

№ 2 (18) - 2023

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ

ВЕСТНИК:

ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В АПК



ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В АПК

Редакционный совет:

Главный научный редактор: к.т.н., доцент, Новопашин Леонид Алексеевич
Заместитель главного научного редактора: к.э.н., доцент, Юсупов Мамед Лечиевич
Ведущий научный редактор: к.т.н., Садов Артем Александрович

Редколлегия:

- д.т.н., профессор-Баймухамедов М.Ф. (Казахстан, г. Костанай);
- д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки и образования РАЕ - Носырев М.Б. (г. Екатеринбург);
- д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ -Зорин В.А. (г. Москва);
- д.т.н., профессор, почетный работник науки и техники РФ - Барбин Н.М. (г. Екатеринбург);
- д.т.н., доцент - Шепелёв С.Д. (г. Челябинск);
- д.т.н., доцент - Баженов Е.Е. (г. Москва);
- д.т.н., профессор, заслуженный энергетик России, действительный член Международной энергетической академии- Щеклеин С.Е. (г. Екатеринбург)
- д.т.н., профессор - Охотников Б.Л. (г. Екатеринбург);
- д.т.н., профессор - Минухин Л.А. (г. Екатеринбург);
- д.т.н., профессор - Пищиков Г.Б. (г. Екатеринбург);
- д.т.н., профессор – Кольга А.Д. (г. Екатеринбург).
- д.э.н., профессор – Набоков В.И. (г. Екатеринбург).
- д.э.н., доцент – Рушицкая О.А. (г. Екатеринбург).
- д.э.н., доцент – Чупина И.П. главный научный сотрудник Научно-исследовательского института аграрно-экологических проблем и управления сельским хозяйством (г. Екатеринбург).

Учредитель и издатель: ФГБОУ ВО Уральский ГАУ
Адрес учредителя и редакции: 620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42

Телефоны:

Гл. редактор 8-922-222-7095;

Зам. гл. редактора 8-912-600-95-55;

Отдел научных материалов: 8-996-187-97-31;

E-mail для материалов: artemsadov@ya.ru (с пометкой статья в журнал МНТВ)

К сведению авторов

1. Представляемые статьи должны содержать результаты научных исследований, готовые для использования в практической работе специалистов сельского хозяйства, либо представлять для них познавательный интерес (исторические материалы и др.).

2. Структура представляемого материала в целом должна выглядеть так:

- Рубрика;
 - УДК;
 - Код ВАК
 - заголовок статьи (на русском языке);
 - Ф. И. О.(на русском языке);
 - Место работы (на русском языке);
 - *E-mail;
 - расширенная аннотация — 150–250 слов (на русском языке);
 - ключевые слова (на русском языке);
 - заголовок статьи (на английском языке);
 - Ф. И. О. (на английском языке);
 - Место работы (на английском языке);
 - *E-mail;
 - расширенная аннотация — 150–250 слов (на английском языке);
 - ключевые слова (на английском языке);
 - собственно текст (необходимо выделить заголовками в тексте разделы: «Введение», «Цель и методика исследований», «Результаты исследований», «Выводы и рекомендации»);
 - список литературы, использованных источников (на русском языке);
 - список литературы, использованных источников (на английском языке).
3. Линии графиков и рисунков в файле должны быть сгруппированы. Таблицы представляются в формате Word. Формулы — в стандартном редакторе формул Word, структурные химические в ISIS / Draw или сканированные, диаграммы в Excel. Иллюстрации вставляются в текст публикации.
4. Литература на русском и английском языке должна быть оформлена в виде общего списка, в тексте указывается ссылка с номером. Библиографический список оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.
5. Перед публикацией редакция направляет материалы на дополнительное рецензирование в ведущие вузы и НИИ соответствующего профиля по всей России.
6. На публикацию представляемых в редакцию материалов требуется письменное разрешение организации, на средства которой проводилась работа, если авторские права принадлежат ей.
7. Авторы представляют статью в электронном виде — 1 экземпляр, Размер шрифта — 12, интервал — 1,5, гарнитура — TimesNewRoman;

Содержание

Процессы и машины агроинженерных систем

1. Р. А. Файзуллин , Э. Г. Нуруллин , А. А. Залялов Экспериментальное исследование травмирования семян зерновых культур в протравочной машине4
2. В.Н. Левинский, М.В. Филатов К вопросу об ик-сушке массивных спилов из ценных пород древесины20
3. А.С. Гусев, Н.В. Вашукевич, А.А. Беличев, А.Д. Смирнова Цифровая модель учебно-опытного хозяйства Уральского ГАУ27
4. К.М.Потетня, А.А.Садов Анализ механизированных способов внесения минеральных удобрений34
5. Г.А. Иовлев, И.И. Голдина, А.Г. Несговоров Технологическое обеспечение уборки силосных культур.....40
6. Л.К. Кибирев, Ю.В. Панков, М.Л. Юсупов Кинетика сушки ячменя при вакуумной сушке с обоснованием технологических параметров.....54

Транспорт

1. В.В. Побединский, Р.Н. Ковалев, С.В. Ляхов, И.А. Сафронов Моделирование в среде anylogic процесса технического обслуживания и ремонта автомобилей ..59

Экономика АПК

1. М. А. Хомякова Корреляция «зеленой» энергетики и экономики64

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАВМИРОВАНИЯ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ПРОТРАВОЧНОЙ МАШИНЕ**Р. А. Файзуллин^{1*}, Э. Г. Нуруллин^{1*}, А. А. Залялов¹**¹ ФГБОУ ВО Казанский ГАУ Казань***E-mail: nureg@mail.ru, fayzullinrenat@mail.ru**

Аннотация: В статье представлены результаты экспериментальных исследований по определению травмирования семян яровой пшеницы после каждого рабочего органа мобильной серийной протравочной машины со шнековыми загрузочно-выгрузными устройствами. (загрузочное устройство, камера протравливания, выгрузное устройство). В результате экспериментов установлено, что количество травмированных семян перед протравливанием составила 45,4 %, в том числе: семена с травмированным эндоспермом – 41,9 %, зародышем – 1,9%, хохолком – 1,6 %. После загрузочного устройства, травмированность увеличилась на 2,2 % и составила 47,6 %, в том числе семена с травмированием эндосперма 43,6 %, зародыша – 1,9 %, хохолка – 1,1 %. После обработки семян в камере протравливания травмированность увеличилась 0,7 % и составила 48,3 %, в том числе с травмированным: эндоспермом – 44,0 %, зародышем – 2,1 %, хохолком – 2,3 %. После выгрузного устройства степень травмированности увеличился ещё на 2,8 % и составила 51,1 %, в том числе с травмированным: эндоспермом 47,1 %, зародышем – 2,1 %, хохолком – 2,3 %. В конечном итоге, общее количество травмированных семян увеличилось на 5,7 % и составило 51,1 %, в том числе: семена с травмированным эндоспермом – 47,1 %, зародышем – 2,1 %, хохолком – 1,9 %. Полученные результаты подтверждают необходимость совершенствования конструкций существующих протравливателей с целью снижения травмирования семян зерновых культур. В работе также приведены некоторые направления научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по решению данной проблемы.

Ключевые слова: протравочная машина, травмирование, семена зерновых культур.

EXPERIMENTAL STUDY OF INJURY TO CEREAL CROPS SEEDS IN A TREATING MACHINE**R. A. Fayzullin^{1*}, E. G. Nurullin^{1*}, A. A. Zalyalov¹**¹ FSBEI HE Kazan State Agrarian University, Kazan***E-mail: nureg@mail.ru, fayzullinrenat@mail.ru**

Abstract. The article presents the results of experimental studies to determine the damage to spring wheat seeds after each working part of a mobile serial treatment machine with auger loading and unloading devices. (loading device, pickling chamber, unloading device). As a result of the experiments, it was established that the number of injured seeds before dressing was 45.4%, including: seeds with injured endosperm - 41.9%, embryo - 1.9%, tuft - 1.6%. After the loading device, the injury rate increased by 2.2% and amounted to 47.6%, including

seeds with injury to the endosperm 43.6%, the embryo - 1.9%, and the tuft - 1.1%. After treating the seeds in the dressing chamber, the injury rate increased by 0.7% and amounted to 48.3%, including injured endosperm - 44.0%, embryo - 2.1%, tuft - 2.3%. After the unloading device, the degree of injury increased by another 2.8% and amounted to 51.1%, including injured: endosperm 47.1%, embryo - 2.1%, crest - 2.3%. Ultimately, the total number of injured seeds increased by 5.7% and amounted to 51.1%, including: seeds with injured endosperm - 47.1%, embryo - 2.1%, tuft - 1.9%. The results obtained confirm the need to improve the designs of existing treaters in order to reduce injury to grain crop seeds. The work also presents some areas of research and development work to solve this problem.

Keywords: dressing machine, injury, grain seeds.

Введение (Introduction)

При производстве зерна и подготовке семян применяется множество технических средств, рабочие органы которых дробят их и наносят микротравмы. Повреждённые семена не дают всходы или они произрастают не здоровыми, что вызывает необходимость увеличения нормы высева и снижает урожайность.

Проблеме травмирования зерна за рубежом и в нашей стране посвящено достаточно много исследований [1-17 и др.].

Актуальность исследований в данном направлении определяются необходимостью совершенствования технологий и созданием перспективных сельскохозяйственных машин, обеспечивающих уменьшение или исключение повреждения семян зерновых культур.

Одним из завершающих этапов технологии подготовки семян является их предпосевная обработка защитными средствами на протравочных машинах, в которых также происходит травмирование семенного материала.

Для выбора наиболее перспективных направлений совершенствования рабочих органов и создания новых конструкций, обеспечивающих снижение повреждения семенного материала, необходимо знать величину травмирования семян в наиболее травмоопасных участках существующих протравочных машин.

Цель работы – установление величины травмирования семян зерновых культур в протравочных машинах.

Методология и методы исследования (Methods)

Эксперименты проводились с партией подготовленных к посеву семенами яровой пшеницы сорта «Ульяновская-100» (суперэлита) на серийном протравливателе ПС-20 со шнековыми загрузочно-разгрузочными устройствами и камерой обработки, оснащённым дисковым рассеивателем.

Учитывая наличие вращающихся жёстких рабочих органов протравливателя такого типа можно считать наиболее травмоопасными для семян из всех существующих в настоящее время мобильных протравочных машин отечественного и зарубежного производства.

Определяющим фактором выбора для исследований пшеницы выступил голозёрность её семян, что увеличивает вероятность получения микротравм анатомических частей от механических воздействий, соответственно, полученные результаты можно соотнести к другим зерновым культурам.

В качестве показателя травмирования семян и его анатомических частей принят степень травмированности, который определяется по формуле:

$$C_T = \frac{K_T}{K_0} 100, \quad (1)$$

где C_T – показатель степени травмированности, %; K_T – количество семян с микротравмами эндосперма, зародыша, хохолка, шт.; K_0 – общее количество семян, шт.

На рисунке 1 представлена схема отбора проб для экспериментов.

Для опытов отбирались образцы по 5...10 кг: из бурта подготовленных семян перед поступлением в загрузочное устройство (проба 1), из бункера после шнекового загрузочного устройства (проба 2), после камеры обработки (проба 3) и после разгрузки (проба 4).

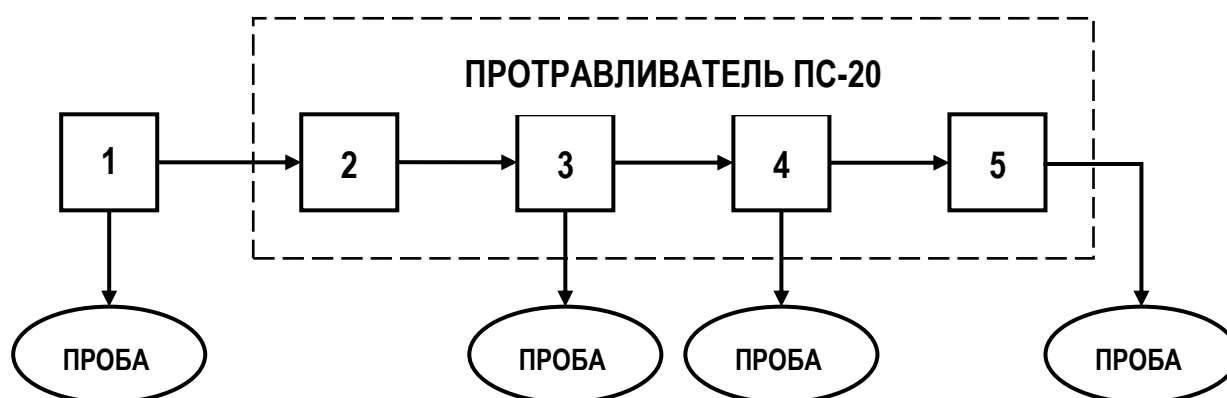


Рисунок 1. Схема отбора проб для экспериментов: 1 – Бурт семян, 2 – загрузочное устройство, 3 – бункер семян, 4 – камера протравливания, 5 – выгрузное устройство

Затем из каждой пробы произвольно формировались 15 порций по 100 зёрен (1500 семян), что составляло её выборочную совокупность. Во всех порциях определялись микротравмы эндосперма, зародыша и хохолка каждого зерна методом окраски с последующим рассмотрением под лупой с десятикратным увеличением. Степень травмированности зёрен в выборке определяется как среднеарифметическое от степени травмированности всех порций в выборке.

При составлении методики экспериментов и их проведении были использованы методические подходы, подробно описанные ранее [1, 3-6, 8,9,11,18].

Результаты исследований (The results of the research)

Результаты опытов по определению степени травмированности эндосперма, зародыша и хохолка семян яровой пшеницы представлены таблицах 1-4.

Таблица 1. Степень травмированности семян, подготовленных к протравливанию (проба 1)

№ образца	Не травмированные семена, шт. (%)	Семена с травмированием			Всего травмированных семян, шт. (%)
		эндосперма, шт. (%)	зародыша, шт. (%)	хохолка, шт. (%)	
1	53	43	1	3	47
2	56	41	2	1	44
3	52	45	2	1	48
4	59	38	1	2	41
5	49	47	2	2	51
6	54	41	2	3	46
7	56	42	1	1	44
8	52	43	4	1	48
9	59	37	2	2	41
10	54	42	3	1	46
11	55	39	4	2	45
12	53	45	1	1	47
13	59	39	1	1	41
14	50	46	2	2	50
15	58	40	1	1	42
Итого	819 (54,6%)	628 (41,9%)	29 (1,9%)	24 (1,6%)	681 (45,4%)

Анализ результатов, приведённых в таблице 1 показывает, что степень травмированности подготовленных к протравливанию семян составляет 45,4 %, в том числе: семена с травмированным эндоспермом – 41,9 %, семена с травмированным зародышем – 1,9%, семена с травмированным хохолком – 1,6 %. В данной пробе, основную долю травмирования семена получают после воздействия рабочих органов зерноуборочных комбайнов, зерноочистительных машин и транспортирующих устройств. Количество не травмированных зёрен – 54,6 %.

Таблица 2. Степень травмированности семян, отобранных после шнекового загрузочного устройства из бункера протравливателя (проба 2)

№ образца	Не травмированные семена, шт. (%)	Семена с травмированием			Всего травмированных семян, шт. (%)
		эндосперма, шт. (%)	зародыша, шт. (%)	хохолка, шт. (%)	
1	53	43	1	2	47
2	56	39	3	2	44
3	48	45	2	3	52
4	47	51	2	2	53
5	58	39	3	2	42
6	49	47	2	3	51
7	51	45	1	4	49
8	54	42	2	1	46
9	49	45	3	3	51
10	52	44	1	1	48
11	58	38	2	2	42
12	54	42	1	3	46
13	48	47	2	2	52
14	53	45	1	2	47
15	56	42	1	1	44
Итого	786 (52,4 %)	654 (43,6 %)	27 (1,8 %)	33 (2,2 %)	714 (47,6 %)

Данные опытов, представленные в таблице 2 показывают, что после загрузочного устройства шнекового типа общее количество травмированных семян увеличилось на 2,2 % и составило 47,6 %, в том числе с травмированным: семена с травмированным эндоспермом 43,6 % (увеличение на 1,7 %), семена с травмированным зародышем 1,9 % (уменьшение на 0,1 %), семена с травмированным хохолком – 1,1 % (увеличение на 0,4 %). Количество целых зёрен 52,4 %.

Таблица 3. Степень травмированности семян после камеры обработки (проба 3)

№ образца	Не травмированные семена, шт. (%)	Семена с травмированием			Всего травмированных семян, шт. (%)
		эндосперма, шт. (%)	зародыша, шт. (%)	хохолка, шт. (%)	
1	55	42	2	1	45
2	48	47	2	3	52
3	54	42	3	1	46
4	47	48	2	3	53
5	56	39	2	3	44
6	55	41	1	3	45
7	57	38	3	2	43
8	44	51	2	3	56
9	50	44	4	2	50
10	49	46	3	2	51
11	46	50	2	2	54
12	52	45	1	2	48
13	57	40	1	2	43
14	53	43	2	2	47
15	52	44	1	3	48
Итого	775 (51,7 %)	660 (44,0 %)	31 (2,1 %)	34 (2,3 %)	725 (48,3 %)

Данные, представленные в таблице 3 показывают, что после обработки семян в камере протравливания общая степень травмирования увеличилась на 0,7 % и составила 48,3 %, в том числе с травмированным: эндоспермом 44 % (увеличение на 0,4 %), семена с травмированным зародышем 2,1 % (уменьшение на 0,3 %), семена с травмированным хохолком – 2,3 % (увеличение на 0,1 %). Количество целых семян составило 51,7 %.

Таблица 4. Степень травмированности семян, отобранных после шнекового выгрузного устройства (проба 4)

№ образца	Не травмированные семена, шт. (%)	Семена с травмированием			Всего травмированных семян, шт. (%)
		эндосперма, шт. (%)	зародыша, шт. (%)	хохолка, шт. (%)	
1	44	50	3	3	56
2	48	47	3	2	52
3	55	43	1	1	45
4	53	44	2	1	47
5	52	44	2	2	48
6	56	41	1	2	44
7	45	50	2	3	55
8	54	41	3	2	46
9	47	50	2	1	53
10	44	53	2	1	56
11	42	54	3	1	58
12	51	44	2	3	49
13	46	51	1	2	54
14	45	49	3	3	55
15	52	45	2	1	48
Итого	734 (48,9 %)	706 (47,1 %)	32 (2,1 %)	28 (1,9 %)	766 (51,1%)

Результаты опытов, приведённые в таблице 4 показывают, что после разгрузки семян выгрузным устройством шнекового типа общее количество травмированных семян увеличилось на 2,8 % и составило 51,1 %, в том числе с травмированным: эндоспермом 47,07 % (увеличение на 3,07 %), зародышем 2,13 % (уменьшение на 0,03 %), хохолком – 2,3 % (уменьшение на 0,43 %). Стоит отметить, что выгрузное устройство показало наибольшую прибавку к степени травмированности. Количество целых семян составило 48,9 %.

На рис.2 представлена гистограмма изменения степени травмированности семян в протравочной машине.

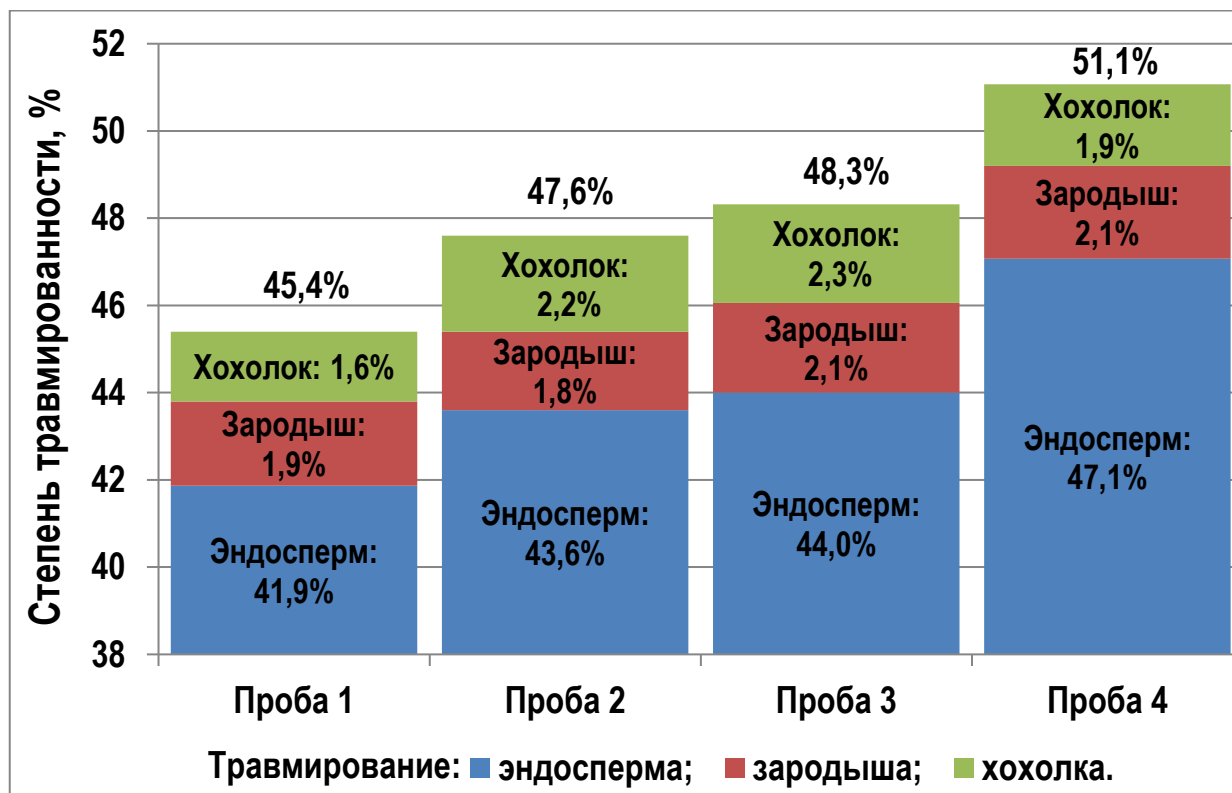


Рисунок 2. Изменение степени травмированности семян в протравливателе.

Анализ гистограммы показывает, что степень травмированности семян возрастает при прохождении каждого рабочего органа протравливателя. Степень травмирования семян, подготовленных к протравливанию и отобранных из бурта, составляет 45,4 %, в том числе с микроповреждениями эндосперма – 41,87 %, зародыша – 1,93 %, хохолка – 1,6 %. Здесь основную долю составляют семена, травмированные ещё в зерноуборочном комбайне. После загрузки семян в бункер протравливателя шнековым загрузочным устройством их общая степень травмированности увеличилась на 2,2 % и составила 47,6 %. После обработки семян в камере протравливания общая степень травмированности увеличилась на 0,7 % и составила 48,3 %. После разгрузки шнековым выгрузным устройством степень травмированности увеличилась на 2,8 % и составила 51,1 %.

Таким образом, по результатам выполненных исследований, после всех рабочих органов протравочной машины, произошло увеличение степени травмированности в общем количестве – на 5,7%, в том числе, эндосперма – на 5,2%, зародыша на 0,2 %, хохолка на 0,3 %. Стоит отметить, что наибольший прирост травмированности семян было замечено после шнекового загрузочного устройства (2,2%) и выгрузного устройства (2,8%).

Семена с поврежденным зародышем и хохолком после протравливания составляют 4 %. Повреждение зародыша приводит к гибели семени и соответственно они не будут давать всходы. Семена с повреждением хохолка также не дадут всходы или дадут слабые, которые развиваются очень плохо и не обеспечат высокий урожай.

Семена с поврежденным эндоспермом составляют 47,1 %. Семена с травмированным эндоспермом дают ослабленные ростки и получают патологии подавляющие их нормальную вегетацию из-за заражения вредителями, которые заселяют поврежденные участки. Всхожесть семян с травмированным эндоспермом зависит от характера повреждения. При сильном повреждении они также могут не пробиться на поверхность почвы и погибнуть, также на всхожесть влияет расположение травмированной части эндосперма относительно зародыша, чем ближе повреждение эндосперма к зародышу, тем выше негативное влияния от полученной травмы на развитие семени. Растения из травмированных семян, созревают поздно, со слабой корневой системой, соответственно их продуктивность снижается.

Выводы и рекомендации (Conclusions and recommendations)

В протравочных машинах со шнековыми загрузочно-разгрузочными устройствами происходит травмирование семян, что снижает урожайность. Исследование травмирования семян яровой пшеницы в серийном протравливателе показало, что степень травмированности при предпосевной обработке на протравливателе ПС-20 увеличилось на 5,7%, в том числе, эндосперма – на 5,2%, зародыша на 0,2 %, хохолка на 0,3 %. После загрузочного шнека увеличение составило 2,2 %, после камеры протравливания – 0,7 %, после выгрузного устройства – 2,8%. Полученные результаты подтверждают необходимость проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по совершенствованию загрузочно-разгрузочных устройств и других рабочих органов существующих протравочных машин, направленных на снижение травмирования семян зерновых культур. Одним из перспективных направлений в данной области является разработка пневмозагрузочных устройств, адаптируемых для существующих протравливателей семян зерновых культур и протравочных машин нового поколения пневмомеханического и пневматического типа.

Библиографический список:

1. Нуруллин, Э. Г. Травмирование зерна в комбайнах / Э. Г. Нуруллин // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2021. – № 2(58). – С. 104-112. – DOI 10.31563/1684-7628-2021-58-2-104-112. – EDN AXKKIH.

2. Оробинский, В. И. Влияние фракционного состава зернового вороха на уровень травмирования и посевные качества семян / В. И. Оробинский, А. В. Ворохобин, А. С. Корнев [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 14. – № 3(70). – С. 12-17. – DOI 10.53914/issn2071-2243_2021_3_12. – EDN YCNSXI.

3. Нуруллин, Э. Г. Травмирование семян пшеницы на германских зерноочистительных машинах "Петкус" в составе технологической линии / Э. Г. Нуруллин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы : труды IV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Волкова И.Е., Казань, 04 июня 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 73-84. – EDN UFQCHU.

4. Нуруллин, Э. Г. Травмирование семян пшеницы на отечественных зерноочистительно-сортировальных машинах в составе технологической линии / Э. Г. Нуруллин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды IV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Волкова И.Е., Казань, 04 июня 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 84-94. – EDN GZGWJA.

5. Нуруллин, Э. Г. Травмирование зерна пшеницы на мобильной протравочной машине / Э. Г. Нуруллин, Р. А. Файзуллин // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2021. – № 23. – С. 689-691.

6. Нуруллин, Э. Г. Экспериментальное определение травмирования семян пшеницы в зерновой сеялке с высевальным аппаратом катушечного типа / Э. Г. Нуруллин // Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты: Сборник научных трудов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Нальчик, 04–05 февраля 2021 года. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2021. – С. 105-108. – EDN JBIUWC.

7. Arthur, Frank & Morrison, William. (2020). Methodology for Assessing Progeny Production and Grain Damage on Commodities Treated with Insecticides. *Agronomy*. 10. 804. 10.3390/agronomy10060804.

8. Нуруллин, Э.Г. Экспериментальное определение травмирования семян пшеницы после первичной очистки / Э.Г. Нуруллин, Р.А. Файзуллин, Э.Г. Батыршин, Л.Г. Батыршин, // Современные достижения аграрной науки : материалы всероссийской (национальной) научно–практической конференции, посвященной 80 летию д.с.–х.н., профессора, член–корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича: Изд–во: Казанский государственный аграрный университет. – Казань. – 2020. – С. 117–123.

9. Нуруллин, Э.Г. Экспериментальное определение травмирования семян пшеницы после окончательной подработки перед протравливанием / Э.Г. Нуруллин, И.Р. Зайнутдинов, Р.А. Файзуллин // Современные достижения аграрной науки : материалы всероссийской (национальной) научно–практической конференции, посвященной 80 летию д.с.–х.н., профессора, член–корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича: Изд–во: Казанский государственный аграрный университет. – Казань. – 2020. – С. 110–117.

10. Thielmann, Marcel & Schmalholz, Stefan. (2020). Contributions of Grain Damage, Thermal Weakening, and Necking to Slab Detachment. 10.15495/EPub_UBT_00005535.

11. Нуруллин, Э. Г. Экспериментальное исследование травмирования семян пшеницы в загрузчике сеялок / Э. Г. Нуруллин, И. Р. Зайнутдинов, Р. А. Файзуллин // Энергосбережение и энергоэффективность: проблемы и решения: Сборник научных трудов IX Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки и техники РФ, доктора технических наук, профессора Хазретали Умаровича Бугова, Нальчик, 22–23 декабря 2020 года. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2020. – С. 124-128. – EDN HFHZBT.

12. Бахчевников, О.Н. Результаты экспериментальных исследований травмирования зерна пшеницы при погрузочно–разгрузочных работах / О.Н. Бахчевников, С.В. Брагинец // Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки: Материалы IV международной научно–практической конференции: Изд-во «Ариал». – Симферополь. – 2019. – С. 312–314.

13. Bellas, Ashley & Zhong, Shijie & Bercovici, David & Mulyukova, Elvira. (2018). Dynamic Weakening with Grain-Damage and Implications for Slab Detachment. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*. 285. 10.1016/j.pepi.2018.09.001

14. Bercovici, David & Skemer, Philip. (2017). Grain damage, phase mixing and plate-boundary formation. *Journal of Geodynamics*. 108. 10.1016/j.jog.2017.05.002.

15. Видикер, А.А. Анализ воздействия рабочих органов посевных комплексов на травмирование семян / А.А. Видикер, М.А. Корчуганова // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: материалы международной научно–практической конференции: Изд-во КурГСХА. – Курганск. – 2016. – С. 413–416.

16. Фейденгольд, В.Б. Причины травмирования зерна и меры по их устранению / В.Б. Фейденгольд, С.Л. Белецкий // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. – 2016. – №6. – С. 204–217.

17. Пехальский, И.А. О количественной и качественной оценке травмирования семян машинами / И.А. Пехальский, В.М. Кряжков, А.А. Артюшин // Научный журнал КубГАУ. – 2016. – №119(05). – С. 1–10.

18. Нуруллин, Э.Г., Файзуллин Р.А., Зайнутдинов И.Р., Минсагиров М.Ф., Еров Ю.В. Методика сквозного определения травмирования семян в технологическом процессе производства зерновых культур / Нуруллин Э.Г., Файзуллин Р.А., Зайнутдинов И.Р., Минсагиров М.Ф., Еров Ю.В. // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры. Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье. – Казань: Казанский ГАУ, 2019. – С.304-309.

19. Нуруллин, Э. Г. Пневмозагрузочное устройство для мобильных протравливателей семян зерновых культур / Э. Г. Нуруллин, И. Р. Зайнутдинов, Р. А. Файзуллин // Нива Поволжья. – 2021. – № 3(60). – С. 142-151. – DOI 10.36461/NP.2021.60.3.019. – EDN PSZEWK.

20. Нуруллин, Э. Г. Протравливатель семян зерновых культур циклонного типа / Э. Г. Нуруллин, И. Р. Зайнутдинов, Р. А. Файзуллин, И. Д. Самигуллин // Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты : сборник научных трудов II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Нальчик, 10–11 февраля 2022 года. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2022. – С. 104-109. – EDN AQWIDB.

21. Файзуллин, Р. А. Протравливатель семян зерновых культур с пневмозагрузочно-пылеочистительным устройством / Р. А. Файзуллин, Э. Г. Нуруллин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды IV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Волкова И.Е., Казань, 04 июня 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 131-138. – EDN TНАХСТ.

22. Нуруллин, Э. Г. Основные результаты научного направления по созданию новых технических средств пневмомеханического типа для реализации энергоресурсосберегающих экологически безопасных технологий производства и переработки зерна / Э. Г. Нуруллин // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 109-116. – EDN LPDQOZ.

23. Нуруллин, Э. Г. Тенденции развития техники в растениеводстве / Э. Г. Нуруллин // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности : Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 387-396. – EDN QOZNZI.

24. Нуруллин, Э. Г. Новый способ протравливания семян зерновых культур / Э. Г. Нуруллин, И. Р. Зайнутдинов, Р. А. Файзуллин // Сборник научных трудов XI Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика Андрея Дмитриевича Сахарова, Нальчик, 22–23 декабря 2021 года. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2021. – С. 145-148. – EDN АВАСМН.

25. Numerical simulation of two-phase "Air-Seed" flow in the distribution system of the grain seeder / S. G. Mudarisov, I. D. Badretdinov, Z. S. Rakhimov [et al.] // Computers and Electronics in Agriculture. – 2020. – Vol. 168. – P. 105151. – EDN ARDGBA.

26. Зайнутдинов, И. Р. Протравливатель семян зерновых культур с пневмоагрегатным устройством / И. Р. Зайнутдинов, Э. Г. Нуруллин // *Агроинженерная наука XXI века: Научные труды региональной научно-практической конференции*, Казань, 18 января 2018 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2018. – С. 95-98. – EDN YVNPEW.

References:

1. Nurullin, E. G. Grain injury in combines / E. G. Nurullin // *Bulletin of the Bashkir State Agrarian University*. – 2021. – No. 2(58). – pp. 104-112. – DOI 10.31563/1684-7628-2021-58-2-104-112. – EDN AXKKIH.
2. Orobinsky, V. I. Influence of the fractional composition of a grain heap on the level of injury and sowing qualities of seeds / V. I. Orobinsky, A. V. Vorokhobin, A. S. Kornev [etc.] // *Bulletin of the Voronezh State Agrarian University*. – 2021. – Т. 14. – No. 3(70). – pp. 12-17. – DOI 10.53914/issn2071-2243_2021_3_12. – EDN YCNSXI.
3. Nurullin, E. G. Injury to wheat seeds on German Petkus grain cleaning machines as part of a technological line / E. G. Nurullin // *Agricultural Science of the XXI Century. Current research and prospects: proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Doctor of Technical Sciences, Professor Volkov I.E., Kazan, June 04, 2021*. – Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. – P. 73-84. – EDN UFQCHU.
4. Nurullin, E. G. Injury to wheat seeds on domestic grain cleaning and sorting machines as part of a technological line / E. G. Nurullin // *Agricultural Science of the XXI Century. Current research and prospects: proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Doctor of Technical Sciences, Professor Volkov I.E., Kazan, June 04, 2021*. – Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. – P. 84-94. – EDN GZGWJA.
5. Nurullin, E. G. Injury to wheat grain on a mobile pickling machine / E. G. Nurullin, R. A. Fayzullin // *Current issues in improving the technology of production and processing of agricultural products*. – 2021. – No. 23. – P. 689-691.
6. Nurullin, E. G. Experimental determination of injury to wheat seeds in a grain seeder with a bobbin-type sowing apparatus / E. G. Nurullin // *Current problems of agricultural science: applied and research aspects: Collection of scientific papers of the All-Russian (national) scientific-practical conference*, Nalchik, February 04–05, 2021. – Nalchik: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov", 2021. – P. 105-108. – EDN JBIUWC.
7. Arthur, Frank & Morrison, William. (2020). Methodology for Assessing Progeny Production and Grain Damage on Commodities Treated with Insecticides. *Agronomy*. 10.804.10.3390/agronomy10060804.
8. Nurullin, E.G. Experimental determination of injury to wheat seeds after primary cleaning / E.G. Nurullin, R.A. Faizullin, E.G. Batyrshin, L.G. Batyrshin, // *Modern achievements of agricultural science: materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference dedicated to the 80th anniversary of Doctor of*

Agricultural Sciences, professor, corresponding member. RAS, Honorary Member of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, three times Laureate of State and Government Prizes in the field of science and technology, Honored Scientist of the Russian Federation, Honored Worker of Agriculture of the Republic of Tatarstan Mazitov Nazib Kayumovich: Publishing house: Kazan State Agrarian University. - Kazan. – 2020. – pp. 117–123.

9. Nurullin, E.G. Experimental determination of injury to wheat seeds after final processing before treatment / E.G. Nurullin, I.R. Zainutdinov, R.A. Faizullin // Modern achievements of agricultural science: materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference dedicated to the 80th anniversary of Doctor of Agricultural Sciences, professor, corresponding member. RAS, Honorary Member of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, three times Laureate of State and Government Prizes in the field of science and technology, Honored Scientist of the Russian Federation, Honored Worker of Agriculture of the Republic of Tatarstan Mazitov Nazib Kayumovich: Publishing house: Kazan State Agrarian University. - Kazan. – 2020. – pp. 110–117.

10. Thielmann, Marcel & Schmalholz, Stefan. (2020). Contributions of Grain Damage, Thermal Weakening, and Necking to Slab Detachment. 10.15495/EPub_UBT_00005535.

11. Nurullin, E. G. Experimental study of injury to wheat seeds in the loader of seeders / E. G. Nurullin, I. R. Zainutdinov, R. A. Fayzullin // Energy saving and energy efficiency: problems and solutions: Collection of scientific works of the IX All-Russian (national) scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of the Honored Worker of Science and Technology of the Russian Federation, Doctor of Technical Sciences, Professor Khazretali Umarovich Bugov, Nalchik, December 22–23, 2020. – Nalchik: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov", 2020. – P. 124-128. – EDN HFHZBT.

13. Bellas, Ashley & Zhong, Shijie & Bercovici, David & Mulyukova, Elvira. (2018). Dynamic Weakening with Grain-Damage and Implications for Slab Detachment. Physics of the Earth and Planetary Interiors. 285.10.1016/j.pepi.2018.09.001

14. Bercovici, David & Skemer, Philip. (2017). Grain damage, phase mixing and plate-boundary formation. Journal of Geodynamics. 108. 10.1016/j.jog.2017.05.002.

15. Widiker, A.A. Analysis of the impact of working bodies of sowing complexes on seed injury / A.A. Widiker, M.A. Korchuganova // Current state and prospects for the development of the agro-industrial complex: materials of the international scientific and practical conference: Publishing House of Kursk State Agricultural Academy. - Kurgansk. – 2016. – pp. 413–416.

16. Feidengold, V.B. Causes of grain injury and measures to eliminate them / V.B. Feidengold, S.L. Beletsky // Innovative technologies for the production and storage of material assets for state needs. – 2016. – No. 6. – pp. 204–217.

17. Pekhalsky, I.A. On the quantitative and qualitative assessment of seed injury by machines / I.A. Pekhalsky, V.M. Kryazhkov, A.A. Artyushin // Scientific journal of KubSAU. – 2016. – No. 119(05). – P. 1–10.
18. Nurullin, E.G., Faizullin R.A., Zainutdinov I.R., Minsagirov M.F., Erova Yu.V. Methodology for end-to-end determination of seed injury in the technological process of grain crop production / Nurullin E.G., Faizullin R.A., Zainutdinov I.R., Minsagirov M.F., Erova Yu.V. // Agriculture and food security: technologies, innovations, markets, personnel. Scientific proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of agricultural science, education and enlightenment in the Middle Volga region. – Kazan: Kazan State Agrarian University, 2019. – P.304-309.
19. Nurullin, E. G. Pneumatic loading device for mobile seed treaters of grain crops / E. G. Nurullin, I. R. Zainutdinov, R. A. Faizullin // Niva Povolzhye. – 2021. – No. 3(60). – pp. 142-151. – DOI 10.36461/NP.2021.60.3.019. – EDN PSZEWK.
20. Nurullin, E. G. Cyclone-type grain seed treater / E. G. Nurullin, I. R. Zainutdinov, R. A. Fayzullin, I. D. Samigullin // Current problems of agricultural science: applied and research aspects: collection of scientific papers of the II All-Russian (national) scientific and practical conference, Nalchik, February 10–11, 2022. – Nalchik: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov", 2022. – P. 104-109. – EDN AQWIDB.
21. Faizullin, R. A. Treater for grain crops seeds with a pneumatic loading and dust cleaning device / R. A. Faizullin, E. G. Nurullin // Agricultural Science of the XXI Century. Current research and prospects: proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Doctor of Technical Sciences, Professor Volkov I.E., Kazan, June 04, 2021. – Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. – P. 131-138. – EDN THAXCT.
22. Nurullin, E. G. Main results of the scientific direction on the creation of new technical means of pneumomechanical type for the implementation of energy-resource-saving environmentally friendly technologies for the production and processing of grain / E. G. Nurullin // Modern achievements of agricultural science: Scientific works of the All-Russian (national) scientific- practical conference dedicated to the memory of the Honored Worker of Science and Technology of the Russian Federation, professor, academician of the Academy of Agrarian Education, laureate of the State Prize of the Russian Federation in the field of science and technology, Honored Inventor of the USSR Khazip Sabirovich Gainanov, Kazan, February 26, 2021. – Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. – P. 109-116. – EDN LPDQOZ.
23. Nurullin, E. G. Trends in the development of technology in crop production / E. G. Nurullin // Global challenges for food security: risks and opportunities: Scientific proceedings of the international scientific and practical conference, Kazan, July 01–03, 2021. – Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. – P. 387-396. – EDN QOZNZI.
24. Nurullin, E. G. New method of treating grain seeds / E. G. Nurullin, I. R. Zainutdinov, R. A. Fayzullin // Collection of scientific papers of the XI All-Russian (national) scientific-practical conference dedicated to the

100th anniversary of the birth of academician Andrei Dmitrievich Sakharov, Nalchik, December 22–23, 2021. – Nalchik: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov", 2021. – P. 145-148. – EDN ABASMN.

25. Numerical simulation of two-phase "Air-Seed" flow in the distribution system of the grain seeder / S. G. Mudarisov, I. D. Badretdinov, Z. S. Rakhimov [et al.] // Computers and Electronics in Agriculture. – 2020. – Vol. 168. – P. 105151. – EDN ARDGBA.

26. Zainutdinov, I. R. Treater for grain crop seeds with a pneumatic loading device / I. R. Zainutdinov, E. G. Nurullin // Agricultural engineering science of the 21st century: Scientific proceedings of the regional scientific and practical conference, Kazan, January 18, 2018. – Kazan: Kazan State Agrarian University, 2018. – P. 95-98. – EDN YVNPEW.

К ВОПРОСУ ОБ ИК-СУШКЕ МАССИВНЫХ СПИЛОВ ИЗ ЦЕННЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ

В.Н. Левинский^{1*}, М.В. Филатов¹¹ ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, Россия, Троицк

*E-mail: lv_74rus@mail.ru

Аннотация: В статье рассматривается технологический процесс производства заготовок из массивных спилов ценных пород древесины (слэб), в котором обособленно выделен процесс сушки, влияющий на качественные показатели конечного изделия. Потребности в сушке слэб-заготовок у мастеров обработки в среднем составляет от 0,1 до 3 м³. Применение естественной сушки нецелесообразно, так как этот процесс долговременный и приводит к снижению качества заготовки и потери некоторой его части. Применить искусственную сушку возможно двумя способами: заказать услуги сушки, либо приобрести сушильную установку для своих нужд. Предприятия, оказывающие услуги, как правило направлены на переработку больших объемов пиломатериала, поэтому договориться о сушке небольшой партии древесины нестандартного размера и объема – это заведомо увеличение сроков изготовления изделия и надбавление его стоимости. Анализ рынка сушилок для пиломатериалов показывает, что готового решения для слэб-заготовок нет, поэтому при её выборе следует опираться на такие показатели как: стоимость, эксплуатационные расходы, разовый объем загрузки, параметры питающей сети, сложность установки и обслуживания и др. В статье приводится технико-экономический анализ установок наиболее распространённых способов сушки пиломатериалов, из которых наиболее перспективной следует считать инфракрасную на основе низкотемпературного пленочного электронагревателя. Данные установки привлекают своей мобильностью транспортировки, отсутствием определенных требований к персоналу обслуживания, возможностью подключения к бытовому уровню питания сети, невысоким электропотреблением и стоимостью непосредственно самой установки. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-76-01090, <https://rscf.ru/project/23-76-01090/>.

Ключевые слова: древесина, слэб, сушка, установка, инфракрасный

ON THE ISSUE OF IR-DRYING OF MASSIVE CUTS FROM VALUABLE WOOD SPECIES

V.N. Levinsky^{1*}, M.V. Filatov¹¹ South Ural State University, Troitsk, Russia

*E-mail: lv_74rus@mail.ru

Abstract. The article discusses the technological process of production of blanks from massive cuts of valuable wood species, in which the drying process is singled out separately, affecting the quality indicators of

the final product. The average demand for drying workpieces from the processing masters is from 0.1 to 3 m³. The use of natural drying is impractical, since this process is long-term and leads to a decrease in the quality of the workpiece and the loss of some part of it. It is possible to apply artificial drying in two ways: to order drying services, or to purchase a drying unit for your needs. Enterprises providing services, as a rule, are aimed at processing large volumes of lumber, therefore, to agree on drying a small batch of wood of non-standard size and volume is obviously an increase in the production time of the product and an increase in its cost. The analysis of the market of dryers for lumber shows that there is no ready-made solution for blanks, therefore, when choosing it, one should rely on such indicators as: cost, operating costs, one-time loading volume, parameters of the supply network, complexity of installation and maintenance, etc. The article provides a technical and economic analysis of the installations of the most common methods of drying lumber, of which the most promising should be considered infrared based on a low-temperature film electric heater. These installations attract with their mobility of transportation, the absence of certain requirements for maintenance personnel, the ability to connect to the household power supply level of the network, low power consumption and the cost of the installation itself. The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 23-76-01090, <https://rscf.ru/project/23-76-01090/>.

Keywords: wood, slab, drying, installation, infrared

Постановка проблемы (Introduction)

В настоящее время для обеспечения производственного процесса в сельскохозяйственном производстве существует необходимость в максимальной прибыльности и отдаче при возделывании сельскохозяйственных культур, как в растениеводстве, так и в животноводстве (при возделывании

На сегодняшний день, несмотря на огромное разнообразие искусственных строительно-отделочных материалов наибольшую ценность представляют изделия из массива дерева. непохожие друг на друга столешницы, лавочки и другие предметы интерьеры и мебели остаются популярными в первую очередь по причине внешнего вида, экологичности и долговечности. Изготовление изделий из массива дерева долговременный и технологически сложный процесс. Самый первый этап – это поиск и заготовка уникального спила дерева, или на профессиональном языке его называют «слэб». Слэб (от англ. slab — плита) — изначально, это профессиональный термин камнеобрабатывающих предприятий, означающий плита камня, который используют при изготовлении кухонных столешниц, столешниц в ванную, подоконников, ступеней, столов и т.д. Слэб дерева представляет собой аналогичный цельный спил дерева, который может быть продольный или поперечный (рис. 1, табл. 1) с природным очертанием рисунка [1].



Рисунок 1 – Продольный и поперечный спил слэба

Таблица 1 – Характеристики слэб

№ п/п	Наименование параметра	Значение	Примечания
1	Толщина заготовки	30-200 мм	Особо ценятся слэбы от 60 мм и толще – в них полноценно раскрывается вся природная красота древесины
2	Ширина слэба (продольный)	300-2000 мм	Наибольшей популярностью пользуются слэбы шириной 500-900 мм

Следует отметить параметры, определяющие качественные показатели: 1. Цельная структура (недопустимость швов, стыков, соединений, склеек, даже если все эти дефекты тщательно зашлифованные); 2. Оригинальность рельефа и природного рисунка (небольшие трещины, расколы, сучки, наросты и прочие неровности, добавляющие фактуре художественную ценность).

Не все породы деревьев могут подходить под слэб-обработку, наиболее подходящие: дуб, клен, тополь, орех, вяз, лиственница, карагач, бук, тик, самшит и другие породы деревьев по своему строению имеющих множество коротких переплетённых волокон [1-3].

Методология и методы исследования (Methods)

Технология производства слэб-заготовки делится на несколько этапов, основные из которых приведены на рисунке 2.

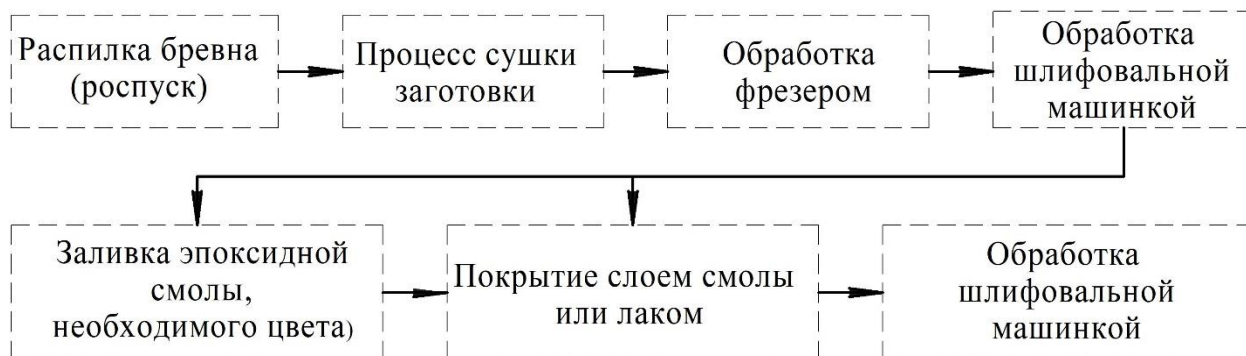


Рисунок 2 – Технология производства слэб-заготовки

Все этапы технологии достаточно трудоемки и энергозатратны. Наибольший интерес представляет процесс сушки заготовки. Можно прибегнуть к естественной сушке, для этого необходимо подготовить место в помещении или под навесом, в котором отсутствует попадание прямых солнечных лучей. При таких условиях глубина просыхания заготовки считается из соотношения 2-2.5 см в год. СЛЭБ-заготовка толщиной 5 см сохнет 2 года, а заготовка 10 см будет сохнуть 4-5 лет [1-3].

Для обработчиков слэб-заготовок естественный способ сушки приемлем при наличии свободные площадей, в которых можно обеспечить условия сухого воздуха. Однако следует отметить, что такой процесс сушки подразумевает временные издержки, потерю части заготовки и снижению их качества. Производители все чаще применяют искусственные способы сушки. Для обработчиков слэб-заготовок есть два варианта пути реализации процесса искусственной сушки: 1. заказать услуги сушки; 2. приобрести сушильную установку для своих нужд.

Первый вариант. На рынке существуют множество предприятий, оказывающих услуги сушки. Как правило, данные предприятия используют сушильные установки конвективного типа (разовая загрузка варьируется в пределах 30-300 м³ пиломатериала) и вакуумного типа (разовая загрузка находится в пределах 10-20 м³ пиломатериала). Существенным недостатком для обработчиков слэб-заготовок является то, что в случаях заказа услуги сушки, они не смогут обеспечить полной загрузки сушильной установки. В этом случае сушильную установку догружают пиломатериалом других заказчиков, что с большей вероятностью скажется на качестве слэб-заготовки, или запускают сушильную установку с неполной загрузкой, в этом случае поставщик услуг по сушке включит в стоимость все издержки, в первую очередь перерасход энергоносителя на единицу высушиваемого пиломатериала.

Второй вариант. В этом случае важно учитывать объем разовой загрузки, он не должен быть большим, так как большинство предприятий по изготовлению продукции из слэб-заготовок работают на «качество», а не на «объем». Откуда следует, что разовый объем загрузки пиломатериала чаще всего варьируется в пределах от 0,1 до 3 м³. В таблице 2 приводится сравнение технико-экономических характеристик электрических сушильных установок наиболее распространенных способов сушки пиломатериалов [4-8].

Таблица 2 – Техничко-экономические характеристики сушильных установок пиломатериалов

№ п/п	Наименование параметра	Сушильная установка				
		Конвективная EcoWood (г. Ступино, Московская обл)	Пресс-вакуумная Terawood 1 м ³ (г. Иркутск)	Холод-Тепло 4ВТ (г. Санкт – Петербург)	ФлексиХИТ (г. Яровое, Алтайский край)	УКЛС (г. Екатеринбург)
1	Способ сушки	Конвективный	Вакуумный	Конденсационный	Инфракрасный	Инфракрасный
2	Объем загрузки,	От 30 м ³	От 1 м ³	От 4 м ³	От 1 м ³	От 2,5 м ³
3	Напряжение питания	380В	380В	380В	220В/380В	220В/380В
4	Установленная мощность	280 кВт	10 кВт	2,8 кВт	1,5-2,5 кВт	6,5 кВт
5	Цена установки	от 3200 тыс. руб	от 1000 тыс. руб	от 250 тыс. руб	от 65 тыс. руб	От 130 тыс. руб
6	Транспортировка	Специальная техника	Железнодорожный или автомобильный контейнер	Специальная техника	Специальная техника	Легковой автомобиль
7	Сложность обслуживания	Не требует специалистов	Требуется специалист по вакуумной технике	Требуется специалист по холодильной технике	Не требует специалистов	Не требует специалистов

Результаты исследований (Research results)

Анализ табличных данных показывает, что покупка конвективной сушильной установки для своих нужд нецелесообразна, так как: 1. слишком большой объем разовой загрузки, внушительная площадь для размещения; 2. промышленный уровень питания сети и высокая установленная мощность; 3. цена установки для многих предприятий экономически неоправданная.

Для конденсатной сушильной установки цена больше чем в 10 раз ниже по сравнению с конвективным вариантом сушки, как и показатель установленной мощности, он тоже в 10 раз ниже. Объем загрузки почти соответствует заданным выше требованиям (1-3 м³) Однако требование специалиста определенной квалификации значительно увеличит затраты, связанные с оплатой труда. Этот недостаток присущ и для вакуумных сушилок, но помимо специалистов определенной квалификации, для данной установки параметр «цена установки» достаточно большой (при разовой загрузки в 1 м³). Как итог, и конденсатная и вакуумная сушильная малодоступны для обработчиков слэб-заготовок, за исключением случаев предприятий с большим объемом выпуска продукции и высокой рентабельностью.

Инфракрасные сушильные установки ФлексиХИТ (г. Яровое, Алтайский край) и УКЛС (г. Екатеринбург) на основе низкотемпературных электронагревателей подробнейшим образом описаны в [9], в том числе их основные компоненты, принцип работы, их технология. Из таблицы 2 при выборе

сушильной установки для слэб-заготовок особо привлекает их мобильность транспортировки, отсутствие определенных требований к персоналу обслуживания, возможность подключения к бытовому уровню питания сети, невысокое электропотребление и цена непосредственно самой установки.

Выводы и рекомендации (Conclusions and recommendations)

Таким образом, проведенный обзорный анализ сушильных установок, с точки зрения их применимости для сушки слэб-заготовок при разовом объеме загрузки от 0,1 до 3 м³, показывает, что наиболее доступным являются инфракрасные установки на основе низкотемпературных электронагревателей [9-11].

Библиографический список:

1. Изделия из СЛЭБОВ: примеры, как изготовить, инструменты и оснащение [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://arsenalmastera.ru/goods/Izdeliya-iz-slebov-primery-instrumenty>
2. Болдырев, П. В. Сушка древесины. Практическое руководство. - Изд. 4-е. - Санкт-Петербург : Профи, 2010. – 165
3. Слэбы из дерева [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://lesorubexpert.ru/>
4. Конвективные сушильные камеры EcoWood [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ecowood.com.ru>
5. Вакуумные камеры Terawood [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://lpk-sibiri.ru>
6. Сушка древесины - Холод-тепло [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://xolod-teplo.ru>
7. Инфракрасная сушилка для древесины ФлексиХИТ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.flexyheat.ru>
8. Инфракрасная сушка древесины УКЛС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.tmelekt.ru>
9. Попов В.М., Левинский В.Н., Афонькина В.А. К вопросу об инфракрасной сушке древесины // Материалы Международной научно-практической конференции Института агроинженерии «Современные тенденции агроинженерных наук и инновационные технологии в сельском хозяйстве». Челябинск, 2021. С. 242-251.
10. Левинский В.Н. К вопросу выбора пленочных электронагревателей как элемента конструкции сушильных установок // Материалы национальной научной конференции Института агроинженерии «Актуальные вопросы агроинженерных наук в сфере энергетики агропромышленного комплекса: теория и практика». Челябинск. 2020. С. 93-99.
11. Popov V., Afonkina V., Levinskii V., Zudin E., Krivosheeva E. Designing the infrared drying machines of cylindrical type with an active reflector // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019. 2019. С. 012008.

References:

1. Publishing house from the SUBURBS: examples of how to make, tools and awareness [Electronic resource] - Access mode: <https://arsenalmastera.ru/goods/Izdeliya-iz-slebov-primery-instrumenty>
2. Boldyrev, P. V. Drying of wood. Practical guide. - Ed. 4th - St. Petersburg: Profi, 2010. – 165
3. Words from a tree [Electronic resource] – Access mode: <https://lesorubexpert.ru/>
4. Conversion drying chambers of Eco-wood [Electronic resource] – Access mode: <https://ecowood.com.ru>
5. Vacuum chambers Teravud [Electronic resource] – Access mode: <https://lpk-sibiri.ru>
6. Suuka dravesiny - Olod-teplo [Electronic resource] – Access mode: <https://xolod-teplo.ru>
7. Infrared lamp for dravesinylexit [Electronic resource] – Access mode: <https://www.flexyheat.ru>
8. Inlaid meerkat dravesin UKLS [Electronic resource] – Access mode: <https://www.tmelekt.ru>
9. Popov V.M., Levinsky V.N., Afonkina V.A. On the issue of infrared drying of wood // Materials of the International scientific and practical conference of the Institute of Agroengineering "Modern trends of agroengineering sciences and innovative technologies in agriculture". Chelyabinsk, 2021. pp. 242-251.
10. Levinsky V.N. On the issue of choosing film electric heaters as a design element of drying plants // Materials of the national scientific conference of the Institute of Agroengineering "Topical issues of agroengineering sciences in the field of energy of the agro-industrial complex: theory and practice". Chelyabinsk. 2020. pp. 93-99.
11. Popov V., Afonkina V., Levinsky V., Zudin E., Krivosheeva E. Design of cylindrical infrared drying machines with an active reflector // In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Engineering, INTERAGROMASH 2019. 2019. p. 012008.

ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ХОЗЯЙСТВА УРАЛЬСКОГО ГАУ

А.С. Гусев^{1*}, Н.В. Вашукевич¹, А.А. Беличев¹, А.Д. Смирнова¹

¹ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Екатеринбург, Россия

*E-mail: a_anser@mail.ru

Аннотация: Описана работа по оцифровке рабочих участков пашни учебно-опытного хозяйства Уральского ГАУ, сбору и анализу данных по созданию электронной базы данных хозяйства с использованием материалов почвенного обследования и космических снимков в программных комплексах Mapinfo Professional и Агромон.

Ключевые слова: Цифровая модель, оцифровка рабочих участков пашни, космические снимки, почвенное обследование.

DIGITAL MODEL OF EDUCATIONAL AND EXPERIMENTAL ECONOMY OF THE URAL SAU

A.S. Gusev^{1*}, N.V. Vashukevich¹, A.A. Belichev¹, A.D. Smirnova¹

¹Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

*E-mail: a_anser@mail.ru

Abstract. The work on digitizing working plots of arable land at the educational and experimental farm of the Ural State Agrarian University, collecting and analyzing data to create an electronic database of the farm using soil survey materials and satellite images in the Mapinfo Professional and Agromon software packages is described.

Keywords: Digital model, digitization of working areas of arable land, satellite images, soil survey.

Введение (Introduktion)

Вопросам цифровизации сельского хозяйства в последнее десятилетие посвящено множество научных работ и практических рекомендаций. Внедрение цифровых технологий является частью стратегического плана развития Российской Федерации, что закреплено соответствующими нормативно-правовыми актами [3,5].

Особую актуальность приобретают вопросы создания «цифровых двойников» сельскохозяйственных предприятий с применением современных «сквозных» цифровых технологий [2,4,8], в том числе с применением ГИС-технологий и методов дистанционного зондирования Земли. Работы по созданию такого «цифрового двойника» были начаты в 2022 году в связи с созданием учебно-опытного хозяйства, в качестве структурного подразделения Уральского ГАУ.

Цель. Цель исследования являлось создание цифровой базы данных рабочих участков пашни учебно-опытного хозяйства Уральского ГАУ, с использованием результатов почвенных обследований, материалов инвентаризации земель и космических снимков.

Задачи исследований:

1. Провести оцифровку границ рабочих участков учебно-опытного хозяйства Уральского ГАУ с применением ГИС Mapinfo Professional.
2. Провести оцифровку почвенных условий учебно-опытного хозяйства Уральского ГАУ с применением ГИС Mapinfo Professional.
3. Создать цифровую базу данных рабочих участков учебно-опытного хозяйства Уральского ГАУ на основе истории полей с использованием программного комплекса Агромон.

Методология и методы исследования (Methods)

Объектом исследования являлось учебно-опытное хозяйство Уральского ГАУ, располагающееся в Белоярском районе Свердловской области. Опытные поля располагаются на площади 2337 га вокруг п. Студенческий. Расстояние до районного центра (п. Белоярский) составляет 15 км, до ближайшей железнодорожной станции 7 км, до областного центра (город Екатеринбург) - 50 км (рисунок 1) [1].

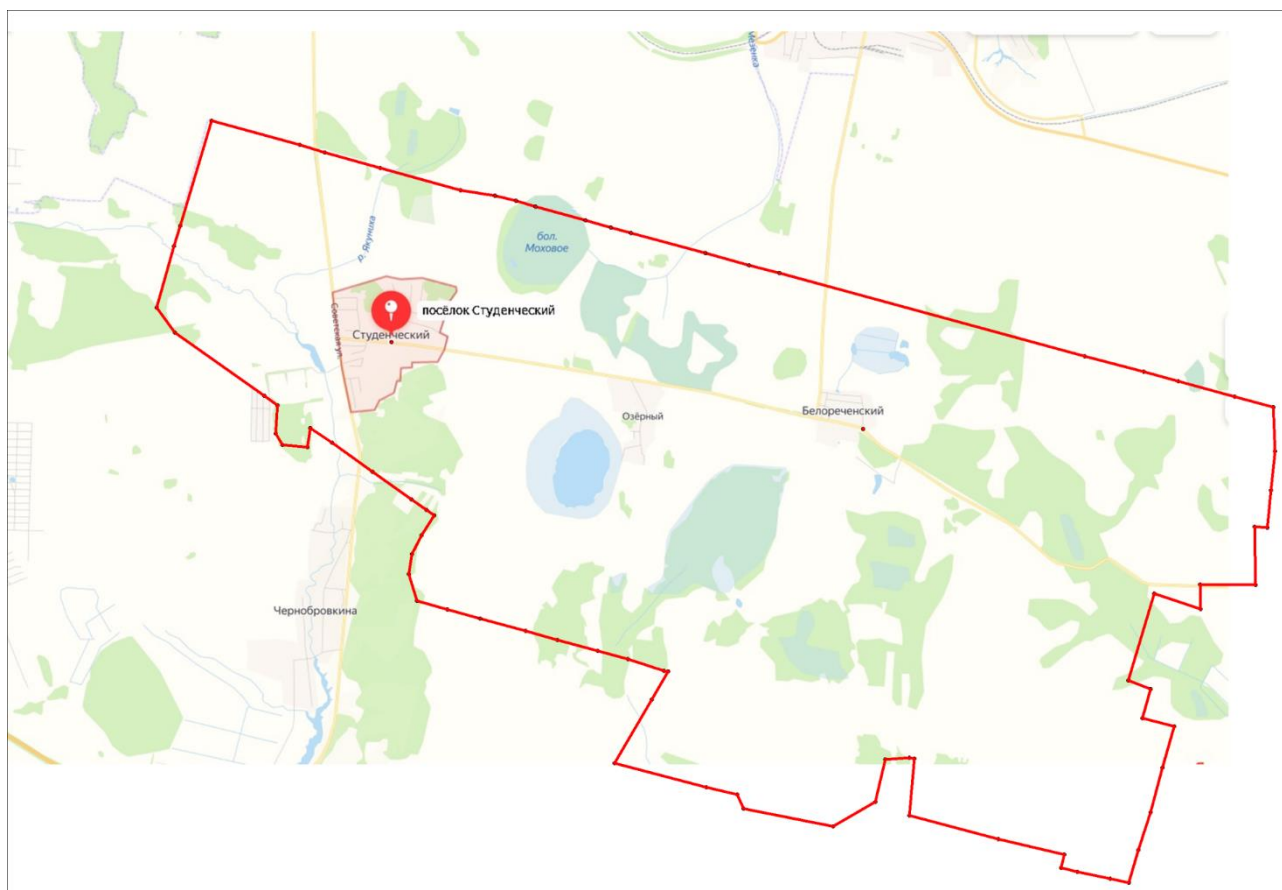


Рисунок 1 – Схема учебно-опытного хозяйства Уральского государственного аграрного университета

С 2022 года учебно-опытное хозяйство (бывшее предприятие Учхоз «Уралец») вошел в состав Уральского ГАУ в качестве структурного подразделения [7]. Одновременно с этим начался новый виток в производственной деятельности предприятия, связанная с внедрением цифровых технологий. В течении

2022 года была проведена оцифровка полей хозяйства с уточнением их площадей в программе Mapinfo Professional, создана база данных в программном комплексе Агромон и проведен анализ космических снимков состояния посевов в программе Envi.

Результаты исследований (The results of the research)

Предлагаемые к рассмотрению результаты являются первоначальным этапом создания комплексной цифровой модели сельскохозяйственного предприятия, которая позволит решить ряд проблем, свойственных для сельскохозяйственных предприятий. Прежде всего, это снижение субъективного фактора при планировании сельскохозяйственного производства, а также программирование урожайности сельскохозяйственных культур на основе результатов мониторинга состояния сельскохозяйственных культур.

Работы по цифровизации учебно-опытного хозяйства Уральского ГАУ проводились в несколько этапов.

На первом этапе созданы цифровые образы рабочих участков пашни хозяйства в программе Mapinfo Professional (рисунок 2).

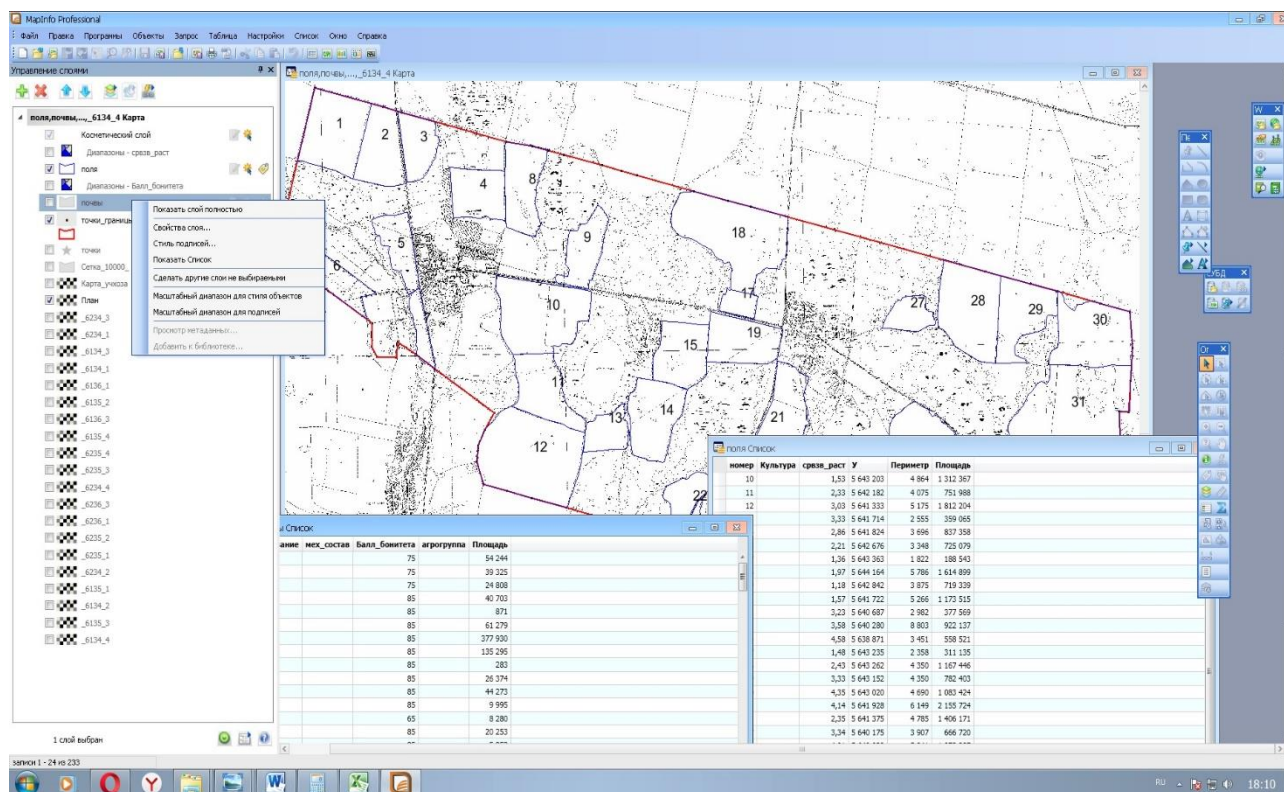


Рисунок 2 – Цифровые образы рабочих участков пашни учебно-опытного хозяйства Уральского государственного аграрного университета в программе Mapinfo Professional

В результате проведенной работы оцифрован 31 рабочий участок пашни хозяйства. В качестве исходного материала использовались инвентаризационные планы Белоярского района Свердловской области, было выяснено, что расхождение между вычисленной площадью участков по результатам оцифровки и их площадью по имеющимся в хозяйстве материалам составила в среднем 7%, что по

нашему мнению связано с изменением фактических границ рабочих участков хозяйства по сравнению с границами, установленными при последней разработке проекта внутрихозяйственного землеустройства. Также выяснено, что практически все рабочие участки имели форму, благоприятную для проведения сельскохозяйственных обработок.

На втором этапе на оцифрованные земельные участки были наложены результаты почвенного обследования, проведенные под руководством проф. Н.А. Иванова (рисунок 2).

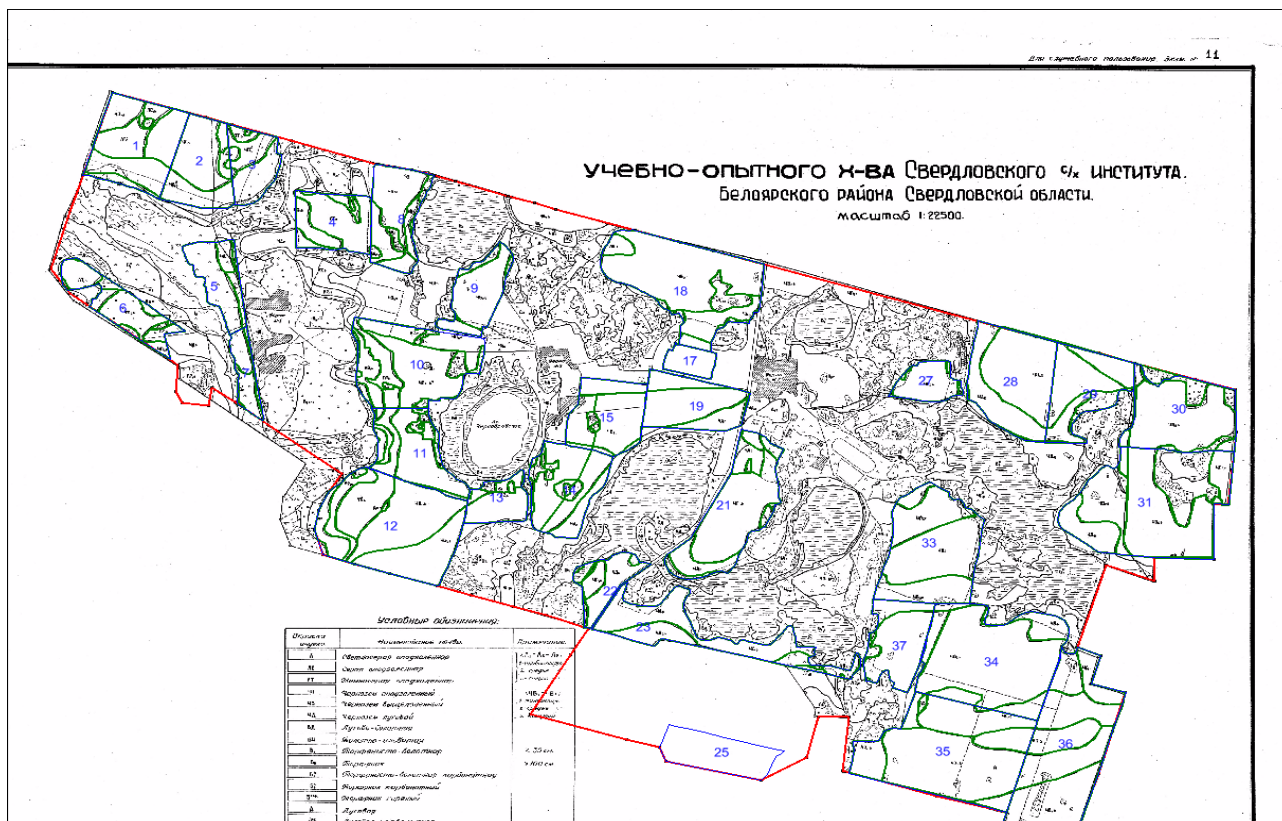


Рисунок 3 – Оцифровка почвенных условий на рабочих участках пашни учебно-опытного хозяйства Уральского государственного аграрного университета в программе Mapinfo Professional

По результатам проведенной работы можно отметить, что большая территория пашни хозяйства покрыта почвенным покровом, имеющим балл бонитета более 80, что соответствует лучшим почвам.

После оцифровки рабочих участков пашни и предварительной подготовки цифровой модели хозяйства, была создана цифровая база данных по каждому рабочему участку хозяйства (3 этап) в программе Агромон (рисунок 4).

Картографической основой для создания цифровой базы данных полей являлись материалы спутниковых снимков территории предприятия, а также результаты, подготовленные нами на первом и втором этапе работы. По каждому рабочему участку хозяйства была внесена информация по почвенным условиям, предшествующим культурам, ретроспективные данные по внесению удобрений и применению средств защиты растений, урожайности сельскохозяйственных культур.

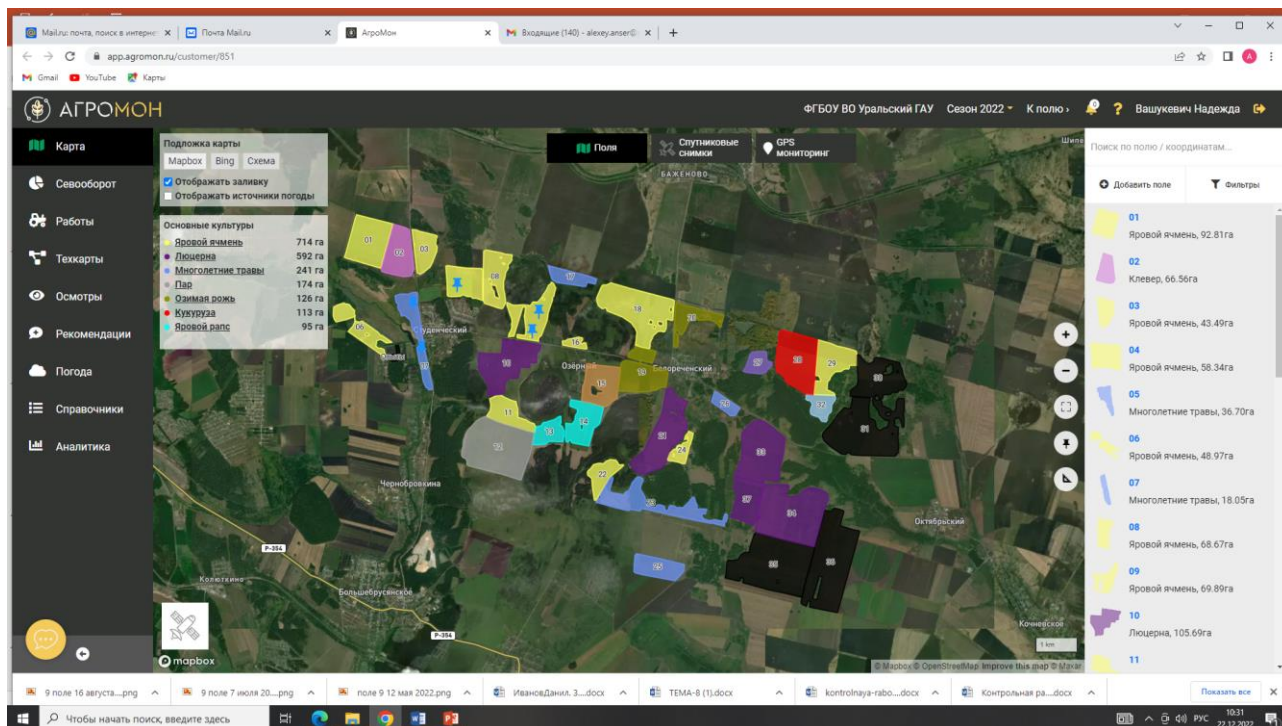


Рисунок 4 – Создание цифровой базы данных рабочих участков пашни учебно-опытного хозяйства Уральского государственного аграрного университета в программе Агромон

Выводы и рекомендации (Conclusions and recommendations)

Работа по созданию цифровой модели учебно-опытного хозяйства Уральского государственного аграрного университета является «пилотным» проектом в рамках разработки «цифровых двойников» сельскохозяйственных предприятий Свердловской области. К настоящему времени выполнены работы по оцифровке рабочих участков пашни хозяйства, обработке и цифровизации почвенных условий предприятия, созданию электронной базы данных по каждому рабочему участку пашни учебно-опытного хозяйства. Работы по созданию цифровой модели учебно-опытного хозяйства Уральского государственного аграрного университета продолжаются, в ближайшее время предстоит дополнить электронную базу данных хозяйства результатами агрохимического геоботанического, фитосанитарного обследований, мониторинга состояния посевов по результатам космических снимков, создать математическую модель расчета прогнозной урожайности в соответствии с климатическими, почвенными и агротехнологическими условиями местности.

Библиографический список:

1. Белоярский городской округ: характеристика муниципального образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://semantic.uraic.ru/object/objectgroupcontent.aspx?object_id=4901&group_id=10&sub=2&project=1
2. Васенев И. Смарт-системы агроэкологического мониторинга для интеллектуальных систем поддержки принятия решений (СППР) [Электронный ресурс] / Ресурсосберегающее земледелие.

2022. № 3 (55). URL: <https://agriecomission.com/base/smart-sistemy-agroekologicheskogo-monitoringa-dlya-intellektualnyh-sistem-podderjki-prinyatiya-reshenii-sppr>
3. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 48 с. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/900/900863fae06c026826a9ee43e124d058.pdf>
 4. Воронков И. В. Разработка методов и аппаратно-программных средств автоматизированного мониторинга и контроля выполнения посевных работ: дисс. ... канд. техн. наук. – Москва, 2018. – 147 с.
 5. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.12.2021 г. № 3971-р «Стратегическое направление в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года» URL: <http://government.ru/docs/all/138637/>
 6. Труфляк Е. В. Мониторинг и прогнозирование в области цифрового сельского хозяйства по итогам 2018 г. / Е. В. Труфляк, Н. Ю. Курченко, А. С. Креймер.– Краснодар : КубГАУ, 2019. – 100 с.
 7. ФГБОУ ВО Уральский ГАУ Положение об учебно-опытном хозяйстве УрГАУ [Электронный ресурс] URL: <https://docplayer.com/60540836-Fgbou-vo-uralskiy-gau-polozhenie-ob-uchebno-opytном-hozyaystve-urgau.html>

References:

1. Beloyarsk urban district: characteristics of the municipality [Electronic resource]. – Access mode: http://semantic.uraic.ru/object/objectgroupcontent.aspx?object_id=4901&group_id=10&sub=2&project=1
2. Vasenev I. Smart systems of agroecological monitoring for intelligent decision support systems (DSS) [Electronic resource] / Resource-saving agriculture. 2022. No. 3 (55). URL: <https://agriecomission.com/base/smart-sistemy-agroekologicheskogo-monitoringa-dlya-intellektualnyh-sistem-podderjki-prinyatiya-reshenii-sppr>
3. Departmental project “Digital Agriculture”: official publication. – М.: FGBNU “Rosinformagrotekh”, 2019. – 48 p. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/900/900863fae06c026826a9ee43e124d058.pdf>
4. Voronkov I.V. Development of methods and hardware and software for automated monitoring and control of sowing work: diss. ...cand. tech. Sci. – Moscow, 2018. – 147 p.
5. Order of the Government of the Russian Federation dated December 29, 2021 No. 3971-r “Strategic direction in the field of digital transformation of the agro-industrial and fishery sectors of the Russian Federation for the period until 2030” URL: <http://government.ru/docs/all/138637/>

6. Truflyak E. V. Monitoring and forecasting in the field of digital agriculture based on the results of 2018 / E. V. Truflyak, N. Yu. Kurchenko, A. S. Kreimer. – Krasnodar: KubSAU, 2019. – 100 p.
7. FSBEI HE Ural State Agrarian University Regulations on the educational and experimental farm of the UrSAU [Electronic resource] URL: <https://docplayer.com/60540836-Fgbou-vo-uralskiy-gau-polozhenie-ob-uchebno-opytnom-hozyaystve-urgau.html>

АНАЛИЗ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ СПОСОБОВ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**К.М.Потетня^{1*}, А.А.Садов¹****¹ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Екатеринбург, Россия*****E-mail: gto992@mail.ru**

Аннотация: В настоящее время большое внимание на себя обращает проблема выветривания и вымывания удобрений с полей после их применения. Решением данной проблемы может быть способ внутрипочвенного внесения удобрений на глубину 6-12 сантиметров как альтернатива поверхностному способу внесения удобрений. Один из плюсов внутрипочвенного внесения состоит в том, что корневая система растений сможет получить доступ к питательным веществам удобрений сразу не дожидаясь когда они проникнут глубоко в грунт. Так же внутрипочвенное внесение удобрений может за счёт равномерности движения и отсутствия ветра позволит равномерное внесение такое внесение удобрений позволит избежать эрозии почвы и чрезмерный сток воды с полей. Озабоченность вызывает накопление и вымывание питательных веществ из почвы таких как калий и фосфор.

Целью анализа было оценить влияние способов внесения минеральных удобрений. Опыт проводился в 2020-2021 г. в ФГБОУ ВО Учебно-опытное хозяйство Уральского ГАУ Свердловская область, Белоярский район, п. Студенческий.

Анализ включал несколько факторов требующих проверки: два способа внесения минеральных удобрений поверхностное и внутрипочвенное внесение удобрений с помощью модернизированного культиватора КПС-4М; были нормы внесения минеральных удобрений 60 кг/га. и 120 кг/га.

Во время проведения анализа в его экспериментальной части было выявлено, что содержание калия и фосфора в слое почвы до 15 см выше, нежели чем на большей глубине. Внесение удобрений любым из двух предложенных способов нормой в 120кг/га приводит к повышению содержания фосфора и калия в почве. Норма внесения удобрений 60кг/га поверхностным способом не достаточна для повышения содержания калия в почве. Внутрипочвенный способ внесения удобрений позволяет применение норм внесения в 60кг/га для удовлетворения содержания калия в почве.

Ключевые слова: химические удобрения, полезные вещества, калий, фосфор, минеральные удобрения, жидкие комплексные удобрения.

ANALYSIS OF MECHANIZED METHODS OF APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS**K.M.Potetnya^{1*}, A.A.Sadov¹****¹Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia*****E-mail: gti992@mail.ru**

Abstract. At the present time, the problem of weathering and washing of fertilizers from the fields after their use pays great attention to itself. The solution to this problem may be the method of intracrect fertilizers to a depth of 6-12 centimeters as an alternative to the surface method of fertilizer. One of the advantages of intracrect introduction is that the root system of plants will be able to access the nutrients of fertilizers without waiting when they penetrate deep into the ground. Due to the uniformity of movement and lack of wind, intrafreeting fertilizers can also allow such fertilizers to avoid soil erosion and excessive flow of water from the fields. Concern causes the accumulation and leaching of nutrients from the soil such as potassium and phosphorus.

The aim of the analysis was to assess the impact of methods of making mineral fertilizers. Experience was conducted in 2020-2021 in the FSBEI in the educational and executive economy of the Uralskiyagau Sverdlovsk region, Belayarsky district, Student village.

The analysis included several factors requiring verification: two ways to make mineral fertilizers surface and intracrene fertilizers using a modernized KPS-4M cultivator; There were norms for making mineral fertilizers of 60 kg/ha. and 120 kg/ha.

During the analysis in its experimental part, it was revealed that the content of potassium and phosphorus in the soil layer up to 15 cm higher than at greater depths. Fertilizer introducing any of the two proposed methods with a norm of 120 kg/ha leads to an increase in the content of phosphorus and potassium in the soil. The fee of fertilizers of 60 kg/ha in a superficial way is not sufficient to increase potassium content in the soil. The intracrectal method of introducing fertilizers allows the use of the norms of application in 60 kg/ha to satisfy the content of potassium in the soil.

Keywords: chemical fertilizers, nutrients, potassium, phosphorus, mineral fertilizers, liquid complex fertilizers.

Постановка проблемы (Introduction)

В настоящее время в России преобладает традиционная обработка почвы плугом. Такая обработка почвы помогает аэрировать почву, вносить пожнивные остатки и бороться с сорняками для подготовки посевного ложа. Вымывание питательных веществ из почвы является негативным фактором работы с плугом но смягчить данный фактор позволяет внесение минеральных удобрений.

Внесение минеральных удобрений может быть различными способами но интерес для анализа представляют поверхностный и внутрипочвенный способ внесения удобрений.

Современная сельхоз техника позволяет широко применять различные способы внесения удобрений в различных дозах и концентрациях. Растение должно получать питательные вещества в необходимом количестве и в срок и чем правильнее будет внесено удобрение и чем строже соблюдены все сроки и требования, тем больше вероятность хорошего урожая.

Одним из экологических рисков является задержание питательных веществ в верхнем слое почвы и не возможность растений получить их вовремя и в срок, установленный агротехническими требованиями. Внутрипочвенное внесение удобрений предотвращает их скапливание в верхнем слое

почвы что положительно влияет на экологическую обстановку и повышает усвояемость питательных веществ растениями за счет их легкодоступности.

Гипотеза этого анализа заключалась в том, что внутрипочвенное внесение минеральных удобрений по сравнению с их поверхностным внесением в условиях обработки почвы позволит растениям лучше усваивать питательные вещества, поставляемые с минеральными удобрениями. Кроме того, внутрипочвенное внесение минеральных удобрений может способствовать более равномерному распределению элементов питания внутри почвы.

Цель анализа состояла в том, чтобы оценить влияние внутрипочвенного внесения различных доз минеральных удобрений и содержание P, K; в почве после уборки пшеницы яровой.[1, 2,]

Методология и методы (Methods)

Область исследования и полевой эксперимент

Опыт проводился в 2020-2021 г. в ФГБОУ ВО Учебно-опытное хозяйство Уральского ГАУ Свердловская область, Белоярский район, п. Студенческий.

Опыт был поставлен на дерново-подзолистых почвах.

Перед постановкой опыта осенью 2019 г. были взяты пробы почвы для определения содержания в почве (P, K,) в слое от 0 до 30 см.

Подвижный P- 170 мг\кг

Обменный K- 201 мг\кг

Первый опытный фактор включал два способа внесения минеральных удобрений. При одной обработке комплексное минеральное удобрение вносили поверхностно разбрасыванием. В другом варианте удобрение вносили внутрипочвенно, с помощью специально разработанного культиватора КПС-4М, равномерно на глубину 6-12 см работы проводились модернизированными рабочими органами культиватора, удобрение вносилось под лапу культиватора. Также учитывались различные нормы внесения минерального удобрения: норма 60 кг/га и норма 120 кг/га P,K. Всего опыт состоял из четырех обработок с трёхкратным повторением (12 делянок в год). Площадь одного участка 175 м². Расстояние между делянками 12 метров.[4, 5]

Весенняя обработка почвы проводилась способом сплошной культивации с боронованием, 6-8 см культиватором КПС-4М (рис.1) с одновременным внесением заданных доз удобрений для внутрипочвенного способа и без внесения удобрений для поверхностного способа внесения удобрений. [3]

Протравленные семена и удобрения вносились в почву одновременно сеялкой СЗП-3,6 для поверхностного способа и только протравленные семена вносились в почву сеялкой СЗП-3,6 для внутрипочвенного способа внесения удобрений.

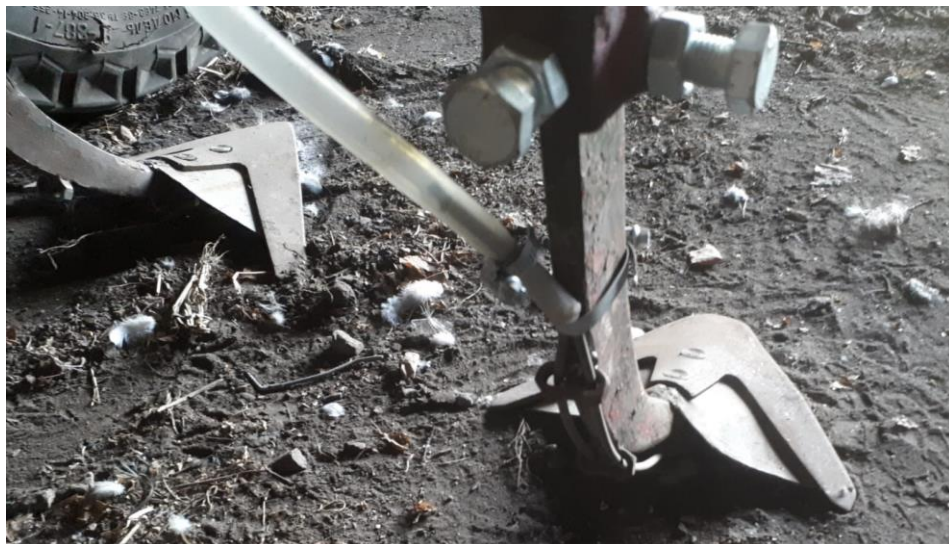


Рис. 1. Рабочий орган культиватора КПС-4М.

Удобрение вносилось NP 11:37 нормами 60 кг/га и 120 кг/га

Далее шло прикатывание посевов и последующие операции технологической карты.

Образцы почвы после взятия проб были отправлены на анализ. Пробы почвы были взяты с 12 делянок с ранее внесённым удобрением. Пробы грунта брались по схеме: по три пробы земли из лунок с каждой из 12 делянок на глубину до 30 см. Анализы проводились в лаборатории ФГБОУ ВО Уральский ГАУ на факультете агротехнологий и землеустройства.

Результаты (Results)

С учетом способа внесения удобрений, дозы удобрений и слоя почвы, а также взаимодействие этих факторов содержание в почве фосфора, калия. Влияние способа внесения удобрений, дозы удобрений, слоя почвы и взаимодействия факторов.

Результаты проведённого анализа внесения удобрений показали что при поверхностном способе внесения удобрений значительная часть фосфора задерживается в верхнем слое почвы такая же ситуация обстоит и с применением калия.

В почве, отобранной на делянках, где удобрения вносились поверхностно, было обнаружено значительно более высокое содержание К и более низкое содержание Р по сравнению с внутрипочвенным способом внесения удобрений. Кроме того, большая норма внесения удобрения способствовал увеличению содержания в почве фосфора и калия.

Большое влияние на распространение калия и фосфора оказал метод внесения удобрений, так при внутрипочвенном внесении на глубине работы культиватора КПС-4М 6-12 см привело к значительному увеличению содержания фосфора в полосе работы.

Применение удобрений и проведенный дальнейший анализ показал что необходимо использовать норму удобрений не менее чем 120 кг/га иначе эффект от применения нормы в 60 кг/га незначителен.

Поверхностное внесение удобрений более высокой нормы привело к увеличению содержания калия в почве по сравнению с внесением более низкой нормы удобрений. С другой стороны, при

внутрипочвенном внесении минерального удобрения была обнаружена обратная зависимость – более высокое содержание почвенного калия в почве было определено при норме внесения в 60 кг/га. [1]

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В почве на глубине до 30 см обнаружено более высокое содержание калия при применении поверхностного внесения минеральных удобрений.

Большое значение оказала норма внесения питательных веществ в почву, низкая норма не может быть применена для сохранения высокой концентрации полезных веществ в почве по тому её использование не перекрывается вновь поступившими веществами и почва начинает интенсивно истощаться.

Большое влияние на распространение калия и фосфора оказал метод внесения удобрений, так при внутрипочвенном внесении на глубине работы культиватора КПС-4М 6-12 см привело к значительному увеличению содержания фосфора в полосе работы.

Библиографический список:

1. Потетня, К. М. Возможность внесения жидких комплексных удобрений в виде жидкостной воздушной смеси в почву при сплошной культивации / К. М. Потетня // Направления развития технического сервиса : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Екатеринбург, 26 ноября 2020 года. Том выпуск 3. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2021. – С. 87-91. – EDN CWDBOX.

2. Потетня, К. М. Питательный стресс почвы как следствие использования непропорциональных норм химических удобрений / К. М. Потетня // Научно-технический вестник: Технические системы в АПК. – 2023. – № 1(17). – С. 35-43. – EDN IJXGRH.

3. Патент на полезную модель № 215302 U1 Российская Федерация, МПК А01С 23/04, А01В 49/06. Комбинированный агрегат для внутрипочвенного внесения и эффективного распределения жидких комплексных удобрений с одновременной обработкой почвы : № 2022116071 : заявл. 14.06.2022 : опубл. 07.12.2022 / М. Л. Юсупов, А. Н. Зеленин, К. М. Потетня [и др.] ; заявитель Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение Высшего Образования "Уральский Государственный Аграрный Университет". – EDN NBFKJS.

4. Потетня, К. М. Механизация процесса внесения жидких удобрений в капельно-воздушном виде / К. М. Потетня, А. Н. Зеленин // От импортозамещения к экспортному потенциалу: научно-инновационное обеспечение разработки и внедрения ресурсосберегающих технологий, технических средств и цифровой платформы АПК, Екатеринбург, 25–26 февраля 2021 года. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2021. – С. 131-132. – EDN PRPGIK.

5. Губанов, Д. А. Модернизация лап культиватора КПС-4 с целью получения возможности внесения жидких комплексных удобрений в виде жидкостно-воздушной смеси / Д. А. Губанов, К. М. Потетня, А. А. Садов // Молодежь и наука - 2021 : Сборник трудов международной научно-практической

конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Екатеринбург, 19 марта 2021 года. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2021. – С. 156-159. – EDN FFIUEM.

References:

1. Paratnya, K. M. The possibility of introducing liquid complex fertilizers in the form of a liquid air mixture in the soil with continuous cultivation / K. M. Potetnya // directions for the development of technical service: materials of the All-Russian Student Scientific and Practical Conference, Yekaterinburg, November 26, 2020 . Tom Issue 3.-Yekaterinburg: Ural State Agrarian University, 2021.-S. 87-91. - Edn CWDBox.

2. Paratnya, K. M. Nutritional stress of the soil as a result of the use of disproportionate norms of chemical fertilizers / K. M. Platee // Scientific and Technical Bulletin: Technical Systems in the agricultural sector. - 2023. - No. 1 (17). -S. 35-43. - EDN IJXGRH.

3. Patent for useful model No. 215302 U1 Russian Federation, MPC A01C 23/04, A01B 49/06. A combined unit for intracreefields and efficient distribution of liquid complex fertilizers with simultaneous soil processing: No. 2022116071: declared. 06/14/2022: publ. 12/07/2022 / M. L. Yusupov, A. N. Zelenin, K. M. Potetnya [et al.]; The applicant of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Agrarian University". - Edn NBFKJS.

4. Paratnya, K. M. Mechanization of the process of introducing liquid fertilizers in drip-air form / K. M. Potetnya, A. N. Zelenin // From import substitution to export potential: scientific and innovative support for the development and implementation of resource-saving technologies, technical means and the digital platform of the agricultural sector, Yekaterinburg, February 25–26, 2021. -Yekaterinburg: Ural State Agrarian University, 2021.-S. 131-132. - Edn PRPGIK.

5. Gubanov, D. A. Modernization of the paws of the cultivator KPS-4 in order to obtain the possibility of introducing liquid complex fertilizers in the form of a liquid-air mixture / D. A. Gubanov, K. M. Potetnya, A. A. Sadov // Youth and Youth and Youth and Youth Science - 2021: a collection of works of an international scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists, Yekaterinburg, March 19, 2021. - Yekaterinburg: Ural State Agrarian University, 2021.-S. 156-159. - Edn ffiuem.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УБОРКИ СИЛОСНЫХ КУЛЬТУР

Г.А. Иовлев^{1*}, И.И. Голдина¹, А.Г. Несговоров¹¹ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Екатеринбург, Россия

*E-mail: gri-iovlev@yandex.ru

Аннотация: В статье рассмотрены исследования по оптимизации уборочно-транспортных комплексов (УТК), которые проводились сотрудниками кафедры при уборке однолетних и многолетних трав на сенаж, при уборке кукурузы на силос, при заготовке корнажа. Исследования были проведены в АО «Каменское», учебно-опытном хозяйстве Уральского ГАУ, в августе 2023 года исследования продолжились в СПК «Килачевский». Была проанализирована работа УТК в составе: кормоуборочный комбайн Krone Big X 770 с жаткой Easy Collect 750/2, транспортные средства: трактор Deutz Fahr L720 + Fligt Gigant ASW271 – 2 ед., трактор Case Puma 210 с прицепом ПСП-20 – 2 ед., трактор Беларус 892 + ПСТ-9 – 1 ед. (до обеда). После обеда транспортный отряд был представлен следующими тракторными транспортными агрегатами: Deutz Fahr Agrofarm 115G + LMR-10 – 1 ед., Same Laser 100 + LMR-10 – 1 ед., Беларус 82.1 + ПСТ-9 – 5 ед. Результаты исследований приведены в таблицах и графиках. Сделаны выводы и предложения по совершенствованию УТК; предложены: варианты равноценной замены разномарочных транспортных агрегатов, в случае отсутствия какой-либо транспортной единицы; методика для подбора транспортных средств любой грузоподъемности.

Ключевые слова: оптимизация уборочно-транспортных комплексов, техническое обеспечение, силосные культуры, кукуруза.

TECHNOLOGICAL SUPPORT FOR HARVESTING SILAGE CROPS

G.A. Iovlev^{1*}, I.I. Goldina¹, A.G. Nesgovorov¹¹Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

*E-mail: gri-iovlev@yandex.ru

Abstract. The article discusses studies on the optimization of harvesting and transport complexes (HTC), which were carried out by employees of the department when harvesting annual and perennial grasses for haylage, when harvesting corn for silage, and when harvesting cornage. The research was carried out at JSC «Kamenskoye», a training and experimental farm of the Ural State Agrarian University; in August 2023, the research continued at the agricultural production complex «Kilachevsky». The work of the control unit was analyzed consisting of: Krone Big X 770 forage harvester with Easy Collect 750/2 header, vehicles: Deutz Fahr L720 + Fligt Gigant ASW271 tractor – 2 units, Case Puma 210 tractor with PSP-20 trailer – 2 units. , tractor Belarus 892 + PST-9 – 1 unit. (before lunch). After lunch, the transport squad was represented by the following

tractor transport units: Deutz Fahr Agrofarm 115G + LMR-10 – 1 unit, Same Laser 100 + LMR-10 – 1 unit, Belarus 82.1 + PST-9 – 5 units. The research results are presented in tables and graphs. Conclusions and proposals were made to improve the TC; proposed: options for equivalent replacement of transport units of different brands, in the absence of any transport unit; methodology for selecting vehicles of any carrying capacity.

Keywords: optimization of harvesting and transport complexes, technical support, silage crops, corn.

Постановка проблемы (Introduction)

Кукурузный силос, при современном высокопродуктивном молочном скотоводстве, является неотъемлемой частью рациона животных. В зависимости от физиологического состояния животного и периода лактации, в рацион вводят от 10 до 25 кг качественного кукурузного силоса, по питательности это от 15% до 40% в зависимости от времени года [1]. Чтобы получить качественный силос из кукурузы необходимо выполнить следующие требования: иметь облицованные силосные траншеи или силосные башни; в соответствии с имеющимся парком сельскохозяйственных машин (кормоуборочные комбайны, средства транспорта, агрегат для трамбовки силоса) обеспечить закладку силосной траншеи в течении трёх дней. Немаловажным является и вопрос эффективности выполнения работ по заготовке силоса. Один из основных слагаемых эффективности заготовки силоса – это урожайность кукурузы, на который оказывает влияние технологии возделывания, состав парка сельскохозяйственных машин, агротехнические и календарные сроки посева. Вторым является организация уборочных работ [1,2].

Под имеющийся парк кормоуборочных комбайнов, необходимо подобрать такое количество транспортных средств, которое бы обеспечивало безостановочную работу кормоуборочных комбайнов с минимальным простоем транспортных средств. Исследования по оптимизации уборочно-транспортных комплексов (УТК) проводились сотрудниками кафедры при уборке однолетних и многолетних трав на сенаж, при уборке кукурузы на силос, при заготовке корнажа. При уборке использовались кормоуборочные комбайны Jaguar 830 или Jaguar 850 с подборщиками или с жатками с шириной захвата 4,5 м или 6 м. Для отвозки скошенной массы использовались и автомобили (КАМАЗ – 55102 + прицеп СЗАП 8551 (8527) и различные тракторные транспортные агрегаты вплоть до трактора Беларус 82.1 с прицепом 2ПТС-6. Исследования были проведены в АО «Каменское», СПК «Килачѣвский и учебно-опытном хозяйстве Уральского ГАУ.

В августе 2023 года исследования продолжились в СПК «Килачѣвский, была проанализирована работа УТК в составе: кормоуборочный комбайн Krone Big X 770 с жаткой Easy Kollekt 750/2, транспортные средства: трактор Deutz Fahr L720 + Fligt Gigant ASW271 – 2 ед., трактор Case Puma 210 с прицепом ПСП-20 – 2 ед., трактор Беларус 892 + ПСТ-9 – 1 ед. (до обеда). После обеда транспортный отряд был представлен следующими тракторными транспортными агрегатами: Deutz Fahr Agrofarm 115G + LMR-10 – 1 ед., Same Laser 100 + LMR-10 – 1 ед., Беларус 82.1 + ПСТ-9 – 5 ед.

Методология и методы исследования (Methods)

В силу значительного отличия транспортных средств, обеспечивающих отвозку зелёной массы до обеда, от транспортных средств после обеда, все расчёты и анализ разбиты на два этапа. Технические характеристики тракторных прицепов представлены в табл. 1.

Таблица 1. Технические характеристики тракторных прицепов.

До обеда (1-я половина дня)		После обеда (2-я половина дня)	
Марка	Ёмкость кузова, м ³	Марка	Ёмкость кузова, м ³
Fligt Gigant ASW271	33,8	LMR-10	11,9
ПСП-20	30,59	ПСТ-9	10,5
ПСТ-9	10,5		

Для комплектования оптимального состава разномарочных транспортных средств, при расчётах используем коэффициенты приведения, характеризующие тракторные прицепы.

В первой половине дня за базовый вариант транспортного средства принимаем трактор Deutz Fahr L720 с прицепом Fligt Gigant ASW271 – 2 ед., трактор Case Puma 210 с прицепом ПСП-20 – 0,9, всего 1,8 ед., трактор Беларусь 892 с прицепом ПСТ-9 – 0,31 ед. Всего в первой половине дня на отвозке зелёной массы было занято 4,11 усл. транспортных агрегата. Общий объём кузовов составит 139,3 м³.

Во второй половине дня за базовый вариант транспортного средства принимаем трактор Беларусь 82.1 с прицепом ПСТ-9 – 1,0, всего 5 ед., трактор Deutz Fahr Agrofarm 115G с прицепом LMR-10 – 1,13, практически одинаковые технико-экономические показатели имеет тракторный транспортный агрегат в составе Same Laser 100 + LMR-10, всего – 2,27 ед. Всего во второй половине дня на отвозке зелёной массы было занято 7,27 усл. транспортных агрегата. Общий объём кузовов составит 76,3 м³.

Для уборки кукурузы был использован кормоуборочный комбайн Krone Big X 770. На наш взгляд - это самый высокопроизводительный комбайн из комбайнов, представленных в предыдущих исследованиях (Jaguar 850 (830)). Комбайн оснащён гидравлическим приводом на все колёса, с помощью многофункционального рычага и информационного центра можно отслеживать степень загрузки двигателя, а с помощью регулятора предельных нагрузок Constant Power регулирует скорость движения машины в зависимости от нагрузки на дизельный двигатель. Сравнительный анализ технико-экономических показателей кормоуборочных комбайнов Krone Big X 770 и Jaguar 850 представим в табл. 2.

Таблица 2. Техничко-экономические показатели кормоуборочных комбайнов.

Показатели	Krone Big X 770	Jaguar 850
Эффективная мощность двигателя, л.с.	753	455
Рабочая скорость, км/ч	до 25	до 16
Размеры измельчающего барабана (ширина/диаметр), мм	800/660	750/630
Количество ножей, шт.	от 20 до 40	20, 24, 28
Диапазон длины резки, мм	от 5 до 21	от 4 до 17
Высота загрузки, мм	6000	5450
Вес, кг	14350	11550
Шины (передний мост/задний мост)	650/75R32/540/60R30	650/75R32/540/65R 24
Энергонасыщенность, кВт/кН	3,94	2,96

Результаты исследований (The results of the research)

Для определения показателей, направленных на формирование оптимального состава УТК, были зафиксированы следующие параметры:

- для кормоуборочного комбайна: время ожидания транспортного средства; время загрузки транспортного средства;
- для транспортных средств: время ожидания загрузки; время загрузки; время транспортного цикла (время движения до силосной траншеи и обратно).

Более подробно представим данные и расчёты, характеризующие работу УТК в первой половине дня, для второй половины дня представим результаты расчётов. Значения показателей представлены в табл. 3.

Таблица 3. Показатели, характеризующие работу кормоуборочного комбайна.

№п/п	Транспортный агрегат	Время ожидания транспортного средства, мин.	Время загрузки транспортного средства, мин
1	DF L720 + Fligt Gigant ASW271	-	4
2	DF L720 + Fligt Gigant ASW271	5	3
3	Case Puma 210 + ПСП-20	-	4
4	DF L720 + Fligt Gigant ASW271	-	5
5	Case Puma 210 + ПСП-20	-	4
6	DF L720 + Fligt Gigant ASW271	-	5
7	DF L720 + Fligt Gigant ASW271	-	5
8	DF L720 + Fligt Gigant ASW271	-	6
9	Case Puma 210 + ПСП-20	-	3
10	Беларус 892 + ПСТ-9	1	2
11	DF L720 + Fligt Gigant ASW271	-	4
12	Case Puma 210 + ПСП-20	-	4
13	DF L720 + Fligt Gigant ASW271	-	8
14	Case Puma 210 + ПСП-20	-	7
15	Беларус 892 + ПСТ-9	-	1
16	DF L720 + Fligt Gigant ASW271	-	6
17	Case Puma 210 + ПСП-20	-	7
18	DF L720 + Fligt Gigant ASW271	-	8
19	Case Puma 210 + ПСП-20	-	6
20	Беларус 892 + ПСТ-9	-	4

Время ожидания транспортного средства для загрузки составило:

$$MO = 5 \times 0,05 + 1 \times 0,05 = 0,25 + 0,03 = 0,3 \text{ мин.}$$

Данные для определения математического ожидания времени загрузки транспортного средства, с учётом поправочных коэффициентов (для перевода грузоподъёмности разнообразных транспортных средств к «базовому» - Deutz Fahr L720 + Fligt Gigant ASW271) представим в табл. 4.

Таблица 4. Параметры, характеризующие работу кормоуборочного комбайна.

Интервал показателя, мин.	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14
Значение, мин.	3,5	5,02	7,46	-	-	13
Количество случаев	5	8	6	-	-	1
Доля, %	0,25	0,4	0,3	-	-	0,05

Распределение времени загрузки одного транспортного средства и количества случаев представлено на рис. 1.



Рисунок 1. Количество случаев и время загрузки одного транспортного средства.

По данным табл. 4 и рис. 1 рассчитано математическое ожидание (МО) времени загрузки транспортного средства.

$$MO = 3,5 \times 0,25 + 5,02 \times 0,4 + 7,46 \times 0,3 + 13 \times 0,05 = 0,87 + 2,01 + 2,24 + 0,65 = 5,77 \text{ мин. или } 0,1 \text{ часа.}$$

Показатели, характеризующие работу транспортных средств представлены в табл. 5.

Таблица 5. Показатели, характеризующие работу транспортных средств.

№п/п	Транспортный агрегат	Время ожидания загрузки, мин.	Время транспортного цикла, мин
1	DF L720 + Fligt Gigant ASW271	-	22
2	DF L720 + Fligt Gigant ASW271	-	17
3	Case Puma 210 + ПСП-20	-	16
4	DF L720 + Fligt Gigant ASW271	-	9
5	Case Puma 210 + ПСП-20	-	16
6	DF L720 + Fligt Gigant ASW271	-	12
7	DF L720 + Fligt Gigant ASW271	-	12
8	DF L720 + Fligt Gigant ASW271	-	14
9	Case Puma 210 + ПСП-20	3	7
10	Беларус 892 + ПСТ-9	3	24
11	DF L720 + Fligt Gigant ASW271	1	20
12	Case Puma 210 + ПСП-20	-	8
13	DF L720 + Fligt Gigant ASW271	3	22
14	Case Puma 210 + ПСП-20	-	7
15	Беларус 892 + ПСТ-9	9	32
16	DF L720 + Fligt Gigant ASW271	-	16
17	Case Puma 210 + ПСП-20	-	12
18	DF L720 + Fligt Gigant ASW271	-	16
19	Case Puma 210 + ПСП-20	8	12
20	Беларус 892 + ПСТ-9	12	28

Время ожидания загрузки транспортным средством составило:

$MO = 1 \times 0,05 + 3 \times 0,15 + 8 \times 0,05 + 9 \times 0,05 + 12 \times 0,05 = 0,05 + 0,45 + 0,4 + 0,45 + 0,6 = 1,95$ мин. или 0,03 часа.

Данные для определения математического ожидания времени транспортного цикла представлены в табл. 6.

Таблица 6. Параметры, характеризующие транспортный цикл.

Интервал показателя, мин.	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	31-33
Значение, мин.	7,75	12,0	14,0	16,2	20,0	22,7	-	28,0	32,0
Количество случаев	4	4	1	5	1	3	-	1	1
Доля, %	0,2	0,2	0,05	0,25	0,05	0,15	-	0,05	0,05

Распределение времени транспортного цикла и количества случаев представлено на рис. 2.

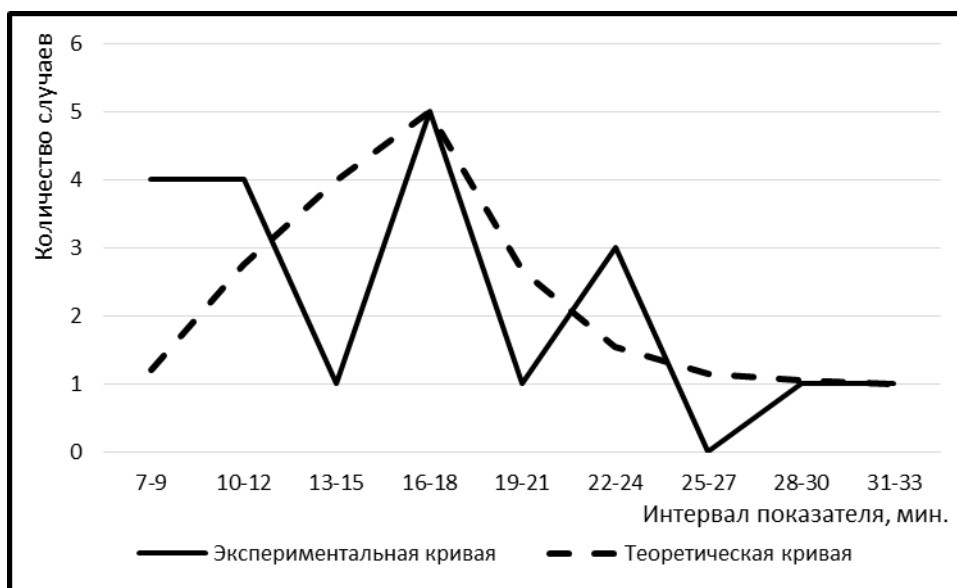


Рисунок 2. Количество случаев и время одного транспортного цикла.

Время транспортного цикла составило:

$$MO = 7,75 \times 0,2 + 12 \times 0,2 + 14 \times 0,05 + 16,2 \times 0,25 + 20 \times 0,05 + 22,7 \times 0,15 + 28 \times 0,05 + 32 \times 0,05 = 1,55 + 2,4 + 0,7 + 4,05 + 1 + 3,4 + 1,4 + 1,6 = 16,1 \text{ мин. или } 0,27 \text{ часа.}$$

Аналогичные расчёты произведём для работы УТК во второй половине дня, результаты представим в табл. 7.

Таблица 7. Показатели, характеризующие работу УТК.

Показатели	I-я половина дня	II-я половина дня
Время ожидания транспортного средства для загрузки, мин.	0,3	0,89
Время загрузки транспортного средства, мин.	5,77	1,91
Время ожидания загрузки транспортным средством, мин.	1,95	2,17
Время транспортного цикла, мин.	16,1	17,4

По данным, представленным в табл. 7 можно сделать первые выводы:

- увеличилось время ожидания транспортного средства для загрузки у кормоуборочного комбайна в результате увеличения времени транспортного цикла. Увеличение времени транспортного цикла стало возможным в результате использования в транспортном процессе менее энергонасыщенного трактора;

- увеличение времени ожидания загрузки транспортным средством, на наш взгляд, стало возможным в результате увеличения количества транспортных средств.

По времени загрузки транспортного средства можно определить урожайность сельскохозяйственной культуры используя формулу:

$$U = 10^4 \frac{Q_K \rho_{ЗМ}}{V t_{ЗК} B \beta} \quad (1)$$

где Q_K – вместимость кузова транспортного средства, м³;

$\rho_{ЗМ}$ – объёмная масса зелёной массы кукурузы, т/м³;

λ_K – коэффициент заполнения кузова; $\lambda_K = 1,05$ (рассчитан в полевых условиях по высоте, выступающего над верхним срезом борта, объёма зелёной массы кукурузы);

V – фактическая рабочая скорость кормоуборочного комбайна при уборке кукурузы на силос, км/ч;

$t_{ЗК}$ – время заполнения кузова транспортного средства (математическое ожидание времени заполнения кузова транспортного средства), ч.

B – ширина захвата жатки, м;

β – коэффициент использования ширины захвата жатки.

Для расчётов принимаем: для первой половины дня - вместимость кузова тракторного прицепа Fligt Gigant ASW271 – 33,8 м³, для второй половины дня - тракторного прицепа ПСТ-9 - 10,5 м³; объёмная масса зелёной массы кукурузы (по состоянию на день уборки, взят средний показатель по количеству рейсов) - 0,529 т/м³ [2]; время заполнения кузова транспортного средства кормоуборочным комбайном в первой половине дня – 0,1 часа; во второй половине дня – 0,03 часа.

Расчётная урожайность при работе уборочно-транспортного комплекса в первой половине дня.

$$U = 10^4 \times \frac{33,8 \times 0,529 \times 1,05}{10 \times 0,1 \times 7,5 \times 0,96} = 10^4 \times \frac{18,8}{7,2} = 26,1 \text{ т/га}$$

Во второй половине дня.

$$U = 10^4 \times \frac{10,5 \times 0,529 \times 1,05}{10 \times 0,03 \times 7,5 \times 0,96} = 10^4 \times \frac{5,55}{2,16} = 27,0 \text{ т/га}$$

Фактическая урожайность по данному полю составила 26,7 т/га.

Смоделируем урожайность кукурузы при следующих значениях времени загрузки транспортных средств в минутах: 1,2,3,4,5,6 (для обоих транспортных средств), 8,10,12,14,16 (для Fligt Gigant ASW271). Данные расчётов представим на рис. 3, 4.

Наиболее производителен и эффективен уборочно-транспортный комплекс будет при безостановочной работе кормоуборочного комбайна (за исключением технологических перерывов). Для

определения количества транспортных средств, необходимых для обеспечения оптимальной работы УТК используем следующую формулу:

$$n_{\text{ТР}}^{\text{1кук}} = \frac{C_1 T_{\text{Р}}}{q_1 t_{\text{ЗК}}} \quad (2)$$

где $n_{\text{ТР}}^{\text{1кук}}$ – количество транспортных средств, необходимых для обслуживания одного кормоуборочного комбайна, ед.;

C_1 – масса зелёной массы в кузове транспортного средства, т;

$T_{\text{Р}}$ – продолжительность транспортного цикла, час.;

q_1 – грузоподъёмность транспортного средства, т.

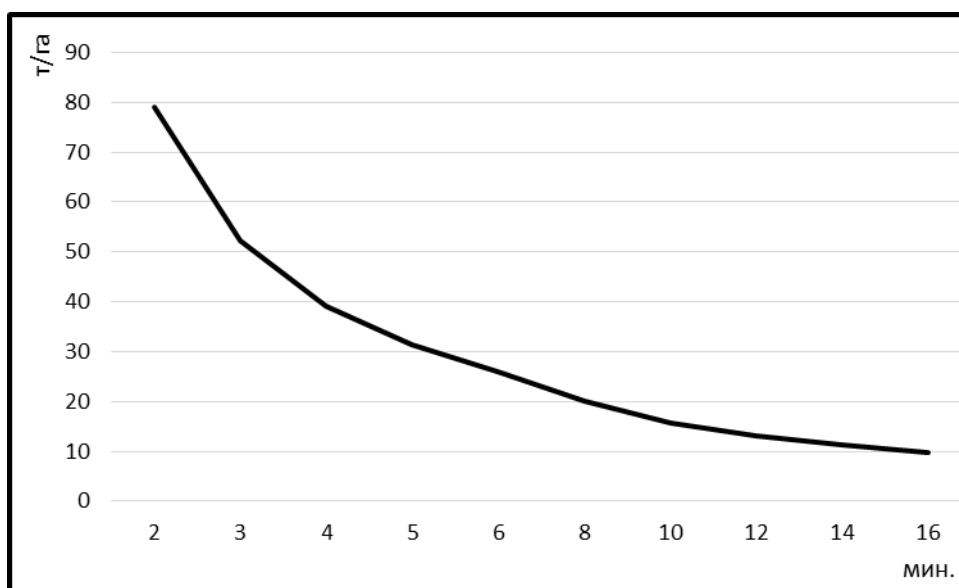


Рисунок 3. Продолжительность загрузки DF L720 + Fligt Gigant ASW271 и урожайность.

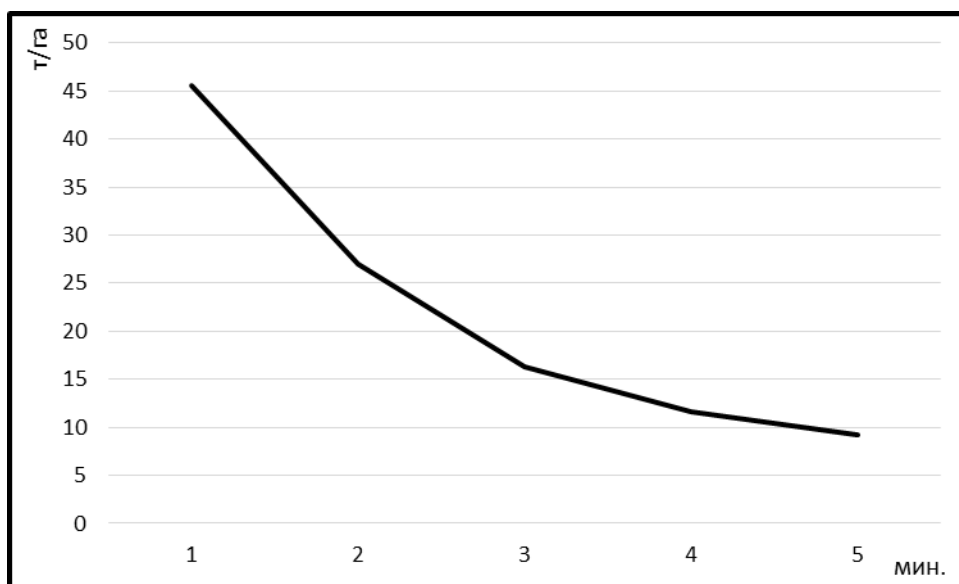


Рисунок 4. Продолжительность загрузки Беларус 82.1 + ПСТ-9 и урожайность.

Для расчётов количества транспортных средств, значение « $t_{3к}$ » примем равным времени заполнения кузова транспортного средства при работе кормоуборочного комбайна. Продолжительность транспортного цикла определена через расчёт математического ожидания случайной величины [3,4,5].

Для первой половины дня: $n_{\text{ТР}}^{1\text{кук}} = \frac{17,9 \times 0,27}{17,9 \times 0,1} = 2,7$ ед., или 3 ед. в составе: трактор DF L720 с прицепом Fligt Gigant ASW271.

Для второй половины дня: $n_{\text{ТР}}^{1\text{кук}} = \frac{5,55 \times 0,29}{5,55 \times 0,03} = 9,7$ ед., или 10 ед. в составе: трактор Беларусь 82.1 с прицепом ПСТ-9.

Проанализировав расчётные данные по составу и количеству транспортных средств и результаты работы УТК (табл. 7), можно сделать выводы по транспортному обеспечению работы уборочно-транспортного комплекса:

- в первой половине дня можно снизить количество транспортных средств, но увеличится время ожидания транспортного средства для загрузки, снизится время ожидания загрузки транспортным средством;

- во второй половине дня, для снижения времени ожидания транспортного средства для загрузки, необходимо увеличить количество транспортных средств, но увеличится время ожидания загрузки транспортным средством.

В результате предпочтительнее будет работа УТК во второй половине дня с увеличением количества транспортных средств до 8 ед., без изменения количества транспортных средств в первой половине дня. Эффективность работы транспорта, при увеличенном количестве транспортных единиц, во второй половине дня, будет выше чем при снижении количества транспортных средств в первой половине дня на 1%. С учётом потерь рабочего времени уборочно-транспортного комплекса, при простое кормоуборочного комбайна в ожидании транспортных средств на погрузку, при простое транспортных средств в ожидании загрузки, можно считать, что состав УТК при данной урожайности, при данной отдалённости поля от силосной траншеи – оптимален.

В случае, использования в транспортном процессе разномарочных транспортных агрегатов, возникает необходимость правильного выбора транспортных средств, с целью равноценной замены для обеспечения непрерывного производственного процесса. Результат исследований, по определению количества транспортных средств необходимых для замены базового транспортного агрегата (DF L720 + Fligt Gigant ASW271), в случае непредвиденных ситуаций. Допустим при отсутствии одного агрегата DF L720 + Fligt Gigant ASW271 из трёх, можно его заменить одним транспортным агрегатом Case Puma 210 + ПСП-20, или тремя транспортными агрегатами Беларусь 82.1 + ПСТ-9 (DF Agrofarm 115G + LMR-10). С помощью зависимостей, представленных на рис. 5, можно сформировать транспортный отряд с любым соотношением транспортных средств. Допустим при использовании в транспортном процессе транспортного агрегата Case Puma 210 + ПСП-20 в количестве трёх единиц из четырёх (при полном

отсутствии DF L720 + Fligt Gigant ASW271), можно отсутствие данного транспортного средства заменить семью транспортными агрегатами Беларусь 82.1 + ПСТ-9 и так далее.

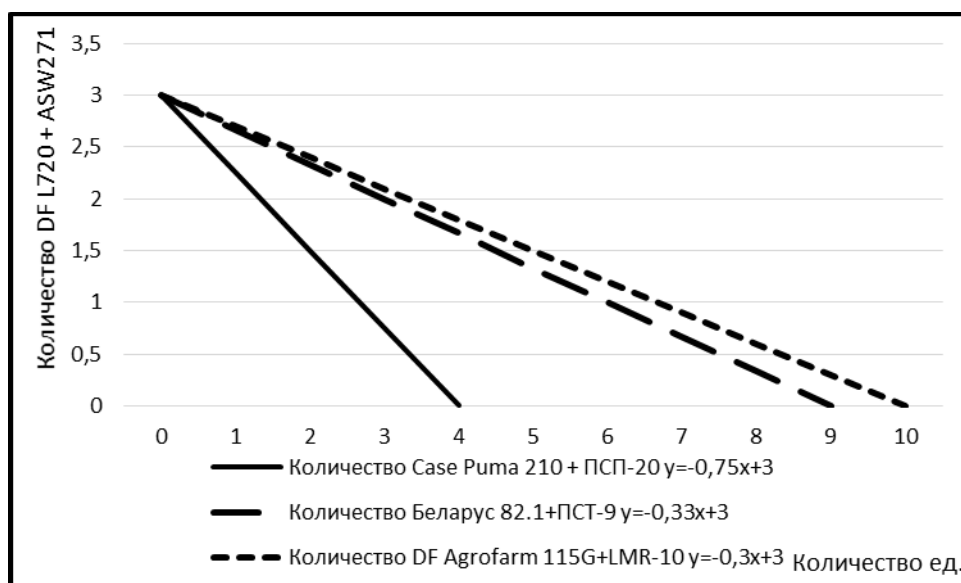


Рисунок 5. Соотношение потребности базового транспортного средства (DF L720 + Fligt Gigant ASW271) и тракторных транспортных агрегатов.

Данное соотношение количества транспортных средств соответствует конкретному кормоуборочному комбайну, его производительности, урожайности убираемой культуры и расстоянию от поля до силосной траншеи. При изменении всех этих показателей и параметров оптимальное количество транспортных средств будет изменяться. Причём конструкция и технико-экономические характеристики кормоуборочного комбайна будут оказывать влияние на коэффициент использования грузоподъёмности транспортного средства. У кормоуборочных комбайнов различной конструкции, мощности, различные скорости потока массы в силосопроводе, что оказывает значительное влияние на плотность силосуемого сырья в кузове транспортного средства. Влияние конструкции, исполнения измельчающего устройства, формы и размеров силосопровода, на плотность насыпной массы в кузове транспортного средства – это дальнейшие исследования, результаты которых будут представлены в следующих публикациях [6,7].

Выводы и рекомендации (Conclusions and recommendations)

Главным условием эффективной работы уборочно-транспортного комплекса на заготовке кормов, является обеспечение безостановочной работы кормоуборочных комбайнов. Этого можно достичь, сформировав транспортный отряд, обеспечивающий безостановочную работу кормоуборочных комбайнов, но с минимальными простоями транспортных средств. Это можно реализовать, используя методику по определению оптимального состава УТК через использование элементов теории вероятностей. Проведя полевые исследования по сбору статистических данных, обработав их, используя математические зависимости, можно определить текущую урожайность сельскохозяйственной культуры, количество транспортных средств, необходимых для отвозки полученной продукции. Кроме того, можно

определить время простоя кормоуборочного комбайна в ожидании транспортных средств, а также время простоя транспортных средств в ожидании загрузки.

На производительность транспортного отряда значительное влияние будет оказывать конструктивное исполнение кормоуборочного комбайна, его особенности, такие как, размеры и расположение измельчающего барабана, подпрессовывающих вальцов, скорость потока массы в силосопроводе и др. Эти особенности повлияют на плотность зелёной массы в кузове транспортного средства, на его производительность. Проведённым анализом работы УТК, выявлено, что несмотря на различные транспортные средства в первой и второй половине дня, в первой – большегрузные тракторные прицепы в агрегате с энергонасыщенными тракторами, во второй – тракторы тягового класса 1,4 т с соответствующими тракторными прицепами, сформированный уборочно-транспортный комплекс можно считать оптимальным для данного расстояния от поля до силосной траншеи.

Для использования в работе УТК разномарочных транспортных агрегатов, в данном исследовании предложены варианты равноценной замены, в случае отсутствия какой-либо транспортной единицы. Данную методику можно использовать для подбора транспортных средств любой грузоподъёмности.

Библиографический список:

1. Козина Е. А. Нормированное кормление животных: учебное пособие [Электронный ресурс] / Е. А. Козина, Т. А. Полева; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2020. – 139 с.
2. Требования к технологическому процессу приготовления и хранения силоса и сенажа. [Электронный ресурс]. URL: <https://studfile.net/preview/8054887/page:4/> Дата обращения 21.09.2023.
3. Иовлев Г.А., Голдина И.И. Теория вероятности и формирование оптимального состава уборочного комплекса// Агропродовольственная политика России. 2016. № 8 (56). С. 27-33.
4. Иовлев Г.А., Голдина И.И. Формирование уборочно-транспортного комплекса на заготовке сенажа// Научно-технический вестник: Технические системы в АПК. 2021. № 3 (11). С. 4-19.
5. Иовлев Г.А., Голдина И.И. Методика комплектования машинно-тракторных агрегатов и парков машин// Теория и практика мировой науки. 2020. № 2. С. 46-50.
6. Иовлев Г.А., Двинина Л.Д., Саакян М.К., Голдина И.И. Обоснование оптимального транспортного обеспечения при уборке кормовых культур// Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2022. № 11. С. 26-32.
7. Iovlev G.A., Sahakyan M.K., Nesgovorov A.G., Sadov A.A., Goldina I.I. Optimization of the harvesting and transport complex work in forage conservation// В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Scientific and Practical Conference: Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad, DAICRA 2021" 2022. С. 012028.

References:

1. Kozina E. A. Rated feeding of animals: textbook [Electronic resource] / E. A. Kozina, T. A. Poleva; Krasnoyarsk state agrarian univ. – Krasnoyarsk, 2020. – 139 p.
2. Requirements for the technological process of preparation and storage of silage and haylage. [Electronic resource]. URL: <https://studfile.net/preview/8054887/page:4/> Accessed 09/21/2023.
3. Iovlev G.A., Goldina I.I. Probability theory and the formation of the optimal composition of the harvesting complex // Agricultural policy of Russia. 2016. No. 8 (56). pp. 27-33.
4. Iovlev G.A., Goldina I.I. Formation of a harvesting and transport complex for the preparation of haylage // Scientific and Technical Bulletin: Technical systems in the agro-industrial complex. 2021. No. 3 (11). pp. 4-19.
5. Iovlev G.A., Goldina I.I. Methodology for completing machine and tractor units and vehicle parks // Theory and practice of world science. 2020. No. 2. P. 46-50.
6. Iovlev G.A., Dvinina L.D., Saakyan M.K., Goldina I.I. Justification of optimal transport support when harvesting forage crops // Economics of agricultural and processing enterprises. 2022. No. 11. pp. 26-32.
7. Iovlev G.A., Sahakyan M.K., Nesgovorov A.G., Sadov A.A., Goldina I.I. Optimization of the harvesting and transport complex work in forage conservation // In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "International Scientific and Practical Conference: Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad, DAICRA 2021" 2022. P. 012028.

**КИНЕТИКА СУШКИ ЯЧМЕНЯ ПРИ ВАКУУМНОЙ СУШКЕ С ОБОСНОВАНИЕМ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ****Л.К. Кибирев^{1*}, Ю.В. Панков¹, М.Л. Юсупов¹****¹ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Екатеринбург, Россия*****E-mail: leonid.kibirev@bk.ru**

Аннотация: в ходе исследования процессов вакуумной сушки были рассмотрены различные формы связи влаги внутри зерна, а также изучены эффекты вакуума на процессы сушки ячменя. Для изгнания из зерновых культур избыточной влаги при обычном тепловом воздействии требуется значительный расход энергии, так как это вызывает прогревание зерен и диффузионный выпаривание влаги в атмосферу из сердцевины зерна. При использовании вакуума в агрегате для высушивания ячменя, скорость перемещения воды к поверхности и воздуху облегчает процедуру отделения жидкости, что уменьшает расходы на процесс высушивания. На сегодняшний день, методика удаления влаги путем создания вакуума нашла широкое распространение в области производства продуктов питания. Уменьшение влажности зерна приводит к снижению функциональной активности неблагоприятных для продукции микроорганизмов. Возможность предотвратить травму зерна при удалении их полностью не всегда имеется, но в некоторых случаях можно использовать термическое уничтожение вредителей.

Ключевые слова: кинетика, сушка ячменя, вакуумная среда, диффузия, параметры сушки.

**KINETICS OF BARLEY DRYING DURING VACUUM DRYING WITH JUSTIFICATION OF
TECHNOLOGICAL PARAMETERS****L.K. Kibirev^{1*}, Yu.V. Pankov¹, M.L. Yusupov¹****¹Ural State University, Yekaterinburg, Russia*****E-mail: leonid.kibirev@bk.ru**

Abstract: during the study of vacuum drying processes, various forms of moisture bonding inside the grain were considered, and the effects of vacuum on barley drying processes were studied. In order to expel excess moisture from grain crops under normal thermal exposure, significant energy consumption is required, since this causes the grains to warm up and diffusive evaporation of moisture into the atmosphere from the grain core. When using a vacuum in the unit for drying cereals, the speed of movement of water to the surface and air facilitates the procedure for separating the liquid, which reduces the cost of the drying process. To date, the technique of removing moisture by creating a vacuum has found wide application in the field of food production. A decrease in grain moisture leads to a decrease in the functional activity of microorganisms unfavorable for production. It is not always possible to prevent injury to the grain when removing them completely, but in some cases, thermal pest destruction can be used.

Keywords: kinetics, barley drying, vacuum medium, diffusion, drying parameters.

Введение (Introduction).

Особенностью процесса высушивания является одинаковое распределение зерна по уровню зрелости и показателям влажности. После выполнения эффективной высушки (например, влажного ячменя) ускоряется процесс его зрелости. После процесса обезвоживания, зерновая культура, предназначенная для длительного хранения, также подвергается процессу созревания, что способствует повышению ее коммерческой ценности [1-4].

Процедура обработки зерновых продуктов приводит к изменению их сорта и свойств.

Высушивание зерна - это, фактически, процедура сохранения продукта. В семенном материале снижается содержание влаги, что приводит к уменьшению активности зерен после обработки, но они продолжают осуществлять процесс дыхания [8].

Цели данного исследования заключаются в следующем:

Совершить оценку процессов выведения влаги из зерен в условиях вакуумного окружения.

Произвести сопоставление полученного вывода с уже имеющимися методами по обезвоживанию семян и обнаружить методы ускорения процессов обезвоживания зерна.

Необходимо создать опытное оборудование для сушки зерна в условиях вакуума с использованием объемного нагрева.

Методология и методы исследования (Methods).

В исследовании применялся метод взвешивания. Суть метода заключается в регулярном взвешивании образцов ячменя в течение процесса сушки. Вес ячменя уменьшается по мере удаления влаги из зерен. Измерения веса выполняются с определенными интервалами времени, и результаты используются для построения графика изменения массы ячменя со временем. Этот график может быть аппроксимирован с помощью кинетических моделей для определения скорости сушки.

Результаты и обсуждение (Results).

Влажность из сырого материала перемещается к границе фаз благодаря массообмену, а из границы фаз в центр газового потока благодаря конвективной диффузии. Транспорт воды происходит в веществе не только из-за разницы в содержании влаги в материале, но и под воздействием разницы в температуре [5-7].

Для определения скорости высыхания методом опыта получают кривую высыхания, а далее, дифференцируя ее, получают кривую скорости высыхания. При сохранении постоянного давления, $p = \text{Const}$, массовый поток воды "i" в материалах с капиллярно-пористой структурой происходит одновременно в соответствии с формулой, которая учитывает градиент влагосодержания и градиент температуры. Плотность материала, полностью лишённого влаги, является характеристикой его состояния.

$$i = dW/dt = \pm krtv (x/l) + dt \quad (1)$$

Где k – коэффициент проводимости массы, $m^2/ч$.

x - содержание влаги в веществе, измеряемое в килограммах на килограмм абсолютно сухого материала.

l – перпендикуляр к изолинии одинаковой концентрации вещества, м.

d - коэффициент термовлагопроводности;

t – термометрическая величина, $^{\circ}C$;

W – количество испарённой жидкости.

Уравнения массопередачи могут выразить кинетический закон первого периода сушки на кривой кинетики.

$$W = b \cdot F(x_{нас} - x) \cdot t \quad (2)$$

F , обозначает размер поверхности взаимодействия фаз, выраженный в квадратных метрах.

b - эмпирический коэффициент.

Таблица. 1. Изменение параметров при вакуумной сушке ячменя

t – время сушки, мин	0,00	20,00	40,00	60,00	80,00	100,00
G - масса гороха; г	130,23	125,30	121,80	119,00	116,90	115,01
dG – изменение веса.	0,00	4,93	3,50	2,80	2,10	1,89

Один из ключевых технологических параметров сушки - интенсивность, которая определяет скорость высыхания. Количество удаляемой влаги в единицу времени с единицы поверхности высушиваемого материала определяет скорость испарения влаги из материала, выраженную в килограммах на квадратный метр в секунду.

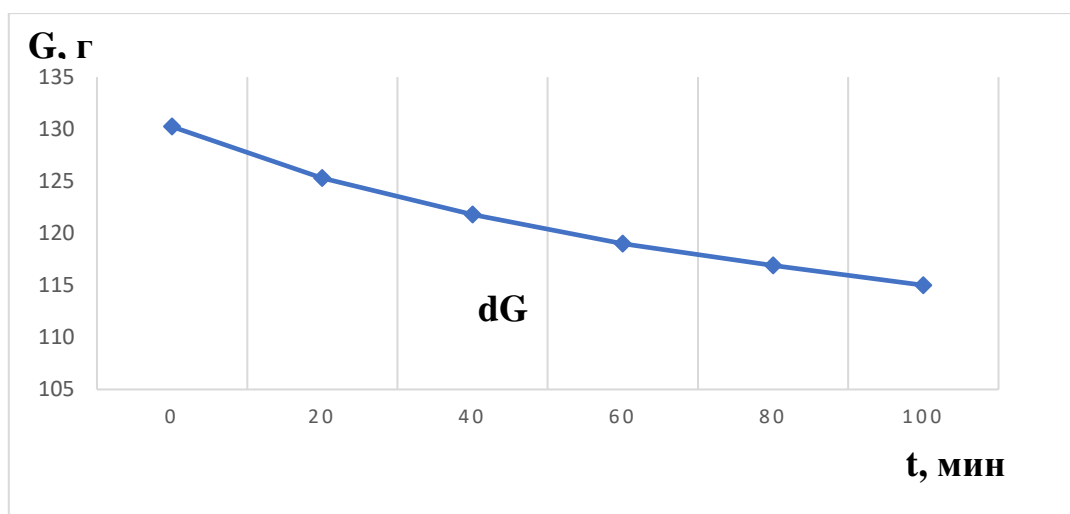


Рис 1. - График кинетики сушки ячменя

Выводы (Results).

Опыт показал, что при давлении 0,5 МПа, устраняется избыток влаги из зерна. Диаграммы, отражающие изменение массы зерен пшеницы в результате удаления воды при температуре окружающего воздуха 30 градусов в результате проведенных экспериментов (Рис. 1). Из графика можно сделать вывод о том, что при периодическом вакуумировании, влага заключенная внутри зерна перемещается по капиллярам к оболочке. В результате просматривается кинетика сушки. Полученные данные занесены в таблицу 1. Абсолютная масса ячменя изменилась на 11,68%.

Библиографический список:

1. Исследование и анализ условий процесса объемно-вакуумной сушки зерна / Ю. В. Панков, А. А. Садов, Л. А. Новопашин [и др.] // Известия Международной академии аграрного образования. – 2022. – № 63. – С. 43-46. – EDN JJNRDF.
2. Шевченко, И. В. Вакуумная сушка агрозерна / И. В. Шевченко, Ю. В. Панков, Л. К. Кибирев // Обзор тенденций в агропромышленном комплексе : сборник статей конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Тенденции в АПК», Екатеринбург, 24 октября 2022 года. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2022. – С. 59. – EDN EGOQBD.
3. С.И. Савосин, В.В. Солдатов. Выбор методов для автоматизированного контроля влажности сельскохозяйственных объектов/ Вестник РГАЗУ. – 2014. С.15 – 16.
4. С.И. Савосин, В.В. Солдатов. Автоматизация контроля влажности зерна при его хранении. Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – №3. – 2008. С. 28 – 30.
5. И.С. Ремпен, Е.Н. Егоров, А.Н. Савин, В.И. Пономоренко. Операционные усилители. Часть 2. Некоторые функциональные схемы: учебнометодическое пособие. Саратов, 2011. – 14 с.
6. Казаков Е.Д., Карпиленко Г.П. Биохимия зерна и хлебопродуктов К-14 (3-е переработанное и дополненное издание) – СПб. ГИОРД, 2005.-512 с. ISBN 5-901065-82-4
7. Волков В. А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы. — 2-е изд., испр. — СПб.: Лань, 2015. — 660 с. — (Учебники для вузов. Специальная литература). — [ISBN 978-5-8114-1819-0](https://www.lan.edu.ru/ISBN/978-5-8114-1819-0)
8. Кругляков П. М., Хаскова Т. Н. Физическая и коллоидная химия. — 3-е изд., испр. — М.: [Высшая школа](https://www.vysshaya-shkola.ru/), 2010. — 320 с. — [ISBN 978-5-06-006227-4](https://www.vysshaya-shkola.ru/ISBN/978-5-06-006227-4).

References:

1. Research and analysis of the conditions of the process of volumetric vacuum drying of grain / Yu. V. Pankov, A. A. Sedov, L. A. Novopashin [et al.] // Proceedings of the International Academy of Agrarian Education. – 2022. – No. 63. – pp. 43-46. – EDN JJNRDF.
2. Shevchenko, I. V. Vacuum drying of agricultural grain / I. V. Shevchenko, Yu. V. Pankov, L. K. Kibirev // Review of trends in the agro-industrial complex : collection of articles of the conference of students,

- postgraduates and young scientists "Trends in agriculture", Yekaterinburg, October 24, 2022. – Yekaterinburg: Ural State Agrarian University, 2022. – p. 59. – EDN EGOQBD.
3. S.I. Savosin, V.V. Soldatov. Selection of methods for automated moisture control of agricultural facilities/ Bulletin of RGAZU. – 2014. pp.15-16.
 4. S.I. Savosin, V.V. Soldatov. Automation of grain moisture control during its storage. Bulletin of the FGOU VPO MGAU. – No. 3. – 2008. pp. 28-30.
 5. I.S. Rempen, E.N. Egorov, A.N. Savin, V.I. Ponomorenko. Operational amplifiers. Part 2. Some functional schemes: textbook manual. Saratov, 2011. – 14 p.
 6. Kazakov E.D., Karpilenko G.P. Biochemistry of grain and bread products K-14 (3rd revised and expanded edition) – St. Petersburg. GIORD, 2005.-512 p. ISBN 5-901065-82-4
 7. Volkov V. A. Colloidal chemistry. Surface phenomena and dispersed systems. — 2nd ed., ispr. — St. Petersburg: Lan, 2015. — 660 p. — (Textbooks for universities. Special literature). — ISBN 978-5-8114-1819-0
 8. Kruglyakov P. M., Haskova T. N. Physical and colloidal chemistry. - 3rd ed., ispr. — M.: Higher School, 2010. — 320 p. — ISBN 978-5-06-006227-4.

МОДЕЛИРОВАНИЕ В СРЕДЕ ANYLOGIC ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

В.В. Побединский^{1*}, Р.Н. Ковалев¹, С.В. Ляхов², И.А. Сафронов²

¹ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Екатеринбург, Россия

² ФГБОУ ВО УГЛТУ, Екатеринбург, Россия

*E-mail: pobed@e1.ru

Аннотация: Работа посвящена совершенствованию процессов технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) предприятия технического сервиса автомобилей. В теоретическом плане такой процесс описывается методами теории массового обслуживания (ТМО). Для подобных задач в числе компьютерных программ одной из самых развитых признана российская разработка Anylogic. Система имеет широчайшие возможности для имитационного моделирования практически любых процессов средствами ТМО и на их базе создавать цифровые прототипы исследуемых объектов с возможностью реализации их управления по технологии цифровых двойников. В данном случае реализована имитационная модель процессов ТОиР в зоне кузовного ремонта, в котором работают пять технологических постов. Модель позволяет анализировать работу зоны ремонта, определять затраты времени на выполнение основных работ, затраты ресурсов, выявлять узкие места процесса и может быть рекомендована для разработки сбалансированной системы ТОиР как на стадии проектирования, так и в процессе эксплуатации.

Ключевые слова: процесс ТО и Р; имитационная модель; кузовной ремонт.

SIMULATION IN THE ANYLOGIC ENVIRONMENT OF THE PROCESS OF MAINTENANCE AND REPAIR OF CARS

V.V. Pobedinsky^{1*}, R.N. Kovalev¹, S.V. Lyakhov², I.A. Safronov²

¹ Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

² Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

*E-mail: pobed@e1.ru

Abstract. The work is devoted to the improvement of the processes of technical maintenance and repair (TO and R) of a car technical service enterprise. In theoretical terms, such a process is described by the methods of queuing theory (TMT). For such tasks, the Russian development Anylogic is recognized as one of the most developed computer programs. The system has the widest possibilities for simulation modeling of almost any

processes using TMT tools and, on their basis, to create digital prototypes of the objects under study with the possibility of implementing their control using digital twin technology. In this case, a simulation model of the maintenance and repair processes in the body repair area was implemented, in which five technological posts operate. The model allows you to analyze the work of the repair zone, determine the time spent on the implementation of the main work, the cost of resources, identify bottlenecks in the process and can be recommended for developing a balanced maintenance and repair system both at the design stage and during operation.

Keywords: maintenance and repair process; simulation model; body repair.

Постановка проблемы (Introduction)

Процессы технического обслуживания и ремонта техники включают комплекс самых различных технологических операций, действий обслуживающего персонала, машин и оборудования, многообразие требований, условий и других составных частей, что в целом чрезвычайно усложняют работу предприятия с точки зрения его проектирования, управления, анализа и совершенствования. В теоретическом плане эти процессы описываются методами теории массового обслуживания (ТМО) [1] и для подобных задач в числе компьютерных программ одной из самых развитых признана российская разработка Anylogic [2]. Система имеет широчайшие возможности для имитационного моделирования практически любых процессов средствами ТМО и на их базе создавать цифровые прототипы исследуемых объектов с возможностью реализации их управления по технологии цифровых двойников. Рассматривая проблему совершенствования работы автосервисного предприятия, будет наиболее эффективно использовать указанное программное обеспечение.

Таким образом, целью настоящей работы было создание имитационной модели процесса ТО и Р предприятия технического сервиса, выполняющего кузовные работы на пяти технологических постах.

В работе решались следующие задачи:

- разработка схемы технологического процесса ТО и Р;
- разработка алгоритма и имитационной модели процесса ТО и Р в среде Anylogic;
- проверка адекватности работы модели на тестовых примерах.

Методология и методы исследования (Methods)

В соответствии с целью и задачами была разработана схема процесса ТО и Р с детализацией по различным процедурам и видам работ на каждом из технологических постов. Схема приведена на рисунке 1.

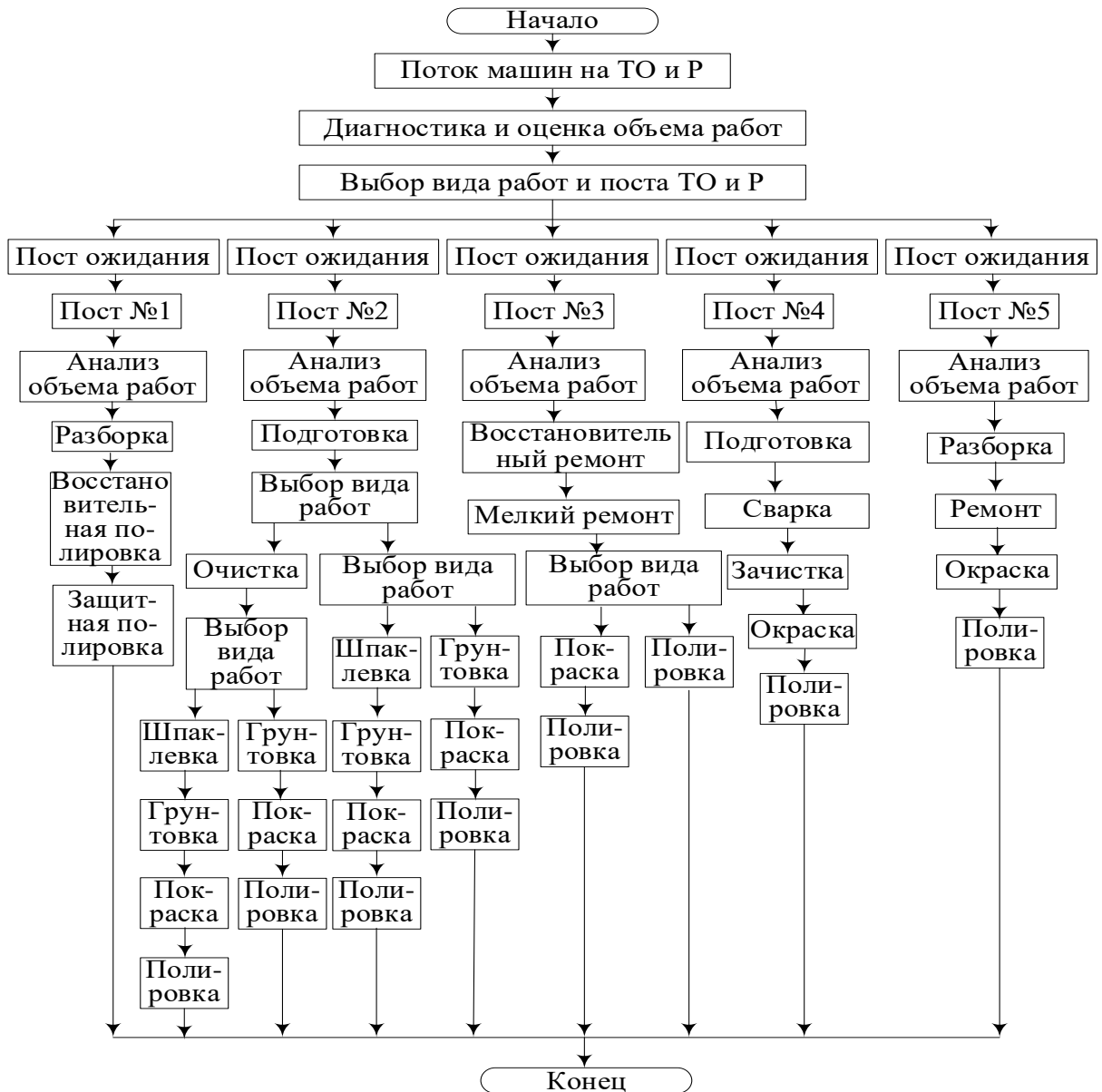


Рисунок 1- Схема технологического процесса выполнения ТО и Р

Подробная схема позволяет достаточно корректно разработать алгоритм и непосредственно программную модель. При этом специфика Anylogic позволяет при небольших моделях объединить разработку алгоритма и модели и выполнять их одновременно.

В разработанной модели (рисунок 2) в отличие от схемы процесса (рисунок 1) предусмотрены блоки «Перемещение» или **Move To** в обозначениях Anylogic, которые в модели означают входы в эти процедуры. Сами процедуры различных видов работ, например «Ремонт», «Подготовка», «Диагностика» и др. представлены блоками **Service**. «Входы» в область процесса и «выходы» определены блоками **Restricted Area End** и **Restricted Area End**. С блоками «Входы» связаны блоки **Resource Pool**, где определяются основные статистические параметры процесса. Посты и зоны ожидания представлены блоками **Queue**. В данном случае их параметры заданы как очереди по дисциплине FIFO (первый вошел, первый вышел), а емкость очереди изменяется динамически. В случаях разделения потока

(технологического процесса) используется блок «Выбор» **Select Output**, который распределяет потоки вероятностно или в зависимости от детерминированного условия. Для определения параметров потока машин использован блок «Расписание», где задается время их генерации.

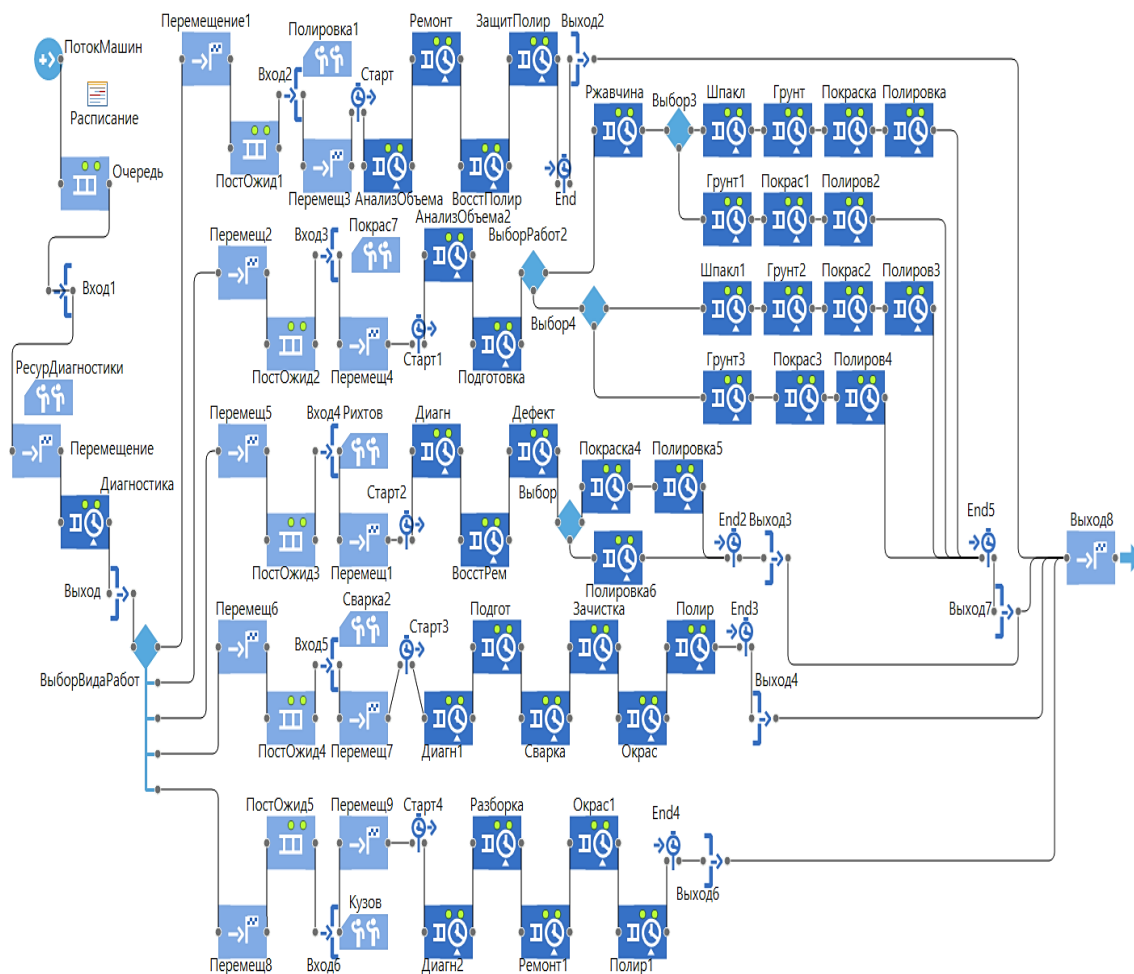


Рисунок 2 - Имитационная модель процесса ТО и Р в среде Anylogic

Для отображения данных моделирования процесса использованы блоки столбиковой диаграммы (гистограммы) **chart** по различным параметрам процесса. На рисунке 3 приведена гистограмма статистических данных по процессу моделирования процедуры «Ремонт».

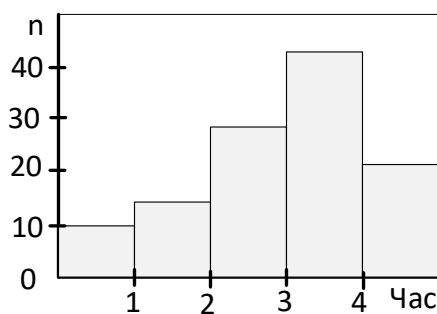


Рисунок 3 – Статистические данные по процессу моделирования процедуры «Ремонт»

Выводы и рекомендации (Conclusions and recommendations)

В заключении можно отметить, что в данном случае реализована имитационная модель процессов ТО и Р в зоне кузовного ремонта, в котором работают пять технологических постов. Модель позволяет анализировать работу зоны ремонта, определять затраты времени на выполнение основных работ, затраты ресурсов, выявлять узкие места процесса и может быть рекомендована для разработки сбалансированной системы ТОиР как на стадии проектирования, так и в процессе эксплуатации.

Библиографический список:

1. Чамеев В.В., Побединский В.В., Солдатов А.В. Проектирование лесопромышленных производств на основе общей теории систем: учебное пособие. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2018. – 115 с.
2. AnyLogic companies [Электронный ресурс]. URL: <https://www.anylogic.com>

References:

1. Chameev V.V., Pobedinsky V.V., Soldatov A.V. Designing timber industries based on the general theory of systems: a tutorial. - Yekaterinburg: UGLTU, 2018. - 115 p.
2. AnyLogic companies [Electronic resource]. URL: <https://www.anylogic.com>

КОРРЕЛЯЦИЯ «ЗЕЛеноЙ» ЭНЕРГЕТИКИ И ЭКОНОМИКИ**М. А. Хомякова** ^{1, 2 *}¹Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Российская Федерация²ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Екатеринбург, Российская Федерация

*E-mail: homyakovama@mail.ru

Аннотация: автор настоящей статьи рассматривает перспективы развития сектора «зеленой» энергетики. В работе дается определение понятия «зеленой» энергетики и рассматриваются перспективы популяризации перехода к возобновляемым источникам энергии. В статье изучается экономический аспект «зеленой» энергетики: выгода использование этой части энергетики и способы экономического стимулирования перехода к ней.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии; зеленая энергетика, природные ресурсы, экономика, энергетическая экономика

CORRELATION OF "GREEN" ENERGY AND ECONOMY**M. A. Khomyakova** ^{1, 2 *}¹Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia²Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

*E-mail: homyakovama@mail.ru

Abstract. the author of this article examines the prospects for the development of the "green" energy sector. The paper defines the concept of "green" energy and discusses the prospects for popularizing the transition to renewable energy sources. The article examines the economic aspect of "green" energy: the benefits of using this part of energy and ways to economically stimulate the transition to it.

Keywords: renewable energy sources; green energy, natural resources, economy, energy economy.

Введение (Introduction)

Переход к «зеленой» энергетике необходим для решения таких актуальных задач как улучшение общей экологической ситуации в отдельных государствах в частности и в мире в целом, для реализации прав человека на благоприятную окружающую среду и т. д. Особую роль играет связь такого перехода и экономики: использование возобновляемых источников энергии коммерчески-выгодно, а экономика является стимулом для такого перехода.

Методология и методы исследования (Methods)

Для исследования предложенной темы использовались общенаучные и частнонаучные методы. Среди которых методы толкования (даются определения понятий), методы правового регулирования

(приведены примеры из налогового законодательства), исторический метод, методы сравнения способов перехода на «зеленую» энергетику и т. д.

Результаты исследований (The results of the research)

«Зеленой» энергией обычно называют сегмент энергетики, основу которого составляют возобновляемые (или практически неисчерпаемые) природные ресурсы (воздух, вода, биотопливо и т. д.) [1]. Можно отметить, что развитие энергетики как науки, института и самостоятельной отрасли претерпевает исторический момент, обусловленный традиционной для многих явлений жизни цикличностью: изначально человек добывал энергию, используя природные экологически-чистые ресурсы (например, водяные и ветряные мельницы), затем постепенно были открыты технологические способы добычи энергии, которые являются достаточно эффективными, но затратными и негативно влияющими на окружающую среду, и сегодня человечество постепенно возвращается к использованию возобновляемых источников энергии [2], то есть, к так называемой «зеленой» энергетике. Такой переход соответствует конституционной догме, гарантирующей право на благополучную окружающую среду [3].

В работах отечественных авторов отмечается [4], что сегодня энергетический сектор поделен между современными и традиционными источниками. Сергеева М. Е., Плотнокова Е. С. И Корнеева М. А. пишут, что распределение таких источников равномерно, однако автор настоящего исследования придерживается позиции, что так называемые «зеленые» источники составляют значительную часть энергетики, но их на данный момент всё же меньше, чем искусственных [4]. Однако следует признать, что потенциал развития «зеленой» энергетики весьма велик, помимо прочего, она способствует политике электроэнергетической безопасности государства, что является важным на настоящем этапе развития мировой энергетики в целом и отечественной отрасли энергетики в частности [5].

Особой популярностью «зеленая» энергетика пользуется в сельском хозяйстве. Переход на этот вид энергии оценивается учеными России и прочих стран СНГ, поскольку для такого сектора экономики как сельское хозяйство весьма выгодно использовать возобновляемые источники энергии: большинство практико-ориентированных работ проходит на природе, что позволяет использовать натуральные источники для возобновления энергии и способствует безотходности аграрного производства [6; 7; 8].

Лидеры многих стран и союзов государств также проявляет заинтересованность в распространении и популяризации способов добычи энергии с помощью возобновляемых источников. Это отражается в налоговом стимулировании перехода и реализации стратегий «зеленой» энергетики [9]. К примеру, введение так называемого углеродного налога способствует снижению выбросов углерода в атмосферу и развитию «зеленой» энергетики [10]. Данный метод не показал высокой эффективности [11], что нашло свое подтверждение в словах экономиста Рональда Коуза: «Если обсуждать проблему в терминах причинности, то в наносимом вреде виноваты обе стороны. Если перед нами стоит задача добиться оптимального соотношения распределения ресурсов, это означает, что обеим сторонам следует

учитывать вредные для них последствия, планируя свою деятельность. В этом заключается одна из прелестей системы четко функционирующей ценовой политики: падение объемов производства в результате причиненного ущерба отразится на издержках обеих сторон» [12].

При этом нельзя не отметить, что использование «зеленой» энергетики выгодно не только для окружающей среды в целом, но и для экономики, что отмечено в трудах как российских [13], так и зарубежных ученых [14].

Однако на сегодняшний момент использование экологически-полезных товаров в государствах, входящих в так называемую «Большую двадцатку», составляет, в среднем, не больше 5%. К этому выводу пришли из Ирана, России и Ганы, при подготовке общего труда [14]. Торговля экологическими товарами, работающими с помощью возобновляемых источников энергии, перспективна, но в настоящее время составляет весьма малый сегмент рынка: в период с 2020 по 2023 год она не поднималась выше 10% от общего объема мировой торговли.

Одним из успешных примеров реализации товаров, работающих при помощи «зеленой» энергетики, представляет собой продажа электромобилей. По данным Международного энергетического агентства, в 2021 году продажа электромобилей составила около 10 % от общего объема продаж автомобилей в мире. Объем мирового рынка электромобилей в 2021 году составил 170 млрд долларов, а к 2022 году увеличился до 208,6 млрд долларов. По ожиданиям аналитиков, к 2030 году объем рынка электрокаров может достичь 1,1 трлн долларов.

Несмотря на не самую удачную попытку стимулировать переход на «зеленую» энергетику с помощью налогов, государственные лидеры не оставляют попыток экономического воздействия на население для популяризации добывания энергии из возобновляемых источников. Большинство развитых стран планируют запретить продажу автосредств с двигателями внутреннего сгорания к сороковым годам двадцать первого века. Это предложение коррелирует как с развитием рынка электромобилей, так и с популяризацией использования иных видов биотоплива [2]. Независимые экономисты отмечают, что для благополучного развития окружающей среды необходимо скооперироваться и использовать возможности спецификации прав собственности экономических агентов [15]. Особую роль в этом играет экономический аспект перехода к «зеленой» энергетике.

Выводы и рекомендации (Conclusions and recommendations)

Проведенное исследование доказывает, что переход к «зеленой» энергетике необходим для сохранения (а в идеале – улучшения) экологической ситуации в мире. Выявлена связь добывания энергии из возобновляемых источников и экономики: такой вид энергетики потенциально является выгодным, и сегодня государства пытаются повлиять на переход к «зеленой» энергетике, используя экономическую мотивацию участников рынка. Несмотря на несколько попыток с сомнительными результатами, данный вектор развития является перспективным, а результат неизбежным. Экономическое воздействие позволит

сделать такой переход более плавным и выгодным для каждого субъекта экономической деятельности в энергетике.

Библиографический список:

1. Дорогина В. В., Кузьмина М.В. Правовые аспекты и перспективы развития «зеленой» энергетики в России // Наука через призму времени. 2023. № 5 (74). С. 46-49.
2. Садов А.А., Хомякова М.А., Баженов А.А. Перспективы и препятствия развития применения спирта на транспорте // Научно-технический вестник: Технические системы в АПК. 2022. № 2 (14). С. 39-44.
3. Хомякова М. А., Кучеренко Ю. А. Право на благоприятную окружающую среду // Аграрное образование и наука. 2022. № 1. С. 7.
4. Сергеева М.Е., Плотникова Е.С., Корнеева М.А. Перспектива развития «зеленой энергетики» и её преимущества в будущем // Поиск (Волгоград). 2023. № 1 (14). С. 16-20.
5. Владимиров С.С. Перспективы развития «зеленой» энергетики в контексте электроэнергетической безопасности // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2022. № 11. С. 107-109.
6. Каликов М.А. Зеленая энергетика в сельском хозяйстве // Статистика, учет и аудит. 2019. № 2 (73). С. 132-134.
7. Смольская Н.А., Резанович М.А. О приоритетных направлениях развития «зеленой» энергетики в Республике Беларусь // Интеграция и развитие научно-технического и образовательного сотрудничества - взгляд в будущее. Сборник статей II Международной научно-технической конференции «Минские научные чтения – 2019»: в 3-х томах. 2020. С. 255-258.
8. Баженов А.А., Садов А.А. Использование возобновляемых источников энергии в России // Молодежь и наука. 2023. № 4.
9. Копина А. А. Налоговые стимулы энергетического перехода и реализации стратегий зеленой экономики // Финансовое право. 2021. № 12. С. 24 - 34.
10. Best R., Burke P.J. & Jotzo F. Carbon Pricing Efficacy: Cross-Country Evidence // Environ Resource Econ. 2020. Vol. 77. P. 69 - 94.
11. Balashov M. M. The Impact of Carbon Regulation Mechanisms on the Development of Industry in the Russian Federation // Strategic decisions and risk management. 2020. Vol. 11 (4). P. 354 - 365.
12. Фарбер Д. Отжившая пародия. Возрожденный прагматизм: ирония теоремы Коуза // Вестник гражданского права. 2012. N 2. С. 191 - 222.
13. Хомякова М.А., Садов А.А. Экономические перспективы использования биотоплива // Научно-технический вестник: Технические системы в АПК. 2023. № 1 (17). С. 80-86.
14. Baba Ali E., Shayanmehr S., Radmehr R., Bayitse R., Agbozo E. Ernest Samira Riza Richard Ebenezer Investigating environmental quality among G20 nations: The impacts of environmental goods and low-carbon

technologies in mitigating environmental degradation // *Geoscience Frontiers*. 2024. Volume 15, Issue 1, January.

DOI: 10.1016/j.gsf.2023.101695

15. Степанов И. А. Налоги в энергетике и их роль в сокращении выбросов парниковых газов // *Экономический журнал ВШЭ*. 2019. Т. 23. № 2. С. 290 - 313.

References:

1. Dorogina V. V., Kuzmina M.V. Legal aspects and prospects for the development of "green" energy in Russia // *Science through the prism of time*. 2023. No. 5 (74). pp. 46-49.
2. Sadov A.A., Khomyakova M.A., Bazhenov A.A. Prospects and obstacles for the development of alcohol use in transport // *Scientific and Technical Bulletin: Technical systems in agriculture*. 2022. No. 2 (14). pp. 39-44.
3. Khomyakova M. A., Kucherenko Yu. A. The right to a favorable environment // *Agrarian education and science*. 2022. No. 1. p. 7.
4. Sergeeva M.E., Plotnikova E.S., Korneeva M.A. Prospects for the development of "green energy" and its advantages in the future // *Search (Volgograd)*. 2023. No. 1 (14). pp. 16-20.
5. Vladimirov S.S. Prospects for the development of "green" energy in the context of electric power security // *Competitiveness in the global world: economics, science, technology*. 2022. No. 11. pp. 107-109.
6. Kalikov M.A. Green energy in agriculture // *Statistics, accounting and audit*. 2019. No. 2 (73). pp. 132-134.
7. Smolskaya N.A., Rezanovich M.A. On priority directions of development of "green" energy in the Republic of Belarus // *Integration and development of scientific, technical and educational cooperation - a look into the future. Collection of articles of the II International Scientific and Technical Conference "Minsk Scientific Readings - 2019": in 3 volumes*. 2020. pp. 255-258.
8. Bazhenov A.A., Sadov A.A. The use of renewable energy sources in Russia // *Youth and Science*. 2023. № 4.
9. Kopina A. A. Tax incentives for energy transition and implementation of green economy strategies // *Financial law*. 2021. No. 12. Pp. 24 - 34.
10. Best R., Burke P.J. & Jotzo F. Carbon Pricing Efficiency: Cross-Country Evidence // *Environ Resource Econ*. 2020. Vol. 77. P. 69 - 94.
11. Balashov M.M. The Impact of Carbon Regulation Mechanisms on the Development of Industry in the Russian Federation // *Strategic decisions and risk management*. 2020. Vol. 11 (4). P. 354 - 365.
12. Farber D. An obsolete parody. Revived Pragmatism: The Irony of Coase's Theorem // *Bulletin of Civil Law*. 2012. N 2. pp. 191 - 222.
13. Khomyakova M.A., Sadov A.A. Economic prospects for the use of biofuels // *Scientific and Technical Bulletin: Technical systems in agriculture*. 2023. No. 1 (17). pp. 80-86.
14. Baba Ali E., Shayanmehr S., Radmehr R., Bayitse R., Agbozo E. Ernest Samira Riza Richard Ebenezer Investigating environmental quality among G20 nations: The impacts of environmental goods and low-carbon

technologies in mitigating environmental degradation // Geoscience Frontiers. 2024. Volume 15, Issue 1, January.

DOI: 10.1016/j.gsf.2023.101695

15. Stepanov I. A. Taxes in the energy sector and their role in reducing greenhouse gas emissions // HSE Economic Journal. 2019. Vol. 23. No. 2. pp. 290 - 313.