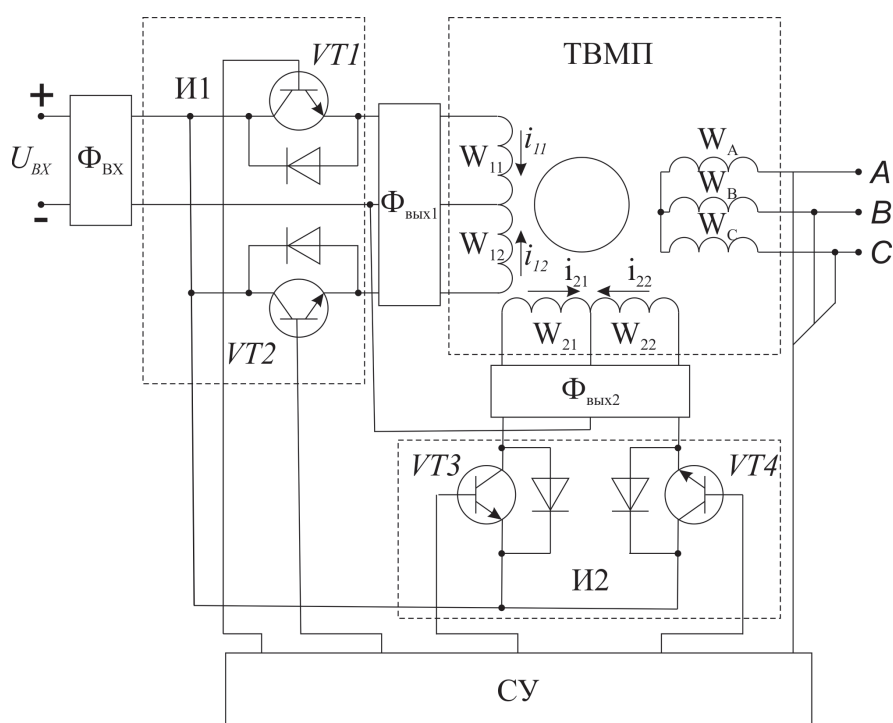


Рис. 4. Функциональная схема стабилизатора напряжения, выполненная на двух однофазных инверторах и трансформаторе с вращающимся магнитным полем

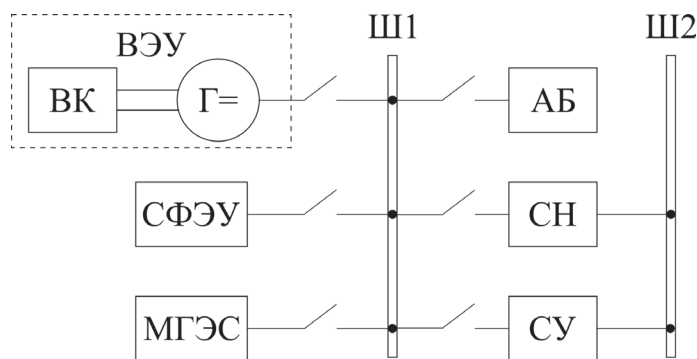


Рис. 5. Структурная схема комбинированной автономной системы электроснабжения:

СФЭУ – солнечная фотоэнергетическая установка;
МГЭС – мини-гидроэлектростанция рукавного типа;
АБ – аккумуляторные батареи

преобразования и стабилизации напряжения нескольких ВИЭ постоянного тока, подключенных к общей шине Ш1 (рис. 5).

К шине Ш2 подключаются потребители электроэнергии переменного тока. При этом на выходе стабилизатора напряжения СН может формироваться трёхфазная система напряжения. В этом случае целесообразно применить схему стабилизатора, приведённую

на рис. 4, или три однофазных стабилизатора с устройством синхронизации (см. рис. 2).

Если в составе комбинированной автономной системы электроснабжения (см. рис. 5) применить бесконтактные электрические аппараты, состоящие из параллельно включенных электромеханических контактов и силовых электронных приборов, то повысятся показатели КПД и надёжности системы [4].

Выбор того или иного структурно-схемного решения стабилизатора напряжения зависит от потенциала возобновляемых источников энергии, мощности и режимов работы потребителей электроэнергии, а также от результатов расчёта их технико-экономических показателей и ЭТХ.

Интересным является направление применения в составе комбинированных автономных систем электроснабжения (АСЭ) электромашинных преобразователей электроэнергии – двигателя постоянного тока и синхронного генератора, размещённых на одном валу. При этом электромашинный преобразователь включается вместо стабилизатора напряжения СН (см. рис. 5). В этом случае стабилизация напряжения осуществляется системой управления и защиты трёхфазным генератором электроэнергии электромашинного преобразователя.

Выводы

1. Для повышения энергоэффективности ВЭУ и комбинированных АСЭ в их составе необходимо применять новую элементную базу, включающую в себя:

- бесконтактные генераторы электроэнергии, КПД которых превышает 94 %, а ресурс непрерывной работы составляет более 20 тыс. ч;

- рассмотренные структурно-схемные решения стабилизаторов напряжения, выполненных на базе НПЧ, инверторов с промежуточным высокочастотным преобразованием и трансформаторов с вращающимся магнитным полем;

- бесконтактные коммутационные аппараты, выполненные на базе силовых электронных приборов.

2. Расчет энергетических показателей и показателей надёжности следует проводить, сравнивая не стабилизаторы напряжения ВЭУ, а показатели системы генератор-стабилизатор в разных комплектациях. Применение предложенных структурно-схемных решений стабилизаторов напряжения, выполненных на базе полевых транзисторов и новой элементной базы, повысит КПД элек-

трической части малых ВЭУ на 3-5 % и позволит увеличить ресурс работы в 2 раза и более.

Список использованных источников

1. **Соломин Е.В.** Экономические аспекты гибридных ветро-солнечных установок малой мощности // Альтернативная энергетика и экология. 2012. № 2(106). С. 71-77.
2. **Никитенко Г.В., Коноплев Е.В., Лысаков А.А.** Ветро-солнечная система автономного электроснабжения // Сельский механизатор. 2018. № 4. С. 28-29.
3. **Кашин Я.М., Копелевич Л.Е., Самородов И.Б.** [и др.]. Ветро-солнечный генератор и его характеристики // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2019. № 6. С. 201-214.
4. **Григораш О.В., Попов А.Ю., Воробьев Е.В.** [и др.]. Новая элементная база возобновляемых источников электроэнергии : монография. Краснодар : КубГАУ, 2018. 204 с.
5. **Григораш О.В., Денисенко Е.А., Даус Ю.В.** Ветро-солнечные электростанции в сельскохозяйственном производстве : матер. XIII Междунар. конф. «ТТС-22». Краснодар: Дом-Юг, 2022. С. 194-195.

Voltage Regulators for Small wind Power Plants

**O.V. Grigorash,
S.V. Oskin,
E.A. Denisenko**

(FGBOU VO KubGAU)

Summary: *Structural and schematic solutions of voltage stabilizers for alternating current and direct current generators of wind power plants, made using direct frequency converters, an intermediate link of increased frequency and a transformer with a rotating magnetic field, are proposed. Their advantages and disadvantages are revealed. To improve energy efficiency and reliability of power supply to autonomous consumers, a block diagram of a combined autonomous power supply system is proposed.*

Key words: *renewable energy sources, wind power plants, voltage stabilizers, autonomous power supply systems.*

XXVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА



MVC: ЗЕРНО-КОМБИКОРМА-ВЕТЕРИНАРИЯ - 2023



XXVIII Международная специализированная торгово-промышленная выставка «MVC: Зерно-Комбикорма-Ветеринария-2023» продемонстрировала успех и инновации АПК России.

С 21 по 23 июня 2023 г. в Москве, в павильонах № 55 и 57, а также на открытой площадке ВДНХ состоялась XXVIII Международная специализированная торгово-промышленная выставка «MVC: Зерно-Комбикорма-Ветеринария-2023». Она собрала представителей бизнес-структур, специалистов зерноперерабатывающей, животноводческой, комбикормовой и ветеринарной отраслей. За три дня работы выставку посетили более 4 тыс. человек.

В этом году 177 компаний из 10 стран и 21 региона России представили участникам и гостям выставки технологии и оборудование для обработки и хранения зерна, наилучшие достижения в области животноводства и новинки ветеринарной отрасли. Выставка стала площадкой для профессионального общения, обмена опытом, демонстрации лучших практик, представления научных исследований и инновационных технологий, обеспечивающих устойчивое развитие основных направлений мирового сельскохозяйственного производства, продовольственного обеспечения и безопасности.

Отличительной особенностью нынешней выставки стало участие 34 компаний из Китайской Народной Республики.

Традиционно организаторами и экспонентами была подготовлена насыщенная деловая программа. 21 июня в рамках Форума состоялся российско-китайский круглый стол «Открываем двери нашим коллегам из Китая».

Интерактивную аналитическую бизнес-сессию «Лидеры АПК» с трансляцией в сеть Интернет провела Группа компаний «ВИК».

Национальная Ассоциация организаций ветеринарно-биологической промышленности (Ассоциация «Вет-биопром») совместно с Ассоциацией содействия развитию ветеринарного дела «Национальная Ветеринарная Ассоциация (НВА)» при участии Минсельхоза России и Россельхознадзора провели научно-практическую конференцию «Новые законодательные нормы и научные инновации в современной ветеринарной практике». Участники рассмотрели актуальные вопросы

современной ветеринарии, такие как достижение импортонезависимости ветеринарной фармацевтики Российской Федерации, успешные практики импортозамещения в ветеринарии, биологические угрозы современного животноводства и пути их решения, актуальные задачи вакцинопрофилактики бешенства животных, современные подходы в диагностике и профилактике инфекционных болезней животных.

22 июня состоялся круглый стол на тему «Актуальные вопросы птицеводства: новое законодательство регулирования оборота помета, обеспечение эпизоотического благополучия на птицефабриках». Мероприятие было организовано Комитетом по аграрно-продовольственной политике и природопользованию Совета Федерации Федерального Собрания РФ совместно с отраслевой ассоциацией птицеводов России Росптицесоюз. Представители законодательных, регулирующих органов совместно с руководителями крупнейших птицефабрик страны обсудили вопросы практического применения закона, проблемные точки в части понятий и инструкций, требующих дополнительных разъяснений.

В этот же день на полях выставки египетская экспортная компания EgAz Pharma («Иджаз Фарма») подписала соглашение о сотрудничестве с Ассоциацией ветеринарных фармацевтических производителей (АВФАРМ). Организации договорились обмениваться информацией о состоянии рынка и порядке доступа на него зарубежных ветпрепаратов, а также сведениями об актуальных изменениях в законодательстве. Сфера действия соглашения распространяется не только на Россию и Египет, но и на общий рынок ветпрепаратов Евразийского экономического союза.

23 июня состоялось награждение призеров традиционного конкурса «Инновации в комбикормовой промышленности».

Следующая, XXIX Международная специализированная торгово-промышленная выставка «MVC: Зерно-Комбикорма-Ветеринария-2024» пройдет в Москве на ВДНХ в павильоне № 75 19-21 июня 2024 года.

Перспективы развития сельского туризма

О.В. Ухалина,

канд. экон. наук,

вед. науч. сотр.,

o.uhalina@yandex.ru

(ФГБНУ «Росинформагротех»);

С.С. Комаров,

канд. полит. наук,

декан факультета ГМУ,

Skomarov@synergy.ru

(университет «Синергия»);

А.В. Горячева,

науч. сотр.,

nastya040890@mail.ru

В.Н. Кузьмин,

д-р экон. наук,

гл. науч. сотр.,

kwn2004@mail.ru

(ФГБНУ «Росинформагротех»)

Аннотация. Отмечена особая роль Государственной программы Российской Федерации «Комплексное развитие сельских территорий» и мер государственной поддержки в рамках гранта «Агротуризм» Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия и сельского туризма как направления развития сельских территорий с учетом инициатив государственного регулирования. Предлагается уделить большее внимание информационно-консультационным мероприятиям для сельхозтоваропроизводителей с целью популяризации сельского туризма в России.

Ключевые слова: сельское хозяйство, сельский туризм, комплексное развитие сельских территорий, агростартап, государственная поддержка.

Постановка проблемы

Эффективное функционирование системы государственной поддержки на федеральном, региональном и муниципальном уровнях имеет важное значение для успешного регионального социально-экономического развития. В 2021 г. внесены изменения в законы «О туризме и туристической деятельности в Российской Феде-

рации» и «О развитии сельского хозяйства» [1, 2], предусматривающие новое направление государственной поддержки развития села. В рамках данных инициатив было закреплено понятие «сельский туризм». Также законодательство обеспечило возможность оказания финансовой помощи малому бизнесу в виде гранта «Агротуризм».

В настоящее время ведется разработка Стратегии развития сельского туризма, которая будет включать в себя целевые показатели, оценку объектов сельского туризма и позволит сформировать их реестр [3]. Это усилит систематизацию государственного регулирования и сделает меры государственной поддержки более эффективными. Однако одних мер финансового стимулирования роста туристического потока граждан в сельскую местность недостаточно. Потребуется системная работа всех участников процесса, особенно сельхозтоваропроизводителей, чтобы сельский туризм стал:

- программой по переводу части аграрного сектора из сферы производства в сферу услуг с высокой маржинальностью;

- стимулом для возрождения и развития различных народных, традиционных, художественных промыслов и ремесел, производства экологически чистых продуктов питания;

- частью экономического механизма по сокращению разрыва уровня жизни между сельскими территориями и городом;

- источником повышения доходов жителей села, способствующим уменьшению миграционного оттока населения в города.

Специалисты выделяют следующие факторы, сдерживающие развитие сельского туризма [4-8] (табл. 1).

Цель исследования – анализ проблем реализации программы государственной поддержки сельского

туризма в рамках гранта «Агротуризм» и повышение активности участия сельхозтоваропроизводителей в мероприятиях развития сельских территорий.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являются содержание и механизм государственной политики в области сельского туризма, в частности, Государственной программы Российской Федерации «Комплексное развитие сельских территорий» (далее – Госпрограмма КРСТ) и гранта «Агротуризм» Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия (далее – Госпрограмма).

Задачами исследования являются:

- рассмотрение сущности и содержания программы государственной поддержки сельского туризма;

- анализ реализации государственной поддержки в рамках гранта «Агротуризм» Госпрограммы;

- выявление путей повышения профессиональной компетентности сельхозтоваропроизводителей для активизации участия в мероприятиях по развитию сельских территорий.

Применялся сравнительный, отраслевой, логический и другие виды анализа. В процессе проведения исследования использовались материалы по результатам реализации Госпрограммы КРСТ, Госпрограммы, гранта «Агротуризм» в 2022-2023 гг., а также показатели, характеризующие социально-экономическое развитие села в Российской Федерации.

Информационной базой исследования послужили статистические данные Росстата, Минсельхоза России, публикации ученых и специалистов по данной тематике.

Таблица 1. Факторы, сдерживающие развитие сельского туризма в России

Участник процесса	Сдерживающий фактор	Положительное влияние при устранении сдерживающего фактора
Государство	Недостаточное законодательное регулирование сельского туризма, в том числе в области земельных отношений Отсутствие четкого определения участников рынка сельского туризма и, как следствие, невозможность разработки стратегии их развития Отсутствие четких критериев объектов сельского туризма Отсутствие официальной статистической информации	Сбалансированная система расселения граждан Инфраструктурное развитие сельских территорий Продвижение региональных брендов
Бизнес	Неготовность участников рынка к масштабным изменениям, отсутствие компетенций «Серые» схемы деятельности Отсутствие грамотно проработанных маршрутов	Развитие бизнеса Создание условий для получения дополнительного дохода Развитие кадрового потенциала организаций Увеличение инвестирования Увеличение налоговых поступлений
Муниципалитет	Слабая заинтересованность органов местного самоуправления в развитии сельского туризма Отсутствие информированности участников рынка о возможностях получения господдержки и направлениях развития	Социально-экономическое развитие муниципальных образований и увеличение налоговых поступлений в бюджет
Местное население	Неактивное участие в реализации туристических проектов Неудовлетворенность уровнем жизни	Новые виды деятельности, рост занятости Увеличение доходов Гармоничное развитие личности Удовлетворенность жизнью Развитие новых интересов

Источник: составлено авторами на основе работ [4-8].

Результаты исследований и обсуждение

Начало развития сельского туризма в мире было положено в 1960-1970 гг., главной целью являлось снижение оттока населения из сельской местности в города. Широкое распространение он получил в индустриально развитых странах, где сформировался существенный контраст между городским и сельским образом жизни, отмечались усталость жителей от мегаполисов и достаточно высокий уровень сервиса при обслуживании туристических потоков. Интерес к сельскому туризму за рубежом также был обусловлен наличием небольших по площади территорий с первозданными ландшафтами в масштабах всей страны.

В настоящее время активная урбанизация ставит под угрозу поступательное развитие большей части территорий, в связи с чем требуются комплексные шаги экономического и социального характера по популяризации отдыха в сельской местности.

В Российской Федерации мотивы развития сельского туризма отличаются от общемировых. Во-первых, имеет место большое количество достопримечательностей и объектов культурного наследия, способных вызвать интерес у потенциальных туристов. Согласно национальному проекту «Туризм и индустрия гостеприимства», к 2030 г. в России планируется запустить порядка 150 национальных туристических маршрутов, многие из которых будут пролегать по сельской местности.

Во-вторых, по данным Росстата, Всероссийская перепись населения 2020 г. показала, что в России продолжается урбанизация. В городах проживает около 74,8% населения страны (в 2010 г. соотношение городского и сельского населения составляло 73,5 и 26,5% соответственно), что повышает роль «контрастного» отдыха для городских жителей страны. С учетом удорожания отдыха за пределами Российской Федерации это существенно повышает популярность внутреннего

туризма, в том числе в сельскую местность.

В-третьих, в Российской Федерации возможно знакомство потенциальных туристов с самобытной культурой и традициями различных народов и народностей, проживающих на территории нашей страны [9].

В-четвертых, Правительством Российской Федерации осуществляются масштабные меры по развитию сельских территорий, в частности, Госпрограмма КРСТ (рис. 1).

Эти меры способствуют улучшению современного облика сельских территорий, повышают занятость населения, развивают транспортную инфраструктуру, что в итоге способствует увеличению туристического потока.

Параллельно реализуется государственная поддержка малого предпринимательства на селе (табл. 2) [10].

Государственная поддержка сельского туризма оказывается также в рамках других государственных программ и национальных проектов,

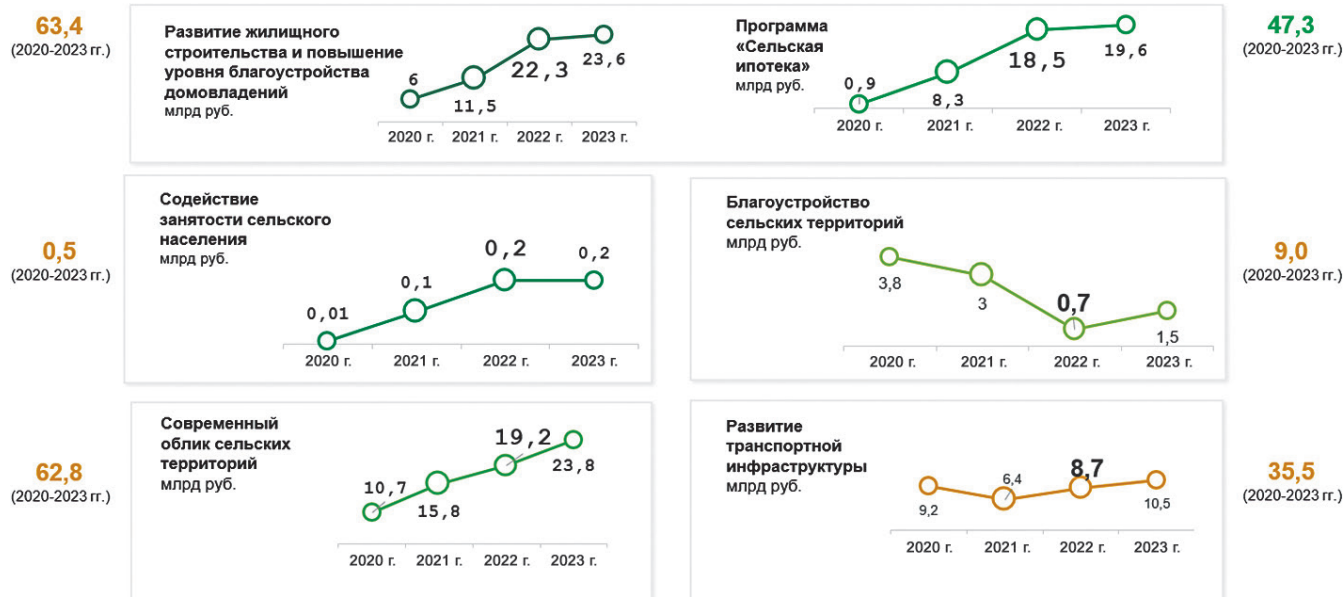


Рис. 1. Финансовое обеспечение федеральных проектов Госпрограммы КРСТ, млрд руб. [10].

Таблица 2. Адресные меры поддержки малого предпринимательства на селе

Получатель	Виды поддержки
К(Ф)Х и ИП – главы К(Ф)Х	Гранты «Агростартап», «Семейная ферма»
ЛПХ (самозанятые)	Поддержка ЛПХ, два вида субсидий переработчикам
СПоК	Грант на развитие материально-технической базы СПоК
Малые формы хозяйствования (МФХ) всех организационно-правовых форм	Гранты «Агротуризм», «Агропрогресс», несвязанная поддержка, льготное кредитование (защищенный объем – 20% от всех льготных кредитов)

Источник: составлено авторами на основе работы [10].

направленных на развитие туристической инфраструктуры, производственной и туристической деятельности. Это позволяет предположить, что для развития сельского туризма в настоящее время сложились благоприятные условия и он может стать одним из драйверов социально-экономического развития сельских территорий.

Грант «Агротуризм» предоставляется по конкурсному отбору Минсельхозом России сельхозтоваропроизводителям (наличие 70% выручки от реализации сельхозпродукции), являющимся объектами микро- и малого предпринимательства, зарегистрированным на сельской территории или территории сельской агломерации. Грант может быть направлен по установленным целевым направлениям: на создание сыроварен,

многопрофильных ферм, виноделен и закладку виноградников, этнических ферм, пчеловодческих, рыбноводческих, ягодоводческих хозяйств с обязательством по увеличению реализации сельскохозяйственной продукции за счет привлечения туристов на объект. Средства выделяются на условиях софинансирования: при размере гранта до 3 млн руб. собственные средства грантополучателя должны составлять не менее 10% стоимости проекта; до 5 млн руб. – 15; 8 млн – 20; 10 млн руб. – 25%.

Таким образом, финансирование сельского туризма призвано стимулировать рост реализации сельскохозяйственной продукции при увеличении туристического потока. Заявитель при подготовке документов на получение гранта должен предусмотреть увеличение произ-

водства сельхозпродукции, ее продажу, удовлетворенность клиента от туристического продукта, т.е. составить сложный бизнес-проект с тремя взаимодополняющими задачами. Для успешной реализации проекта клиент должен быть удовлетворен качеством туристического продукта и продукта сельскохозяйственного, а туристический маршрут – удобен, интересен и приемлем с точки зрения стоимости.

Для получения гранта в сроки, установленные Минсельхозом России, необходимо подать полный пакет документов с описанием проекта, самой идеи и бизнес-плана ее реализации [11]. Причем качеству составления, полноте понимания и, главное, донесения информации уделяется существенное внимание. Требуется квалифицированная проработка. Экспертная комиссия Минсельхоза России оценивает потенциал туристического продукта и должна проранжировать его с учетом суммы баллов, присвоенных согласно установленным критериям:

- прямое влияние реализации проекта на увеличение объема реализации производимой сельхозпродукции;
- привлечение туристов, увеличение туристического потока;
- сезонность проекта (преимущество установлено для проектов

круглогодичного функционирования);

- создание новых рабочих мест и обеспечение работников заработной платой не менее среднего уровня по отрасли в регионе;

- обеспечение комфортной среды для маломобильных граждан;

- срок окупаемости проекта;

- объем привлеченных внебюджетных средств.

Проекты развития сельского туризма финансируются в соответствии с лимитами, которые выделяются Минсельхозу России на данный вид поддержки. Сначала финансируются заявки с максимальным количеством баллов, затем – по их убыванию, до тех пор, пока лимиты не будут исчерпаны. Проранжированные заявки, оставшиеся за рамками лимитов, могут быть одобрены к реализации за счет дополнительно выделенных средств в течение года.

По данным Минсельхоза России, количество заявок и отобранных проектов увеличивается, что свидетельствует о росте интереса субъектов МФХ к данному виду деятельности [12] (табл. 3).

Туристический бизнес требует тщательно продуманной и комплексной работы специалистов, прежде всего, по составлению туристических маршрутов, проектированию идей

Таблица 3. Результаты конкурсных отборов проектов по развитию сельского туризма

Показатели	2022 г.	2023 г.	Всего
Число проектов:			
направленных на конкурсный отбор (из субъектов Российской Федерации)	108 (50)	223 (53)	331 (64)
получивших грант	51 (35)	73 (50)	124 (55)
Объем финансирования, млн руб.	300	500	800
Создано новых рабочих мест, ед.	140	220	360
Численность туристов (плановая)	151258	294315	442573

Источник: Департамент развития сельских территорий Минсельхоза России.

путешествий. Специалист в области сельского туризма должен быть модератором впечатлений, от него потребуются креативность, бизнес-ориентированность, умение работать с финансами, знание юридических особенностей и тонкостей законодательства, понимание пространства, места и туристического спроса. Учитывая, что государственная поддержка в рамках гранта «Агротуризм» предоставляется исключительно сельхозтоваропроизводителям, для формирования данных компетенций необходимы усилия в области просвещения и организации консультационных мероприятий.

Разработать бизнес-проект в области сельского туризма с учетом требований Минсельхоза России – сложная задача для большинства представителей малого бизнеса на

селе. Сельхозтоваропроизводителям постоянно оказывается помощь в виде консультаций на открытых мероприятиях Минсельхоза России и в рамках деятельности центров компетенций, но данный вид государственной поддержки требует специфических знаний из разных областей и особого внимания именно на стадии бизнес-планирования. Необходимо обучение сельхозтоваропроизводителей основам ведения деятельности в сфере туризма.

Еще одной задачей является более активная популяризация сельского образа жизни среди городского населения не для переезда из города, а с целью роста лояльности к сельским активностям. В настоящее время данная инициатива реализуется с помощью нескольких мероприятий и проектов (рис. 2) [10].



Рис. 2. Мероприятия Минсельхоза России для популяризации сельского образа жизни

Источник: Департамент развития сельских территорий Минсельхоза России.

Однако они проводятся на сельских территориях, поэтому информация о формате и датах проведения данных мероприятий у городского населения часто отсутствует или является неполной.

Повышение качества туристических продуктов при заинтересованности городского населения в отдыхе в сельской местности и усилиях государства по поддержке сельхозтоваропроизводителей позволит эффективно использовать потенциал сельских территорий и повысить темпы социально-экономического развития села [13].

Выводы

1. Дальнейшее совершенствование законодательства в сфере сельского туризма и туристической деятельности в целом позволит более эффективно развивать потенциал сельской местности.

2. В рамках государственных программ и национальных проектов оказывается поддержка сельского туризма (гранты «Агротуризм», «Агропрогресс» и др.), направленная на развитие туристической инфраструктуры, производственной и туристической деятельности. Это позволяет сделать вывод: в настоящее время сложились благоприятные условия для развития сельского туризма, который может стать одним из драйверов социально-экономического развития сельских территорий. В 2022-2023 гг. для реализации отобран 331 проект из 64 субъектов Российской Федерации с объемом финансирования 800 млн руб.

3. Разработка эффективного бизнес-проекта в области сельского туризма – сложная задача для большинства представителей малого бизнеса на селе, которая требует наличия специфических знаний из разных областей. Необходимо чаще организовывать консультации на открытых мероприятиях Минсельхоза России и в рамках деятельности Центров компетенций.

4. Обучение сельхозтоваропроизводителей основам ведения деятельности в сфере туризма, а также проведение мероприятий по попу-

ляризации сельского образа жизни, продвижению сельского туризма послужат активизации участия малого бизнеса в мерах господдержки и увеличению качества подготавливаемых проектов сельского развития.

Список

использованных источников

1. Федеральный закон от 24 ноября 1996 г. № 132-ФЗ «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_12462 (дата обращения: 25.04.2023).

2. Федеральный закон от 29 декабря 2006 г. № 264-ФЗ «О развитии сельского хозяйства» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/12151309/?ysclid=lgv0mui bx289705030> (дата обращения: 25.04.2023).

3. В России разработают стратегию развития сельского туризма [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2020/06/01/v-rossii-razrabotaiut-strategiiu-razvitiia-selskogo-turizma.html> (дата обращения: 25.04.2023).

4. **Мирошниченко Т.А., Подгорская С.В.** Современные тенденции и перспективы развития сельского туризма в России // Вестник ЗабГУ. 2021. Т. 27. № 3. DOI: 10.21209/222792452021273119126.

5. **Дорогова З.В., Хачев М.М., Ковков Н.С.** Туризм на сельских территориях: опыт, проблемы, перспективы // Индустриальная экономика. 2022. Т. 2. № 5. DOI: 10.47576/2712-7559_2022_5_2_144.

6. **Ромашина О.П., Крюкова Е.М.** Экономика туризма: региональная идентичность бренда // OpenScience. 2022. Т. 4. № 1. С. 22-31. DOI: 10.51632/2658-7939_2022_4_1_22.

7. Адаптация объектов сельского и экотуризма к последствиям пандемии COVID-19. Аналитика и успешные практики Европы и России: метод. пособ. // А. Галевска и [др.]. М.: АНО «АРСИ», Экоцентр «Заповедники», 2022. 108 с.

8. **Логвина Е.В.** Сельский туризм как фактор влияния на развитие туристской отрасли Российской Федерации // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2021. № 3. С. 247-254.

9. Росстат представил предварительные цифры о численности населения в регионах страны по данным Всероссийской переписи населения // Федеральная служба государственной статистики [Электрон-

ный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/313/document/166784> (дата обращения: 25.04.2023).

10. Комплексное развитие сельских территорий // Государственная программа по улучшению качества жизни [Электронный ресурс]. URL: <https://крст.рф/> (дата обращения: 25.04.2023).

11. Приказ Минсельхоза России от 10 февраля 2022 г. № 68 «Об утверждении порядка проведения конкурсного отбора проектов развития сельского туризма» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru> (дата обращения: 25.04.2023).

12. Минсельхоз выбрал первых получателей гранта «Агротуризм» // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департамент развития сельских территорий Минсельхоза России [Электронный ресурс]. URL: <https://mcx.gov.ru/press-service/news/minselkhoz-vybral-pervykh-poluchateley-granta-agroturizm/?ysclid=lgvzmqjprw668146547> (дата обращения: 25.04.2023).

13. **Ухалина О.В.** Перспективы стратегического развития сельских территорий / О.В. Ухалина, Н.В. Седова, А.В. Горячева, В.Н. Кузьмин // Техника и оборудование для села. 2023. № 4. С. 43-48.

Prospects for the Development of Rural Tourism

O.V. Ukhulina

(Rosinformagrotech)

S.S. Komarov

(University "Synergy")

A.V. Goryacheva,

V.N. Kuzmin

(Rosinformagrotech)

Annotation. *The special role of the State Program of the Russian Federation "Integrated Development of Rural Territories" and state support measures within the framework of the "Agrotourism" grant of the State Program for the Development of Agriculture and the Regulation of Markets for Agricultural Products, Raw Materials and Food and Rural Tourism as a direction for the development of rural areas, taking into account state regulation initiatives, was noted. It is proposed to pay more attention to information and consulting activities for agricultural producers in order to popularize rural tourism in Russia.*

Key words: *agriculture, rural tourism, integrated development of rural areas, agricultural start-up, government support.*