

УДК 632.08

UDC 632.08

06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство
(сельскохозяйственные науки)

06.01.01 - General agriculture, crop production (agricultural sciences)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ, ГЕРБИЦИДНОЙ, ИНСЕКТИЦИДНОЙ И ФУНГИЦИДНОЙ ОБРАБОТОК ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ

USE OF UNMANNED TECHNOLOGY FOR FERTILIZER APPLICATION, HERBICIDE, INSECTICIDE AND FUNGICIDE TREATMENTS IN WINTER BARLEY CULTIVATION

Труфляк Евгений Владимирович
д.т.н., профессор
Scopus Author ID: 57188716454
РИНЦ SPIN-код: 2502-0340

Truflyak Evgeny Vladimirovich
Dr.Sci.Tech, professor
Scopus Author ID: 57188716454
RSCI SPIN-code: 2502-0340

Назаренко Лев Викторович
ассистент

Nazarenko Lev Viktorovich
assistant

Даду Монес М.Ю.
аспирант

Mones M. Y. Dadou
postgraduate student

Кулак Алена Алексеевна
студентка

Kulak Alyona Alekseevna
Student

Труфляк Ирина Сергеевна
к.т.н., доцент
РИНЦ SPIN-код: 2653-4930
Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Truflyak Irina Sergeevna
Cand.Tech.Sci., docent
RSCI SPIN-code: 2653-4930
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В статье представлена апробация беспилотной технологии внесения материалов при возделывании озимого ячменя с определением урожайности и экономической эффективности в сравнении с наземной технологией внесения удобрений, гербицидной, инсектицидной и фунгицидной обработок

The article presents the testing of unmanned technology of material application in winter barley cultivation with determining the yield and economic efficiency in comparison with the ground technology of fertilizer application, herbicide, insecticide and fungicide treatments

Ключевые слова: БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ, УДОБРЕНИЯ, ГЕРБИЦИДЫ, ИНСЕКТИЦИДЫ, ФУНГИЦИДЫ

Keywords: DRONE, FERTILIZERS, HERBICIDES, INSECTICIDES, FUNGICIDES

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-185-010>

Введение. В последние годы многие хозяйства стали использовать сельскохозяйственные дроны для мониторинга полей и обработки возделываемых культур [1, 2, 3]. Средства дистанционного зондирования посевов в 2019 г. (дроны и космоснимки) использовали около 22 хозяйств Краснодарского края, а в 2022 г. уже 37 хозяйств используют дроны для мониторинга посевов на площади 254 тыс. га и 46 хозяйств космические снимки для этих же целей на площади 292 тыс. га.

<http://ej.kubagro.ru/2023/01/pdf/10.pdf>

При этом актуальным является использование дронов не только для мониторинга, но и внесения удобрений, а также средств защиты растений (СЗР).

Проведенный опрос фермеров показал, что в 2022 г. около 47 % экономят на количестве вносимых удобрений, а 53 % считают, что их основные проблемы связаны с подорожанием удобрений и СЗР.

Это показывает необходимость в данной экономической и политической ситуации использования альтернативных технологий внесения удобрений и СЗР. Одно из таких решений является использование беспилотных технологий при внесении удобрений, гербицидной, инсектицидной и фунгицидной обработках.

К положительным сторонам применения таких средств можно отнести возможность использования ультрамалообъемного опрыскивания, обработка в автоматическом режиме с функциями полетного задания, возможность дифференцированной обработки полей с различным рельефом, отсутствия прикапывания шинами растений, использование электропривода и отсутствие выхлопа газов. К недостаткам – не достаточная грузоподъемность и ширина захвата обработки, необходимость зарядки аккумуляторных батарей.

В 2022 г. на территории Краснодарского края действуют порядка 20 компаний, предлагающих услуги по обработке растений средствами защиты растений с применением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с системой опрыскивания.

На территории Российской Федерации применяются БПЛА для сельского хозяйства следующих производителей: DJI, XAG, JOYANCE TECH, ООО «Альбатрос» и др.

На опытном поле учхоза «Кубань» с 8.10.2021 г. по 21.06.2022 г. проводился эксперимент изучения дифференцированного внесения аммиачной селитры, гербицидной, инсектицидной и фунгицидной обработках

при возделывании озимого ячменя с использованием сельскохозяйственного дрона и наземных средств механизации.

Цель исследований. Апробация беспилотной технологии внесения материалов при возделывания озимого ячменя с определением урожайности и экономической эффективности в сравнении с наземной технологией обработки озимого ячменя.

Материалы и методы исследований. Каждый сорт озимого ячменя был посеян делянками в 3-х кратной проворности с 4-мя вариантами (рисунок 3). Размер каждой делянки в среднем составлял 9×1,4 м. В эксперименте принимали участие три сорта озимого ячменя: Сельхоз, Версаль, Каррера.



Рисунок 1 – Экспериментальное поле (ортофотоплан Курченко Н. Ю.)

Экспериментальные сорта озимого ячменя были посеяны 08.10.2021 г. трактором Т-25 с сеялкой Клен-С. Перед посевом протравливание семян

осуществлялось машиной для влажного протравливания Winterstiger Hege 14. Предшественником на экспериментальном поле являлся озимый рапс, норма высева которого оставляла 4,5 млн. шт. семян на га.

В процессе проведенного эксперимента выполнено сравнение беспилотной технологии внесения азотных удобрений, средств защиты растений (беспилотный летательный аппарат Agras T10) и наземной с использованием разбрасывателя (Amazone ZA-X Perfect) удобрений и опрыскивателя (Amazone UF-901) – таблица 1, рисунок 2.

Таблица 1 – Исходные данные (цены на 27.11.2022 г.)

Вид обработки	Дата	Машина		Удобрения и СЗР		
		марка	стоимость, тыс. руб.	название	норма раствора, кг/га (л/га)	стоимость, руб./кг (л)
1. Внесение удобрений	9.03.2022 г.	Agras T10	1076	аммиачная селитра	98	20
		МТЗ-1221 + разбрасыватель Amazone ZA-X Perfect	3635 + 216		100	
2. Гербицидная обработка	7.04.2022 г.	Agras T10	1076	Аксиал – 1 л/га, Дерби – 0,07 л/га	7,5	3000 + 15684
		МТЗ-80 + опрыскиватель Amazone UF-901	990 + 1006		200	
3. Фунгицидная и инсектицидная обработка	13.05.2022 г.	Agras T10	1076	Элатус Риа 0,5 л/га + Эфория 0,2 л/га	7,5	6804 + 5670



Рисунок 2 – Сравнимые технологии

Перед подкормкой аммиачной селитрой осуществлялся облет БПЛА Phantom 4 Pro с получением ортофотоплана с дальнейшим преобразованием в индекс вегетации «Биоиндекс». Индекс вегетации «Биоиндекс» получался путем обработки изображения, полученного с БПЛА, имеющего три цветовых канала (красного, синего, зеленого) – рисунок 3.

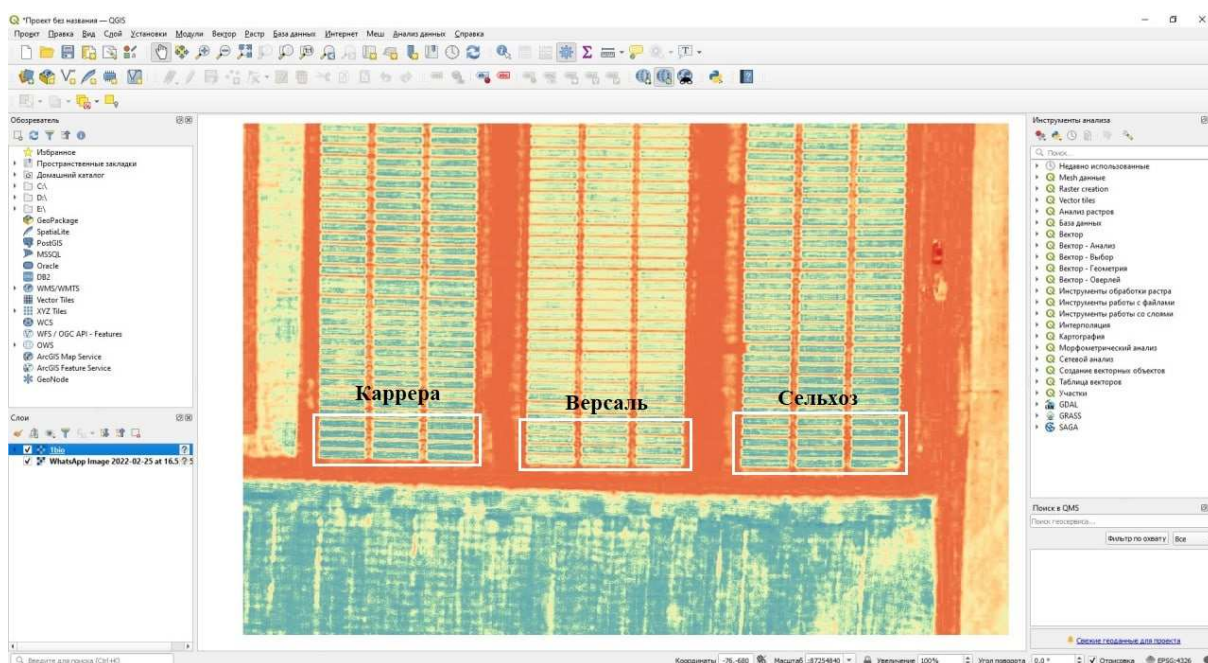


Рисунок 3 – Карта «Биоиндекса» экспериментальных делянок (данные компании «АИС»)

Разделили полученные делянки с сильным и слабым развитием растений. Средняя доза внесения удобрений составляла 100 кг/га, далее производилась дифференциация удобрений на различных участках, в зависимости от состояния посевов по «Биоиндексу» (рисунок 4).



Рисунок 4 – Карта экспериментального поля с дозами внесения удобрений, кг/га (данные компании «АИС»)

Дозы внесения аммиачной селитры варьировались:

- сорт Сельхоз: 80 кг/га; 100 кг/га (контроль); 120 кг/га;
- сорт Версаль: 80 кг/га; 93 кг/га; 100 кг/га (контроль); 107 кг/га;
- сорт Каррера: 80 кг/га; 93 кг/га; 100 кг/га (контроль); 120 кг/га.

Удобрения на исследуемых делянках вносились 9.03.2022 г. беспилотником Agras T10.

Удобрения на производственных посевах ячменя вносились 9.03.2022 г. трактором МТЗ-1221 с разбрасывателем Amazone ZX-A Perfect дозой 100 кг/га аммиачной селитры.

Далее 7.04.2022 г. производилась обработка делянок гербицидом с использованием также БПЛА Agras T10 (рисунок 5). Доза внесения раствора составляла 7,5 л/га (препарат Аксиал – 1 л/га, Дерби – 0,07 л/га).

На производственных посевах 7.04.2022 г. производилась обработка трактором МТЗ-80 с опрыскивателем полевым Amazone UF-901 гербицидом дозой 200 л/га.

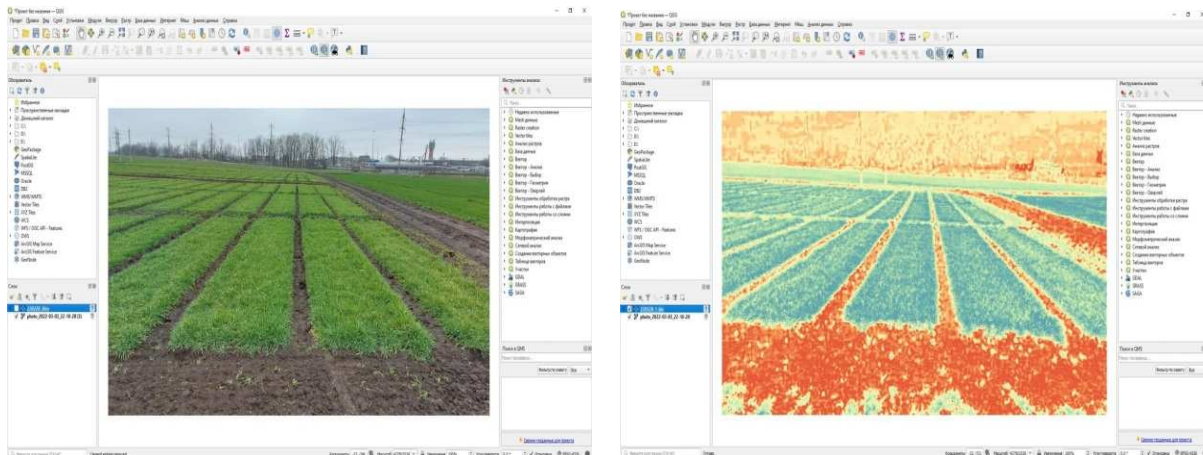
Обработка фунгицидом и инсектицидом делянок озимого ячменя дроном проведена 13.05.2022 г. также сельскохозяйственным дроном Agras T10 (фунгицид + инсектицид: Элатус Риа 0,5 л/га + Эфория 0,2 л/га).



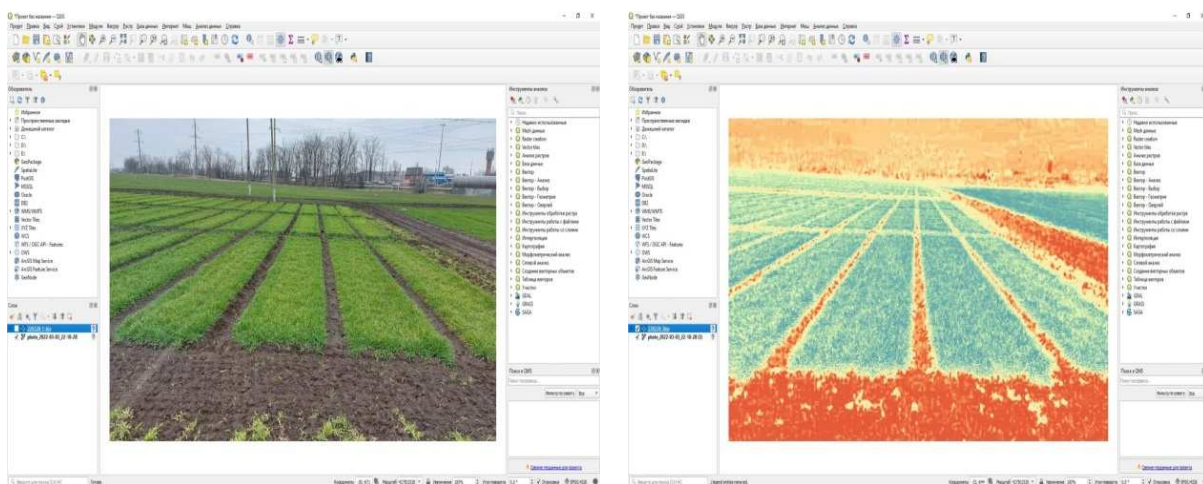
Рисунок 5 – Обработка делянок

Площадь обработки составляла 468 м². На производственных посевах 7.04.2022 г. производилась обработка трактором МТЗ-80 с опрыскивателем полевым Amazone UF-901 гербицидом дозой 200 л/га.

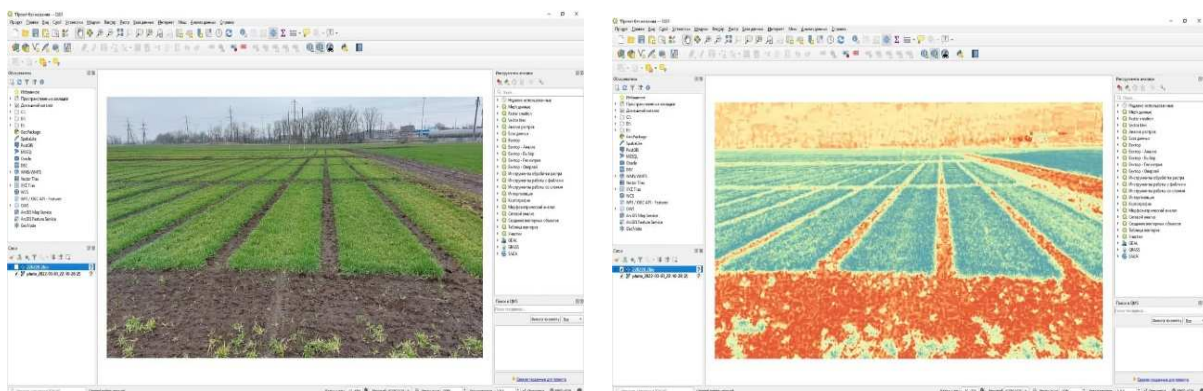
Визуализация растений с использованием стандартной фотосъемки и индекса вегетации «Биоиндекс» по сортам показана на рисунке 6.



a



б



в

Рисунок 6 – Визуализация изображение RGB и Биоиндекса сортов: а – Сельхоз; б – Версаль; г – Каррера

Уборка осуществлялась 21.06.2022 г. комбайном TERRION 2010 (рисунок 7).



Рисунок 7 – Уборка урожая комбайном TERRION 2010

Урожай с каждой делянки собирался в отдельный мешок и нумеровался (рисунок 8).



Рисунок 8 – Сбор урожая

Далее производилось взвешивание пробы с каждой делянки (рисунок 9) и определение ее влажности (рисунок 10).



Рисунок 9 – Взвешивание пробы



Рисунок 10 – Определение влажности пробы

Результаты исследований. Перед уборкой производилось измерение действительной площади каждой делянки для достоверности подсчета урожайности.

В таблице 2 указано количество и масса урожая озимого ячменя по каждой делянке и сорту.

Таблица 2 – Результаты уборки урожая

Номер делянки	Сорт Сельхоз		Сорт Версаль		Сорт Каррера	
	площадь, га	масса, т	площадь, га	масса, т	площадь, га	масса, т
1.1	0,00126	0,0137	0,00124	0,0145	0,00126	0,0154
1.2	0,00126	0,0145	0,00123	0,0132	0,00126	0,0149
1.3	0,00126	0,0150	0,00123	0,0134	0,00126	–
1.4	0,00126	0,0141	0,00123	0,0134	0,00126	0,0154
2.1	0,00124	0,0151	0,00121	–	0,00127	0,0144
2.2	0,00123	0,0143	0,00121	0,0132	0,00124	0,0146
2.3	0,00126	0,0140	0,00123	0,0133	0,00125	0,0148
2.4	0,00124	0,0136	0,00123	0,0131	0,00123	0,0141
3.1	0,00127	–	0,00126	0,0149	0,00126	0,0158
3.2	0,00127	0,0144	0,00127	0,0138	0,00125	0,0118
3.3	0,00127	0,0143	0,00126	0,0135	0,00124	0,0149
3.4	0,00127	0,0143	0,00126	0,0134	0,00126	0,0148

При средней дозе внесения 100 кг/га урожайность составила: сорт Сельхоз – 11,4 т/га; сорт Версаль – 11,0 т/га; сорт Каррера – 11,7 т/га.

Средняя урожайность в зависимости от дозы внесения удобрений по сортам составила (рисунок 11):

– сорт Сельхоз: доза внесения аммиачной селитры 80 кг/га (урожайность 11,5 т/га); 100 кг/га (11,4 т/га); 120 кг/га (11,3 т/га);

– сорт Версаль: 80 кг/га (10,7 т/га); 93 кг/га (11,4 т/га); 100 кг/га (11,1 т/га); 107 кг/га (10,9 т/га);

– сорт Каррера: 80 кг/га (11,5 т/га); 93 кг/га (11,4 т/га); 100 кг/га (12,1 т/га); 120 кг/га (11,9 т/га).

Для сорта Сельхоз разница между максимальным и минимальным значениями в дозе внесения составила 50 %, а в урожайности не более 2 %, т. о. изменение дозы внесения не повлияло на урожайность.

Для сорта Версаль разница между максимальным и минимальным значениями в дозе внесения составила 34 %, а в урожайности 6,5 %.

Для сорта Каррера разница между максимальным и минимальным значениями в дозе внесения составила 50 %, а в урожайности 6,1 %.

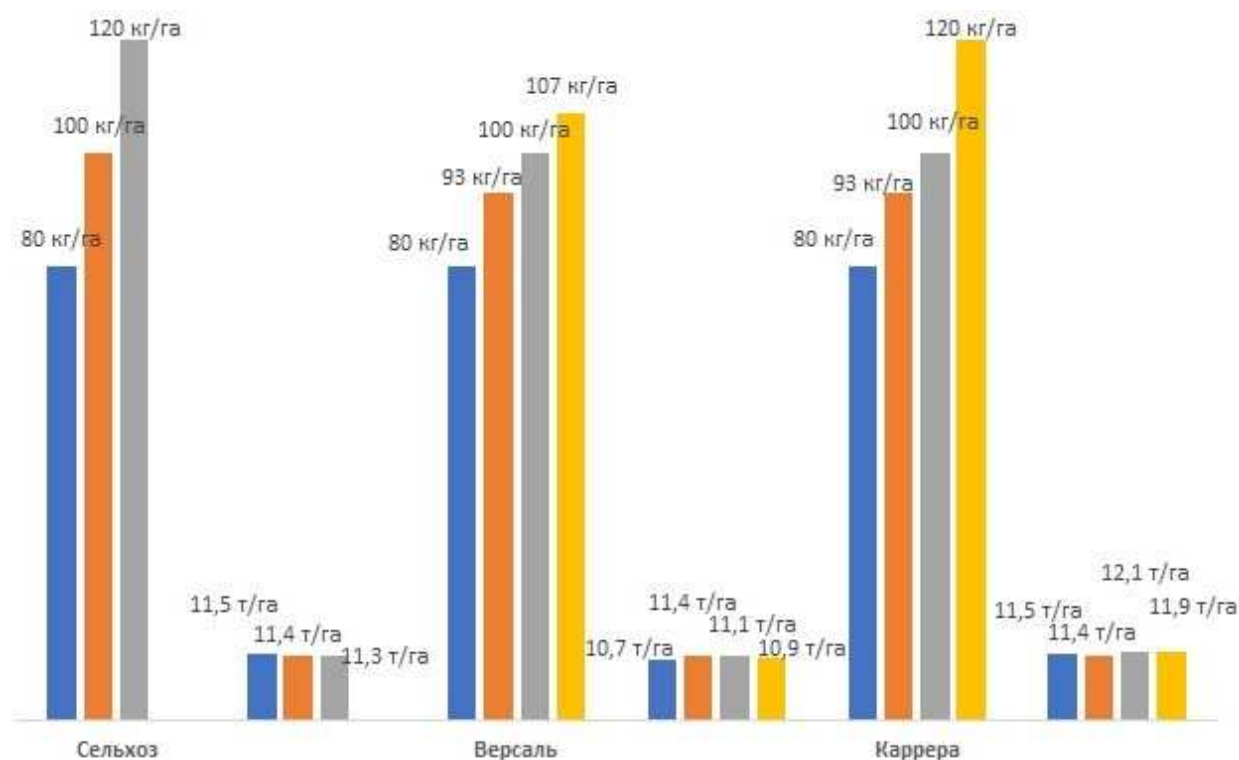


Рисунок 11 – Зависимость урожайности сортов озимого ячменя от дозы внесенного удобрения

Сравним полученную урожайность по сравниваемым технологиям (беспилотной и наземной). Повышение урожайности при использовании беспилотной технологии в среднем составило 3,6 %; по сорту Версаль – 8,9 %, Каррера – 6,4 % (таблица 3). По сорту Сельхоз снижение на 1,8 %.

Таблица 3 – Сравнение урожайности (т/га)

Технология	Сорт			
	Сельхоз	Версаль	Каррера	Средняя
беспилотная	11,4	11,0	11,7	11,4
наземная	11,6	10,1	11,3	11,0

При расчете экономической эффективности за существующий вариант принимаем наземную технологию внесения удобрений и средств защиты растений, за предлагаемый вариант – беспилотную технологию [4, 5].

Затраты труда:

$$Z_{\text{тр}} = \frac{\lambda_{\text{мех}}}{W_{\text{см}}}, \tag{1}$$

где $\lambda_{\text{мех}}$ – количество основного и вспомогательного персонала, обслуживающего агрегат в течение смены, $\lambda_{\text{мех}} = 1$ чел.;

$W_{\text{ч}}$ – производительность за 1 ч сменного времени; внесение удобрений – для предлагаемого дрона Agras T10 – $W_{\text{ч}}^{\text{п}} = 3$ га/ч (ширина захвата $B_p = 5$ м, рабочая скорость $V_p = 10$ км/ч); для существующего Amazone ZA-X Perfect принимаем – $W_{\text{ч}}^{\text{с}} = 12$ га/ч (B_p от 10 до 18 м, принимаем 15 м; $V_p = 8$ км/ч); гербицидная обработка – для предлагаемого дрона Agras T10 – $W_{\text{ч}}^{\text{п}} = 3$ га/ч ($B_p = 5$ м, $V_p = 12$ км/ч); для существующего Amazone UF-901 – $W_{\text{ч}}^{\text{с}} = 12$ га/ч ($B_p = 15$ м; $V_p = 8$ км/ч); фунгицидная и инсектицидная обработка – для предлагаемого дрона Agras T10 – $W_{\text{ч}}^{\text{п}} = 3$ га/ч ($B_p = 5$ м, $V_p = 10$ км/ч); для существующего Amazone UF-901 – $W_{\text{ч}}^{\text{с}} = 12$ га/ч $B_p = 15$ м; $V_p = 8$ км/ч).

Беспилотная: $Z_{\text{тр}}^{\text{п}} = 0,99$ чел.-ч/га

Наземная: $Z_{\text{тр}}^{\text{с}} = 0,24$ чел.-ч/га

Прямые эксплуатационные затраты:

$$Z_{\text{экс}} = Z_{\text{от}} + Z_{\text{ГСМ}} + Z_{\text{р}} + A + I_{\text{пр}}, \quad (2)$$

где $Z_{\text{от}}$ – оплату труда, руб./га;

$Z_{\text{ГСМ}}$ – оплату ГСМ, руб./га;

$Z_{\text{р}}$ – ремонты и ТО, руб./га;

A – амортизационные отчисления, руб./га;

$I_{\text{пр}}$ – прочие прямые, руб./га

Затраты на оплату труда:

$$Z_{\text{от}} = \frac{\lambda \cdot \tau \cdot k_3}{W_{\text{ч}}} k_{\text{м}}, \quad (3)$$

где λ – количество обслуживающего персонала, чел.;

τ – часовая оплата труда, руб./чел.-ч;

k_3 – коэффициент социальных отчислений, $k_3 = 30$ %;

k_m – коэффициент доплат механизатору, доплата за вредность работы 40 %

При 5 тарифном разряде для внесения удобрений $\tau = 125,74$ руб./ч-чел. При 6 тарифном разряде для опрыскивания $\tau = 166,29$ руб./ч-чел. Принимаем стоимость обработки дроном 1200 руб./га или $\tau = 3600$ руб./ч-чел.

$$Z_{от}^n = 6552 \text{ руб./га}$$

$$Z_{от}^c = 69,47 \text{ руб./га}$$

Затраты на оплату ГСМ наземных средств:

$$Z_{ТСМ} = g_T C_T, \quad (4)$$

где g_T – удельный расход топлива, кг/га; $g_T = 1,06$ кг/га;

C_T – цена топлива; цена дизельного топлива $C_T = 53,9$ руб./л на 27.11.2022; $C_T = 45,3$ руб./кг (1 л ДТ = 0,84 кг)

$$Z_{ТСМ}^c = 144,06 \text{ руб./га}$$

Затраты электроэнергии БПЛА:

$$Z_{э}^n = g \cdot C, \quad (5)$$

где g – расход электроэнергии, кВт/га; на 1 га тратится 1 батарея 3,5 кВт; $g = 3,5$ кВт/га;

C – цена электроэнергии; $C = 10$ руб./кВт

При использовании бензинового генератора, получается также: расход 0,7 л бензина АИ-92 на зарядку 1 батареи 3,5 кВт. При стоимости бензина 50 руб./л затраты 35 руб./га.

$$Z_{э}^n = 105 \text{ руб./га}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание:

$$Z_p = \frac{B \cdot K_p}{100 \cdot T_r \cdot W_q}, \quad (6)$$

где B – цена техники, руб.; стоимость агрегата для внесения удобрений 3851 тыс. руб.; гербицидной обработки 1996 тыс. руб.; фунгицид-

ной и инсектицидной обработки 1996 тыс. руб.; стоимость дрона 1076 руб.;

K_p – отчисления на ремонт и ТО; трактор – $K_{p,т} = 9,9 \%$; разбрасыватель и опрыскиватель $K_{p,см} = 11 \%$;

T_r – нормативная загрузка, ч/год; для трактора принимаем $T_{r,т} = 1095$ ч, внесения удобрений $T_{r,см} = 120$ ч, опрыскивателя – $T_{r,см} = 200$ ч

$$Z_p^n = 723,32 \text{ руб./га}$$

$$Z_c^n = 151,02 \text{ руб./га}$$

Амортизационные отчисления:

$$A = \frac{B \cdot R}{100 \cdot T_r \cdot W_{ч}}, \quad (7)$$

где R – амортизационные отчисления, для трактора $R_m = 11 \%$, разбрасывателя – $R_{см} = 12,5 \%$, опрыскивателя – $R_{см} = 16,7 \%$

$$A^n = 972,58 \text{ руб./га}$$

$$A^c = 205,76 \text{ руб./га}$$

Прочие прямые затраты:

$$I_{пр} = 0,04 \cdot Z_{от}, \quad (8)$$

$$I_{пр}^n = 262,08 \text{ руб./га},$$

$$I_{пр}^c = 2,78 \text{ руб./га},$$

Прямые эксплуатационные затраты:

$$Z_{экс}^n = 8614,98 \text{ руб./га}$$

$$Z_{экс}^c = 573,09 \text{ руб./га}$$

Удельные капиталовложения:

$$K_y^n = 6575,56 \text{ руб./га}$$

$$K_y^c = 1415,65 \text{ руб./га}$$

Металлоемкость:

$$M_y^n = 0,15 \text{ кг/га}$$

$$M_y^c = 4 \text{ кг/га}$$

Сведем полученные данные в таблицу 7.

Таблица 7 – Показатели экономической оценки

Показатель	Значение показателя		Эффект	
	беспи- лотная	наземная	абсо- лют.	отно- сит., раз
Операции	внесение удобрений; гербицидная, фунгицидная и инсектицидная обработки			
Марка техники	Agras T10	MT3-1221 + Amazon ZA-X Perfect; MT3-80 + Amazon UF-901	–	–
W _ч , га/ч	3	12	- 9	- 4,1
Z _{тр} , чел.-ч/га	0,99	0,24	0,75	4
Z _{экс} , руб./га:	8614,98	573,09	8041,89	15
– Z _{от}	6552	69,47	6482,53	94
– Z _{ГСМ}	105	144,06	- 39,06	- 1,4
– Z _р	723,32	151,02	572,3	4,8
– А	972,58	205,76	766,82	4,7
– И _{пр}	262,08	2,78	259,3	94,3
K _у , руб./га	6575,56	1415,65	5159,91	4,6
M _у , кг/га	0,15	4	- 3,85	- 26,7

Расчет экономической эффективности использования беспилотной технологии показал, что ее производительность меньше в 4 раза. При использовании данной технологии повысилась урожайность озимого ячменя на 3,6 % при уменьшении количества удобрений на 2 %.

При общих ухудшающихся показателях экономической эффективности снизился расход ГСМ в 1,4 раза, металлоемкости в 26,7 раза. Дополнительные капиталовложения для реализации наземной технологии составляют 4771 тыс. руб.

Выводы. В результате проведенных исследований выполнена апробация беспилотной технологии внесения материалов при возделывания озимого ячменя с полученными данными урожайности на каждой делянке и затратам материалов.

Расчет экономической эффективности использования беспилотной технологии показал, что ее производительность меньше в 4 раза. При использовании данной технологии с дифференцированным внесением удобрений повысилась урожайность озимого ячменя на 3,6 % при уменьшении количества удобрений на 2 %.

Расход горюче-смазочных материалов снизился в 1,4 раза, металлоемкость в 26,7 раза. Дополнительные капиталовложения при использовании наземной технологии составляют 4771 тыс. руб.

В сезоне 2022–2033 гг. на поле площадью 1 га также запланирован сравнительный анализ использования сельскохозяйственных дронов различных производителей и наземных средств механизации при внесении удобрений, гербицидной, инсектицидной, фунгицидной обработках посевов озимого ячменя с определением экономической эффективности.

Полученная технология будет масштабирована в крупных хозяйствах Краснодарского края и России.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № 20.1/73.

Библиографический список

1. Труфляк Е.В. Точное сельское хозяйство: состояние и перспективы / Е.В. Труфляк, Н.Ю. Курченко // Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе: материалы Международной науч.-практ. конф. – Ставрополь: Ставропольский ГАУ, 2017. – С. 288–291.
2. Точное сельское хозяйство : учебник для ВО / Е. В. Труфляк, Н. Ю. Курченко, А. А. Тенеков, В. В. Якушев [и др.] ; под ред. Е. В. Труфляка. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 512 с.
3. Труфляк Е.В. Цифровые технологии в АПК / Е.В. Труфляк, Н.Ю. Курченко, В.А. Дидыч // Сельский механизатор. – 2018. – № 7-8. – С. 13–14.
4. ГОСТ 34399-2018 Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. – Введ. 2018–12–07. – М.: Стандартинформ, 2018. – 12 с.
5. Экономическое обоснование инженерно-технических решений : метод. указания / сост. Ю. К. Кастиди. – Краснодар : КубГАУ 2019. – 50 с.

References

1. Truflyak E.V. Tochnoe sel'skoe hozjajstvo: sostojanie i perspektivy / E.V. Truflyak, N.Ju. Kurchenko // Fiziko-tehnicheskie problemy sozdaniya novyh tehnologij v agropromyshlennom komplekse: materialy Mezhdunarodnoj nauch.-prakt. konf. – Stavropol': Stavropol'skij GAU, 2017. – S. 288–291.
2. Tochnoe sel'skoe hozjajstvo : uchebnik dlja VO / E. V. Truflyak, N. Ju. Kurchenko, A. A. Tenekov, V. V. Jakushev [i dr.] ; pod red. E. V. Truflyaka. – Sankt-Peterburg : Lan', 2021. – 512 s.
3. Truflyak E.V. Cifrovye tehnologii v APK / E.V. Truflyak, N.Ju. Kurchenko, V.A. Didych // Sel'skij mehanizator. – 2018. – № 7-8. – S. 13–14.
4. GOST 34399-2018 Tehnika sel'skohozjajstvennaja. Metody jekonomicheskoy ocenki. – Vved. 2018–12–07. – M.: Standartinform, 2018. – 12 s.
5. Jekonomicheskoe obosnovanie inzhenerno-tehnicheskikh reshenij : metod. ukazaniya / sost. Ju. K. Kastidi. – Krasnodar : KubGAU 2019. – 50 s.