

УДК 631.348.45

UDC 631.348.45

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

4.3.1 Technologies, machinery and equipment for Agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

**ИЗУЧЕНИЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАМЫША ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ШТАНГИ ОПРЫСКИВАТЕЛЯ**

**STUDY OF BIOMETRIC CHARACTERISTICS OF REEDS TO SUBSTANTIATE THE PARAMETERS OF THE SPRAYER ROD**

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

Хуснетдинов Вячеслав Евгеньевич  
Аспирант  
*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

Khusnetdinov Vyacheslav Evgenyevich  
Postgraduate student  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

В результате исследования размерных характеристик камыша (высота, ширина разрастания в канале, количество и размещение метелок в рисовой системе, их длина и ширина) обоснован штанговый опрыскиватель

As a result of the study of dimensional characteristics of reeds (height, width of sprawl in the channel, the number of panicles and the placement of panicles in the rice system, their length and width) the boom sprayer is justified

Ключевые слова: МЕТЕЛКА, КАМЫШ, ШТАНГА, ОПРЫСКИВАТЕЛЬ, РИСОВЫЙ ЧЕК

Keywords: WHISK, REED, ROD, SPRAYER, RICE CHECK

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-189-014>

**Введение.** Рисоводство в России развивается уже более 90 лет. В настоящее время из слаборазвитой отрасли оно превратилась в мощную индустрию, способную полностью обеспечить страну рисопродуктами собственного производства [1].

В рисоводстве Краснодарского края около 70 тысяч чековых сооружений и более 19 тысяч км чековых валиков, которые зарастают сорной растительностью.

Среди основных болотных сорняков можно выделить клубнекамыш, тростник, рогоз и др.

Для уничтожения сорняков на элементах рисовой оросительной системы применяют общеистребительные глифосатсодержащие гербициды (Раундап и его аналоги).

Оптимальным временем применения является время оттока питательных веществ в корень (примерно с июля по сентябрь).

Для обоснования параметров штанги опрыскивателя химической обработки метелок камыша необходимо изучить размерные характеристики различных элементов сорняка (метелка, стебель) [2].

**Цель исследований.** Изучение биометрических характеристик различных частей камыша для обоснования параметров штанги опрыскивателя в рисоводстве.

**Материалы и методы исследований.** Программа изучения размера различных частей камыша выполнялась в Красноармейском районе Краснодарского края. Она предусматривала замеры в 10 рисовых чеках (по 10 замеров каждого показателя в чеке) – рисунок 1:

- высота растения камыша – рисунок 2;
- ширины разрастания камыша (рисунки 3, 4);
- количества метелок по ширине разрастания камыша в канале (рисунок 5);
- расстояния между метелками (рисунок 6);
- ширины и длины метелок.

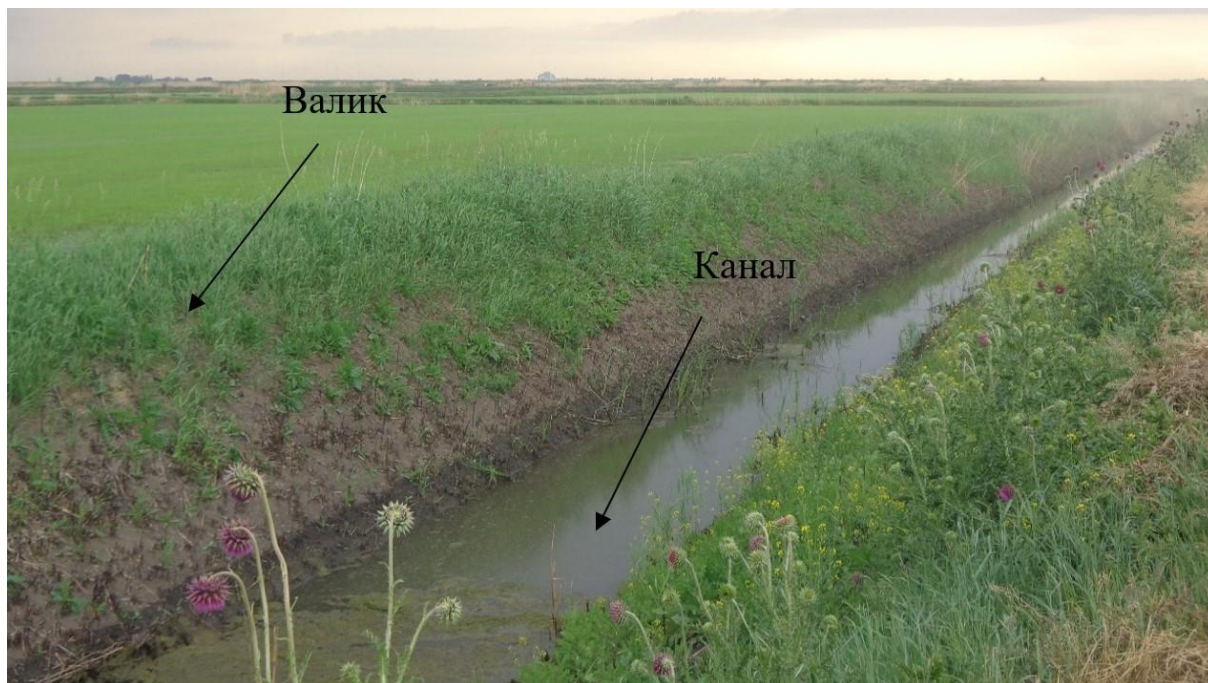
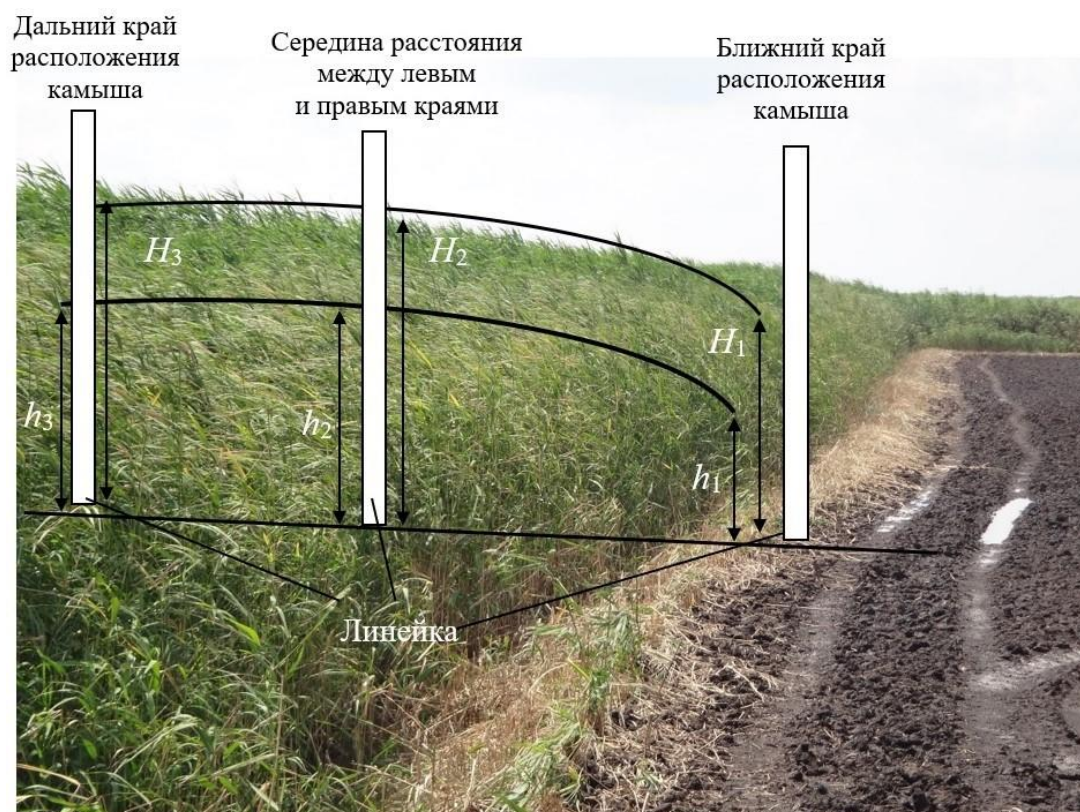


Рисунок 1 – Элементы рисовой системы

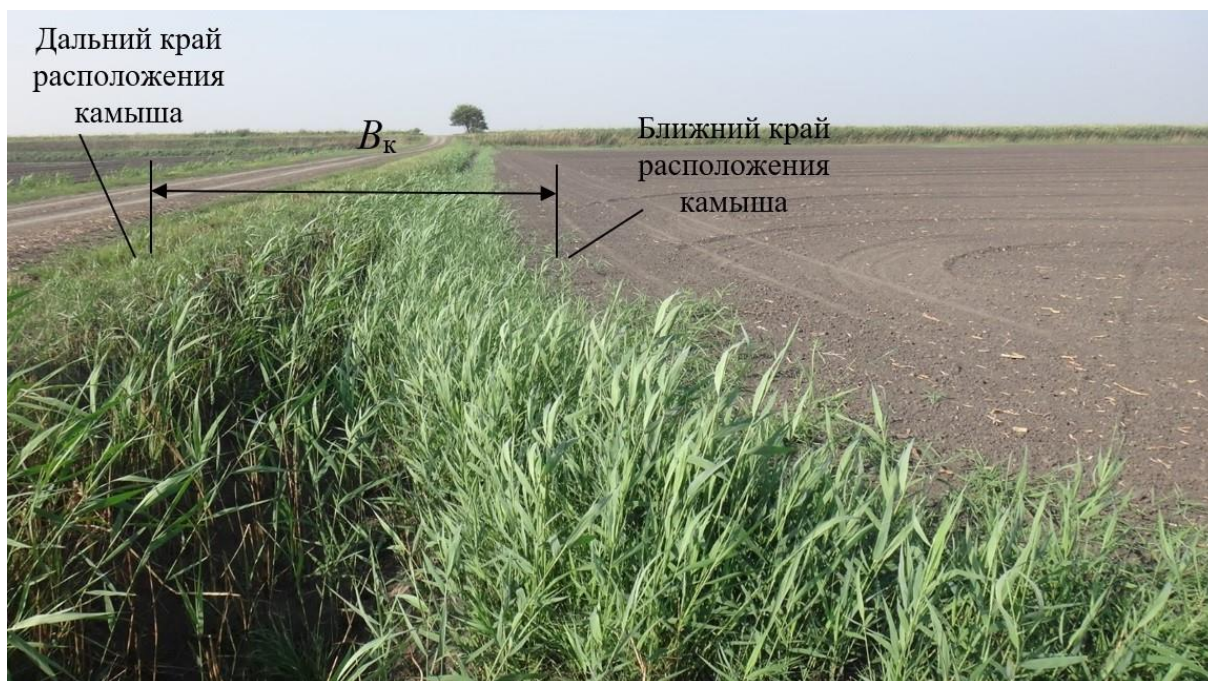


*a*



*б*

Рисунок 2 – Измерение высоты камыша: *a* – схема измерения; *б* – фото



*a*



*б*

Рисунок 3 – Измерение ширины произрастания камыша: *a* – обозначения; *б* – фото

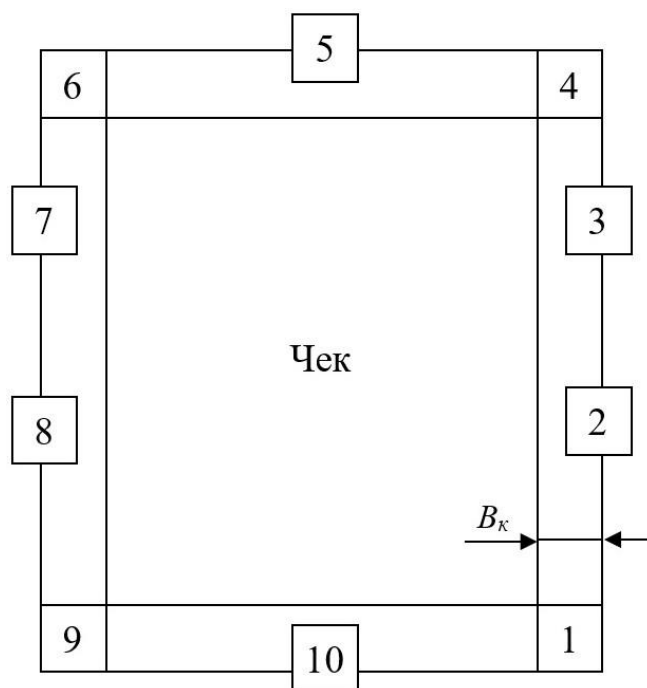


Рисунок 4 – Места замеров

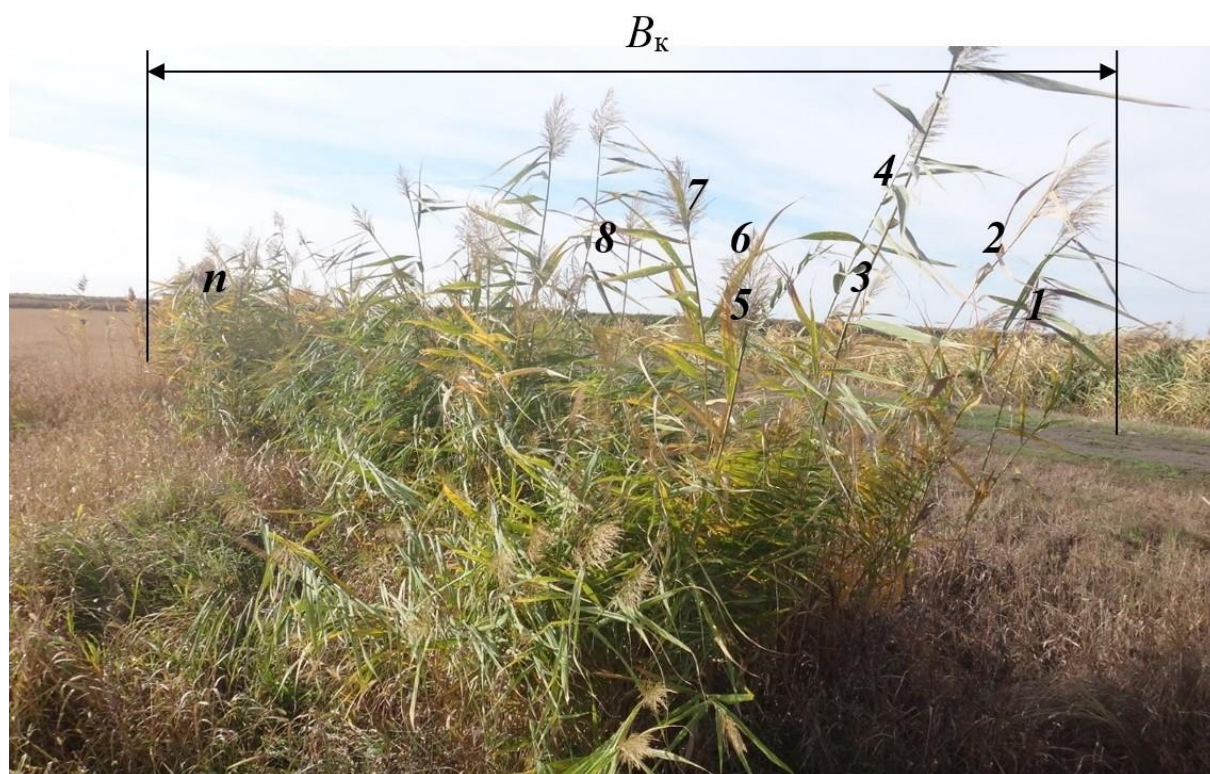


Рисунок 5 – Определение количественного показателя метелок по ширине захвата опрыскивателя

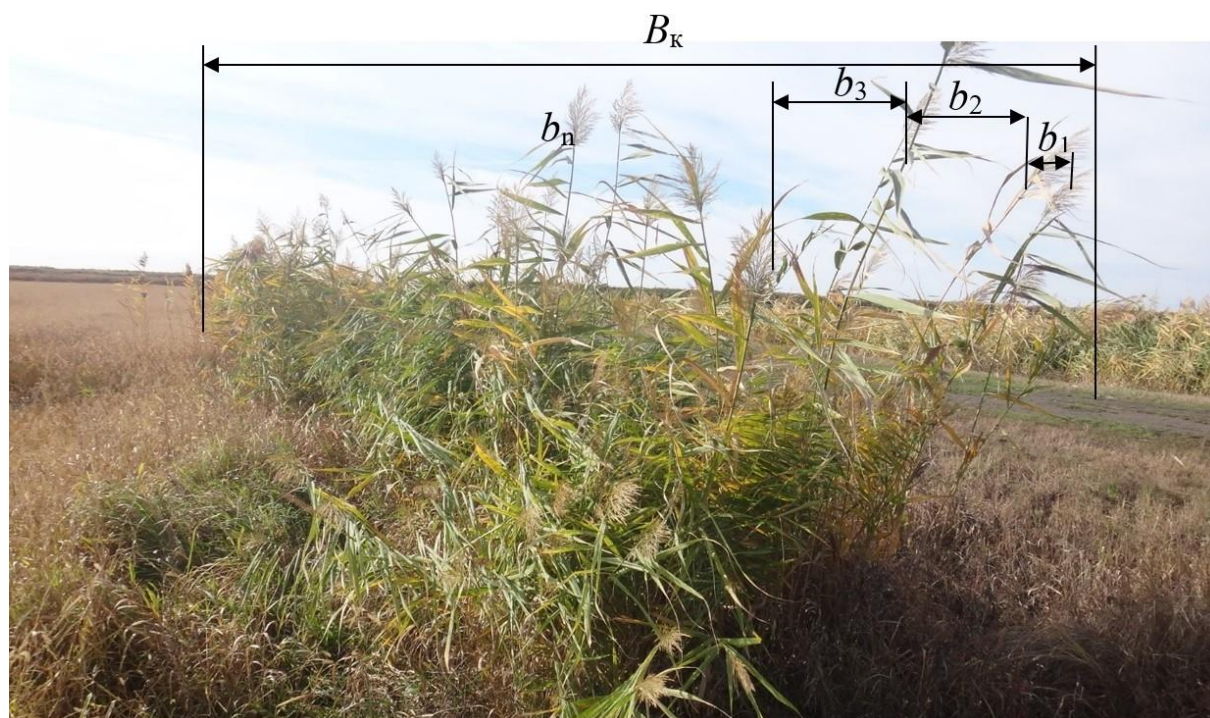


Рисунок 6 – Определение размерного показателя метелок по ширине захвата опрыскивателя

Срез производился как зеленых (рисунок 7, а), так и сухих (рисунок 7, б) метелок.



а



*б*

Рисунок 7 – Метелки: *а* – зеленые; *б* – сухие

Для определения параметров штанги опрыскивателя измеряли длину метелок (рисунок 8).



*а*



*б*

Рисунок 8 – Измерение длины метелок: *а* – зеленых; *б* – сухих

С целью обоснования участка опрыскивания проводили замер ширины метелок в различных ее частях (рисунки 9, 10).



Рисунок 9 – Измерение ширины зеленой метелки в частях:  
*a* – нижней; *б* – средней; *в* – верхней



Рисунок 10 – Измерение ширины сухой метелки в частях:  
*a* – нижней; *б* – средней; *в* – верхней



**Результаты исследований.** Проводились замеры высоты камыша в ближнем, среднем и дальнем краях канала от земли до нижней точки метелки ( $h_1, h_2, h_3$  соответственно) и от земли до верхней точки метелки ( $H_1, H_2, H_3$  соответственно).

Вариация высоты до нижней точки метелки имеет средние значения от 11 до 14 %, что является средней вариацией признака.

При проектировании штанги опрыскивателя принимаем  $h_1 = 160$ ,  $h_2 = 172$  и  $h_3 = 179$  см.

На рисунке 11 представлен график поверхности для  $h_1, h_2, h_3$ .

Полученная поверхность имеет вид  $h_3 = 282,27 + 1,56h_1 - 3,3h_2 - 0,05h_1^2 + 0,08h_{12} - 0,03h_2^2$ .

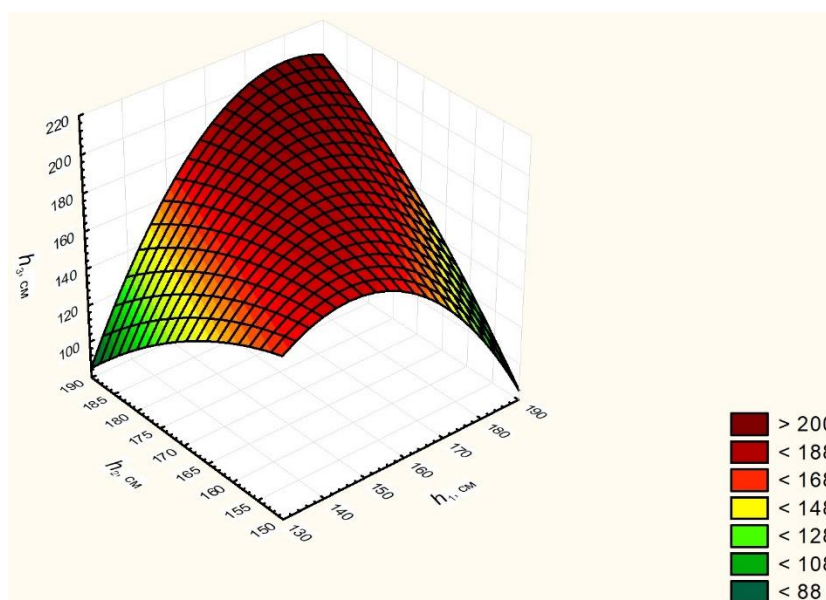


Рисунок 11 – График поверхности для  $h_1, h_2, h_3$

Вариация высоты до верхней точки метелки имеет средние значения от 11 до 13 %, что является средней вариацией признака.

При проектировании штанги опрыскивателя принимаем  $H_1 = 188$ ,  $H_2 = 195$  и  $H_3 = 210$  см.

На рисунке 12 представлен график поверхности для  $H_1, H_2, H_3$ .

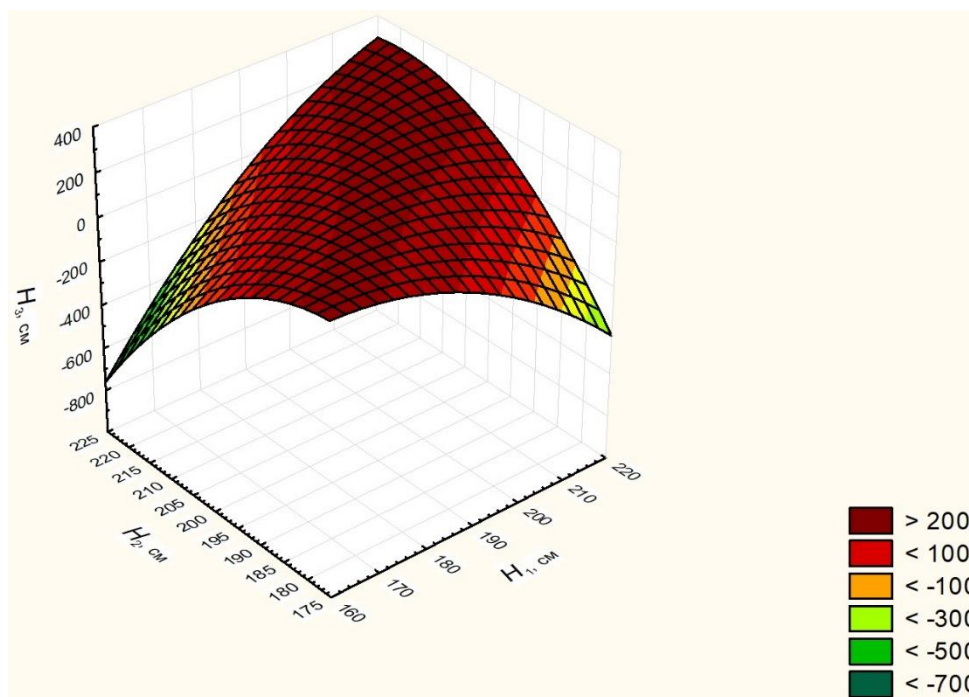


Рисунок 12 – График поверхности для  $H_1, H_2, H_3$

Полученная поверхность имеет вид  $H_3 = 1297,7 - 44,7H_1 + 31H_2 - 0,2H_1^2 + 0,6H_1H_2 - 0,4H_2^2$ .

Полученные обобщенные результаты показаны на рисунке 13.

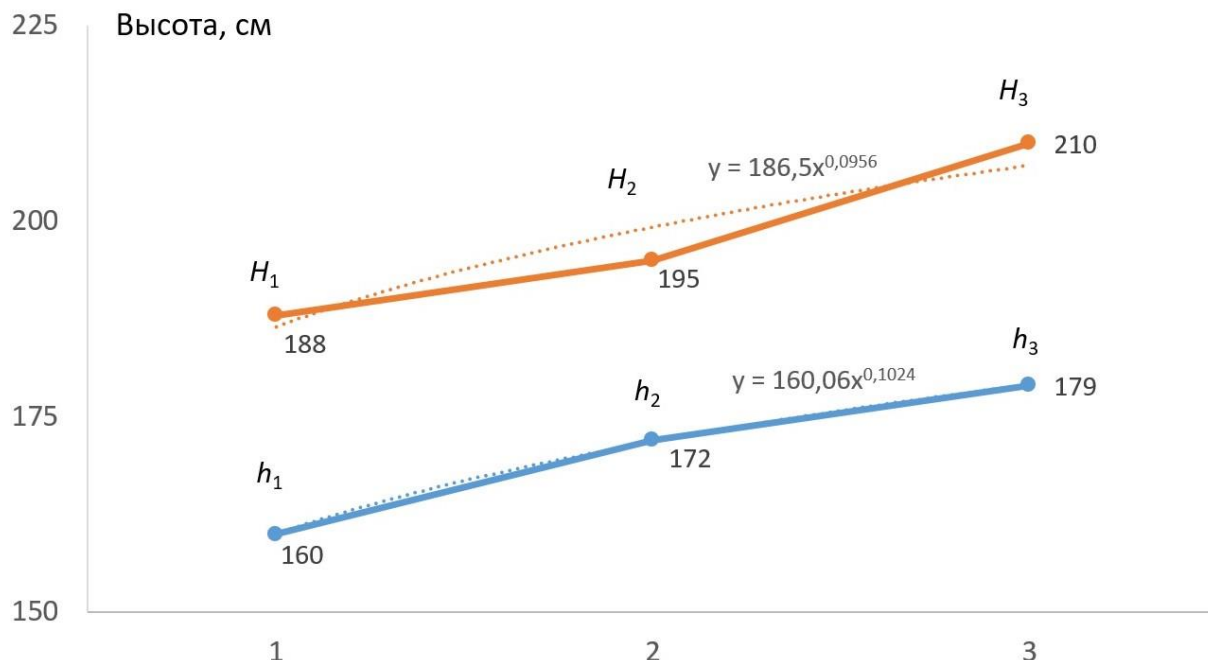


Рисунок 13 – Результаты измерения высоты растений:

1, 2, 3 – соответственно ближний, средний и дальний края канала рисового чека

Уравнение расположения метелок по верхним точкам  $y = 186,5x^{0,0956}$ , по нижним точкам –  $y = 160,06x^{0,1024}$ .

График поверхности для расстояния между метелками ( $z$ ), ширины захвата опрыскивателя ( $x$ ) и количества метелок ( $y$ ) представлен на рисунке 14 и имеет вид  $z = 968,27 - 5,16x + 1,89y + 0,0072x^2 - 0,01xy + 0,01y^2$ .

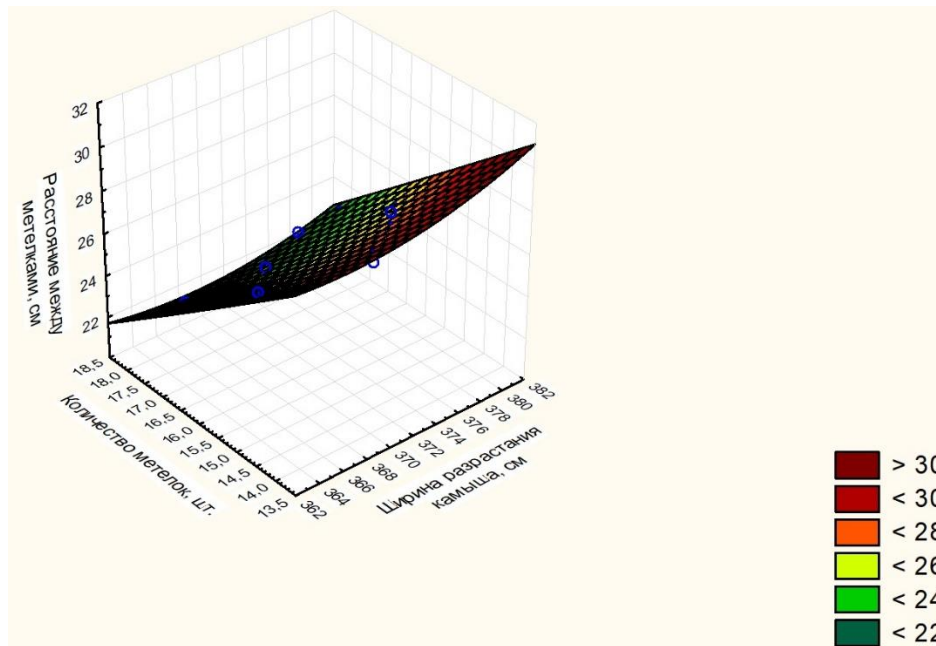


Рисунок 14 – График поверхности

Диаграмма рассеяния для расстояния между метелками ( $y$ ) и ширины разрастания камыша ( $x$ ) представлена на рисунке 15, уравнение которой имеет вид  $y = 63,5 - 0,1x$ .

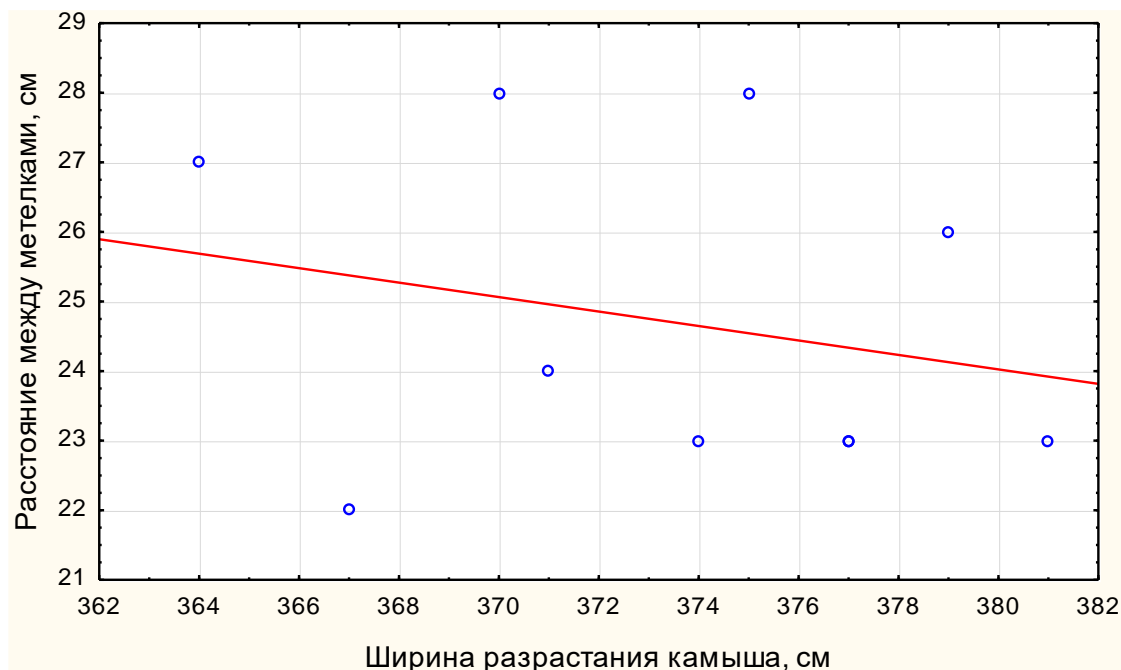


Рисунок 15 – Диаграмма рассеяния

Результаты измерения длины метелок показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Длина метелок

Метелки	Результаты статистической обработки данных				
	среднее, см	стандартное отклонение, см	коэффициент вариации, %	ошибка, см	относит. ошибка, %
11.08.2021					
Влажные	<b>34</b>	5	15	1	2
Сухие	<b>31</b>	4	11	1	3
28.08.2021					
Влажные	<b>42</b>	6	15	1	1

Результаты измерений размерных характеристик метелок показаны в таблице 2 и на рисунке 16. Уравнение поверхности для метелок  $z = -1,92 + 0,18x + 0,74y + 0,11x^2 - 0,08xy - 0,01y^2$ ; сухих  $- z = 9,49 - 4,28x + 0,61y + 0,38x^2 + 0,01xy - 0,01y^2$ .

Таблица 2 – Ширина метелок

Часть метелки	Результаты статистической обработки данных				
	среднее, мм	стандартное отклонение, мм	коэффициент вариации, %	ошибка, мм	относит. ошибка, %
Влажные (11.08.2021)					
Нижняя	<b>4,8</b>	1,1	22,1	0,1	2,4
Средняя	<b>13,4</b>	3,0	22,2	0,3	2,4
Верхняя	<b>4,0</b>	1,3	32,7	0,1	3,6
Влажные (28.08.2021)					
Нижняя	<b>4,2</b>	1,0	24,4	0,1	2,4
Средняя	<b>167,5</b>	69,5	41,5	6,9	4,1
Верхняя	<b>16,8</b>	5,2	31,2	0,5	3,1
Сухие (11.08.2021)					
Нижняя	<b>5,4</b>	1,3	24,6	0,3	5,9
Средняя	<b>29,6</b>	10,4	35,2	2,5	8,4
Верхняя	<b>10,1</b>	2,5	24,7	0,6	5,9

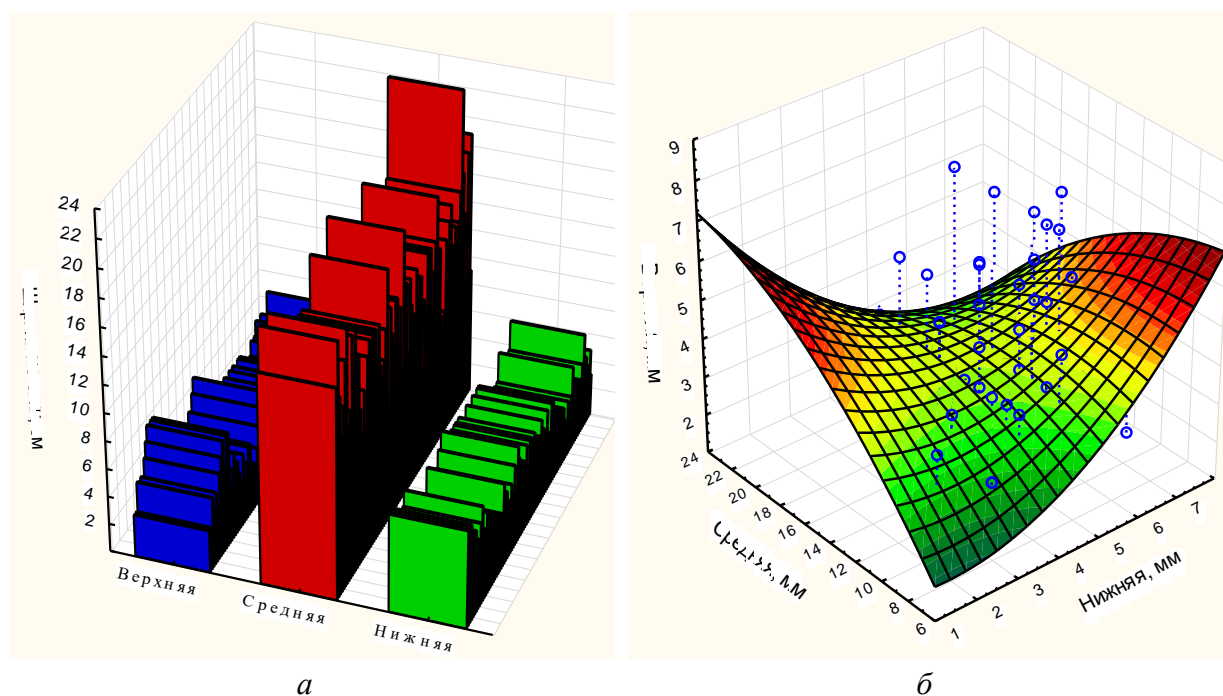


Рисунок 16 – Последовательный график (а) и график поверхностей (б) различных частей зеленых метелок

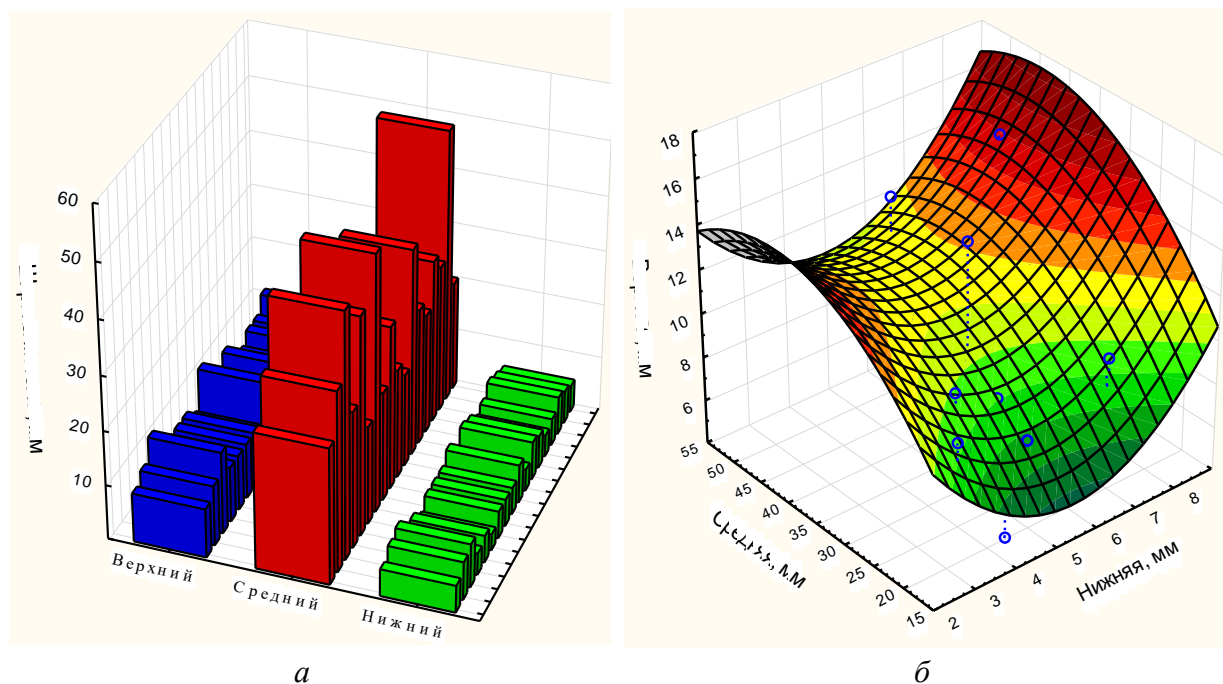


Рисунок 17 – Последовательный график (а) и график поверхностей (б) различных частей сухих метелок

**Выводы.** На основании полевых измерений в рисовой системе Красноармейского района можно выделить следующие показатели:

- расстояние до начала метелки (в вертикальном положении) по ширине захвата штанги опрыскивателя в начале 160 см, в середине 172 см, в конце 179 см;

- расстояние до конца метелки (в вертикальном положении) по ширине захвата штанги опрыскивателя в начале 188 см, в середине 195 см, в конце 210 см;

- по ширине канала распределение камыша – 374 см, число метелок – 17 шт., расстояние между метелками – 25 см;

- длина метелок – 34–42 см (зеленые), 31 см (сухие);

- ширина метелки зеленой в нижней части – 4,2–4,8 мм; средней – 13,4–167,5 мм; верхней – 4,0–16,8 мм;

- ширина метелки сухой в нижней части – 5,4 мм; средней – 29,6 мм; верхней – 10,1 мм.

Уравнение поверхности с учетом высоты от поверхности поля до начала метелки (в вертикальном положении)  $h_3 = 282,27 + 1,56h_1 - 3,3h_2 - 0,05 h_1^2 + 0,08h_1h_2 - 0,03h_2^2$ .

Уравнение поверхности от поверхности поля до конца метелки (в вертикальном положении)  $H_3 = 1297,7 - 44,7H_1 + 31H_2 - 0,2 H_1^2 + 0,6H_1H_2 - 0,4H_2^2$ .

Уравнение поверхности для расстояния между метелками, ширины разрастания камыша в канале и количества метелок по ширине канала имеет вид  $z = 968,27 - 5,16x + 1,89y + 0,0072x^2 - 0,01xy + 0,01y^2$ .

В результате предложена конструкция опрыскивателя для обработки метелок камыша в рисовой оросительной системе, имеющая штангу реализованную с учетом биометрических характеристик камыша (рисунок 18).



Рисунок 18 – Фото предлагаемого опрыскивателя

Для автоматизации регулировки опрыскивателя и локального воздействия на метелку штанга снабжена защитно-камерным устройством, выполненным по форме спирали Архимеда с шагом спирали равным не менее 20 см, смещение центра спирали от оси распыливающего

наконечника по вертикали равно шагу спирали 20 см, а от места крепления распыливающего наконечника до нижней зоны обработки метелок 40 см (рисунок 19). При этом штанга имеет трехмерные сканирующие лазерные оптические дальномерами, цифровые оптико-электронные и ультразвуковые датчики и механизмы подъема и опускания, с определением расстояний от распылителей до верхних и нижних точек метелок по формулам:  $y = 186,5x^{0,0956}$  для верхних точек метелок и  $y=160,06x^{0,1024}$  для нижних точек метелок, где  $y$  – высота камыша, см,  $x$  – ширина полосы разрастания камыша, см.

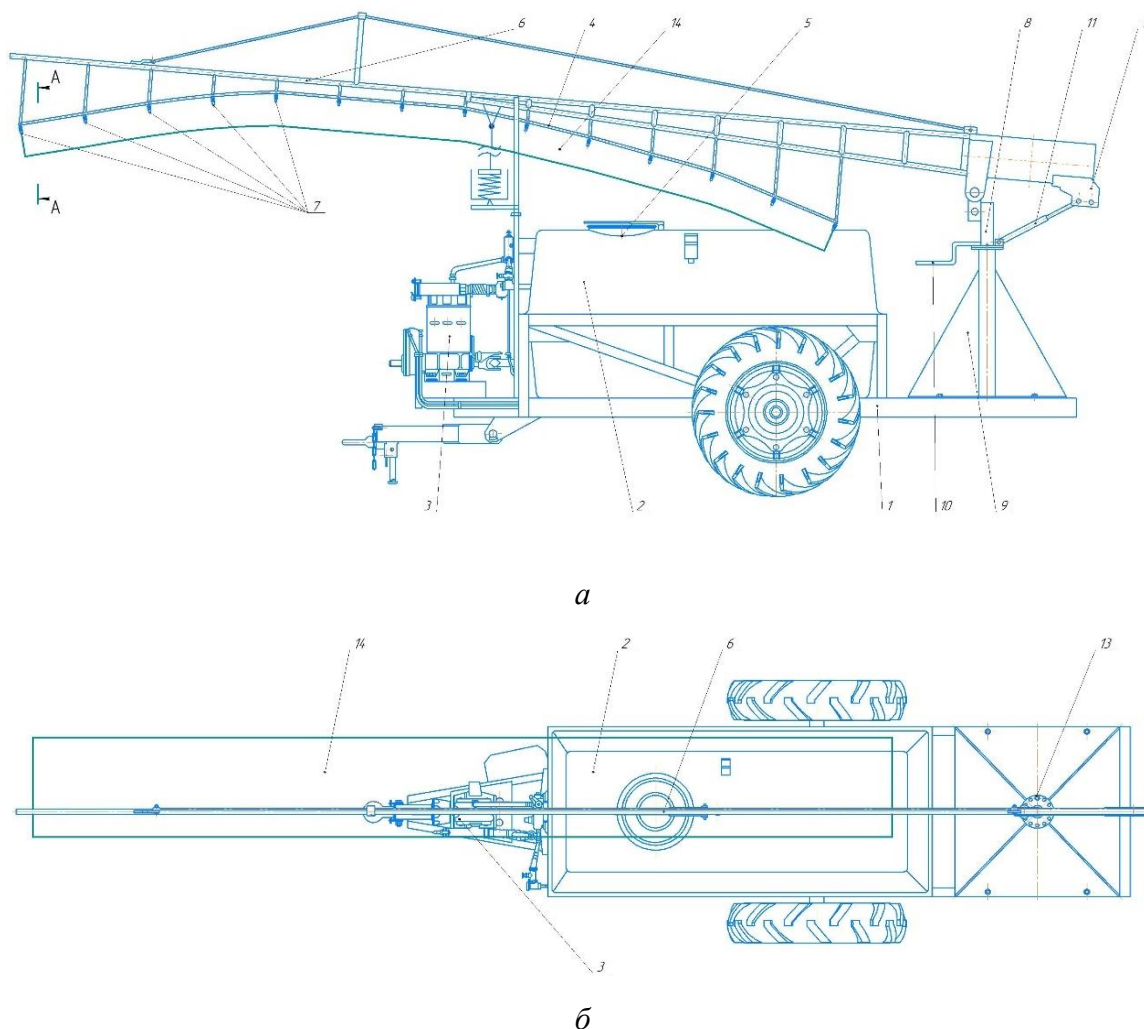


Рисунок 19 – Опрыскиватель: *а* – вид слева; *б* – вид сверху; 1 – рама; 2 – емкость; 3 – насос; 4 – коммуникации; 5 – очистка; 6 – штанга; 7 – распылители; 8 – стойка; 9 – опора; 10 – рукоятка; 11 – гидроцилиндр; 12 – фланец; 13 – палец; 14 – защитно-камерное устройство



**Библиографический список**

1. 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.

2. Труфляк Е.В. Опрыскиватель для борьбы с камышом в рисовых чеках / Труфляк Е.В., Шутка В.М. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №10(104). – IDA [article ID]: 1041410134. – Режим доступа:<http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/134.pdf>, 1,000 у.п.л.

**References**

1. Tochnoe sel'skoe hozjajstvo : uchebnik dlja VO / E. V. Trufljak, N. Ju. Kurchenko, A. A. Tenekov, V. V. Jakushev [i dr.] ; pod red. E. V. Trufljaka. – Sankt-Peterburg : Lan', 2021. – 512 s.

2. Trufljak E.V. Opryskivatel' dlja bor'by s kamyshom v risovyh chekah / Trufljak E.V., Shutka V.M. // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj re-surs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №10(104). – IDA [article ID]: 1041410134. – Rezhim dostupa:<http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/134.pdf>, 1,000 u.p.l.