Результаты экспериментальных исследований сеялки для рядового посева СЗД-4,0

Сергей Иванович Камбулов¹,
доктор технических наук, доцент,
главный научный сотрудник;
Галина Геннадьевна Пархоменко¹,
кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник;

Игорь Владимирович Божко¹,
кандидат технических наук,
младший научный сотрудник,
e-mail: i.v.bozhko@mail.ru;
Андрей Александрович Бойко²,
старший преподаватель

¹Аграрный научный центр «Донской», г. Зерноград, Российская Федерация;

²Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Реферат. Посевные агрегаты считаются наиболее сложными сельскохозяйственными машинами, так как они выполняют много операций – как последовательно, так и одновременно. При этом сельхозтоваропроизводители заинтересованы в безупречной работе агрегатов. Для качественного выполнения технологических операций и улучшения энергетических показателей сеялок важно хорошо знать и совершенствовать их конструкцию. (*Цель исследования*) Определить основные агротехнические и энергетические показатели сеялки для рядового посева СЗД-4,0. (*Материалы и методы*) Экспериментальные исследования сеялки СЗД-4,0 провели на посеве озимой пшеницы при влажности почвы 8,4-29,7 процента в слое 5-10 сантиметров, твердость почвы – 0,8-2,0 мегапаскаля, глубина взрыхленного слоя по фракциям 0-10 сантиметров составила 48,0-53,2 процента. Энергетическую оценку осуществляли на трех скоростных режимах в агрегате с трактором МТЗ-80, оборудованным динамометром и измерительной регистрирующей системой. (*Результаты и обсуждение*) Выявили основные агротехнические показатели сеялки: среднюю глубину заделки семян при максимальном, минимальном и оптимальном заглублении сошников, количественную долю семян, заделанных на заданную глубину, высоту гребней после прохода агрегата, число всходов и относительную полевую всхожесть. Изучили основные энергетические показатели: тяговое сопротивление сеялки, потребляемую мощность агрегата, мощность, затраченную на преодоление тягового сопротивления машины, удельные энергозатраты агрегата, удельный расход топлива за время основной работы, удельное тяговое сопротивление. (*Выводы*) Подтвердили, что при скорости движения агрегата 9,5-13,5 километра в час рабочие органы сеялки обеспечили необходимую глубину заделки семян, фактическая норма высева и количественная доля семян заделанных в слое, соответствуют агротребованиям. Определили оптимальный режим работы: со скоростью 12,04 километра в час, при глубине хода сошников 54,6 миллиметра и при загрузке двигателя энергосредства на 76 процентов. **Ключевые слова:** агротехнические и энергетические показатели, экспериментальные исследования, сеялка зернотуковая дисковая, рядовой посев.

■ **Для цитирования:** Камбулов С.И., Пархоменко Г.Г., Божко И.В., Бойко А.А. Результаты экспериментальных исследований сеялки для рядового посева СЗД-4,0 // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2020. Т. 14. №2. С. 41-45. DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-2-41-45.

Results of Experimental Studies of the Seed Drill for Row Sowing SZD-4.0

Sergey I. Kambulov¹,
Dr.Sc.(Eng.), associate professor, chief researcher;
Galina G. Parkhomenko¹,
Ph.D.(Eng.), leading researcher;

Igor V. Bozhko¹,
Ph.D.(Eng.), junior researcher,
e-mail: i.v.bozhko@mail.ru;
Andrey A. Boyko²,
senior lecturer

¹Agricultural Research Center «Donskoy», Zernograd, Russian Federation;

²Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract. Sowing units are considered to be the most complex agricultural machines, as they perform many operations - both sequentially and simultaneously. At the same time, agricultural producers are interested in the high-quality operation of the units. For the high-quality execution of technological operations and the improvement of energy indicators, seeders it is important to know and improve their design. (*Research purpose*) To determine the main agrotechnical and energy indicators of the seed drill for

row sowing of SZD-4.0. (*Materials and methods*) Experimental studies of the SZD-4.0 seed drill were carried out on winter wheat sowing at a soil moisture content of 8.4-29.7 percent in a layer of 5-10 centimeters, a soil hardness of 0.8-2.0 megapascals, the depth of a loosened layer fractions of 0-10 centimeters amounted to 48.0-53.2 percent. Energy assessment was carried out at three speed modes in an aggregate with an MTZ-80 tractor equipped with a dynamometer and a measuring recording system. (*Results and discussion*) The main agrotechnical indicators of the seeder were revealed: the average depth of seed placement at the maximum, minimum and optimal depth of the coulters, the quantitative proportion of seeds planted at a specified depth, the height of the ridges after the passage of the unit, the number of seedlings and relative field germination. The authors studied the main energy indicators: the traction resistance of the seeder, the power consumption of the unit, the power spent on overcoming the traction resistance of the machine, the specific energy consumption of the unit, the specific fuel consumption during the main operation, the specific traction resistance. (*Conclusions*) It was confirmed that when the speed of the unit was 9.5-13.5 kilometers per hour, the working bodies of the seeder provided the depth of seed placement, the actual seeding rate, and the quantitative proportion of seeds planted in the layer corresponding to agricultural requirements. They determined the optimal mode of operation: at a speed of 12.04 kilometers per hour, with a coulter depth of 54.6 millimeters and when loading the engine of an energy facility by 76 percent.

Keywords: agrotechnical and energy indicators, experimental studies, grain-fertilizer disk seeder, row sowing.

■ **For citation:** Kambulov S.I., Parkhomenko G.G., Bozhko I.V., Boyko A.A. Rezul'taty eksperimental'nykh issledovaniy seyalki dlya ryadovogo poseva SZD-4,0 [Results of experimental studies of the seed drill for row sowing SZD-4.0]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2020. Vol. 14. N2. 41-45 (In Russian). DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-2-41-45.

Технологии возделывания сельхозкультур предусматривают меры, связанные с улучшением плодородия почвы и повышением урожайности, например путем применения органических и минеральных удобрений [1]. Поэтому при разработке конструкции сеялок учитывают возможность внесения удобрений, а также мульчирования поверхности почвы пожнивными остатками [2].

Посевные агрегаты считаются наиболее сложными сельскохозяйственными машинами. Они выполняют много операций – как последовательно, так и одновременно:

- отбор семян высевающим аппаратом из бункера;
- формирование семенного потока на выходе из высевающего аппарата;
- транспортирование семян по семяпроводу к сошнику;
- формирование посевной борозды;
- укладка и распределение семян по борозде;
- заделка семян специальными рабочими органами, сошниками (дискового или долотообразного типа);
- выравнивание и мульчирование поверхности поля.

Каждая операция влияет на качество выполнения технологического процесса в целом. Высокая урожайность достигается при оптимальном сочетании числа растений на единице площади и продуктивности одного растения, то есть все сводится к оптимизации величины и конфигурации площади питания. Таким образом, равномерность высева семян – один из основных показателей качества работы посевных агрегатов. Увеличение урожайности обусловлено тем, насколько эффективно корневая система культур способна использовать питательные вещества, расположенные в различных горизонтах почвы [3]. В связи с

этим необходимо вносить удобрения ниже уровня заделки семян.

Качественный посев характеризуется двумя составляющими: равномерным распределением посевного материала по площади питания и глубине заделки; внесением минеральных удобрений ниже уровня семян основной культуры [4]. В целях повышения эффективности аграрии отдают предпочтение универсальным сеялкам, совмещающим посев с внесением удобрений [5, 6].

Недостаточное количество сельхозтехники сдерживает развитие механизированных технологий [7]. А имеющиеся посевные машины не всегда удовлетворяют требованиям равномерности высева семян между сошниками сеялки и постоянства глубины заделки семян. Для качественного выполнения технологических операций и улучшения энергетических показателей сеялок важно хорошо знать и совершенствовать их конструкцию [8].

Энергосбережение зависит как от показателей работанной машины, так и от правильно подобранного трактора [9].

Анализ исследований, направленных на создание рабочих органов для рядового посева зерновых культур, выявил необходимость предварительного изучения профиля поверхности поля и свойств обрабатываемой среды [10].

Физико-механические параметры почвы из всех свойств обрабатываемой среды оказывают наибольшее влияние на энергетические показатели машин. Так, при определенном диапазоне влажности почвы в пределах, допускаемых агротехническими требованиями, наблюдается существенное снижение тягового сопротивления рабочих органов, а значит и энергозатрат на выполнение технологического процесса [11].

Учитывая свойства обрабатываемой среды, при раз-

работке конструкции сеялки не следует пренебрегать тем, что посевной материал также обладает вариабельностью. Известны методики определения и учета факторов, влияющих на процесс высева при использовании семян различных культур с разными физико-механическими свойствами, а также семян с удобрениями. что необходимо для оценки качества выполнения технологического процесса [12, 13]. Для создания универсальной системы контроля высева семян различных культур применяют унифицированные датчики [14-15].

Цель исследования – определить основные агротехнические и энергетические показатели сеялки для рядового посева СЗД-4,0.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Сеялка зернотуковая дисковая СЗД-4,0 разработана в Аграрном научном центре «Донской», в структурном подразделении СКНИИМЭСХ (рисунок). Она предназначена для рядового посева семян зерновых и зернобобовых культур с одновременным внесением удобрений и прикатыванием почвы в засеянных рядах. Машина агрегируется с тракторами класса тяги 1,4 – в односеялочном агрегате и класса 3-5 – в широкозахватных многосеялочных агрегатах с гидрофицированными сцепками.

Экспериментальные исследования сеялки СЗД-4,0 в агрегате с трактором МТЗ-80 провели на посеве озимой пшеницы при влажности почвы 8,4-29,7% в слое 5-10 см, твердости почвы 0,8-2,0 МПа. Глубина взрыхленного слоя по фракциям 0-10 см составила 48-53,2%.

Энергетическую оценку осуществляли на трех скоростных режимах в агрегате с трактором МТЗ-80, оборудованным динамометром и измерительной ре-

Рис. Сеялка зернотуковая дисковая СЗД-4,0

Fig. Grain fertilizer disk seeder SZD-4.0

гистрирующей системой.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. Анализ агротехнических показателей сеялки для рядового посева СЗД-4,0 позволил установить, что при скорости движения 9,5-13,5 км/ч машина обеспечила высева семян в пределах 195,1-198,8 кг/га при норме в 200 кг/га (табл. 1). Средняя глубина заделки семян при максимальном заглублении сошников составила 73,1-77,0 мм, а при минимальном – 39,9-42,4 мм.

Доля семян, заделанных на заданную глубину, равна 80,1-83,3%. При этом семян, не заделанных в почву, не обнаружено. Высота гребней после прохода агрегата – 2,3-2,8 см. Относительная полевая всхожесть семян – 77,0-81,2%. Кроме того, изучили основные энергетические показатели (табл. 2).

Тяговое усилие, затраченное на преодоление сопротивления сеялки, составило 6330-7590 Н при глубине хода однодисковых сошников 53,6-55,0 мм и ско-

Таблица 1

Table 1

ОСНОВНЫЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕЯЛКИ ДЛЯ РЯДОВОГО ПОСЕВА СЗД-4,0
THE MAIN AGROTECHNICAL INDICATORS OF THE SEEDER FOR ROW SOWING SZD-4.0

Показатели / Indicators	Значение / Value		
Скорость движения агрегата, км/ч The speed of the machine, km/h	9,5	12,04	13,5
Норма высева семян, кг/га / Seeding rate, kg/ha: заданная / given фактическая / actual	200,0 198,8	200,0 197,0	200,0 195,1
Средняя глубина заделки семян при максимальном заглублении сошников, мм Average depth of seeding at maximum depth of coulters, mm	77,0	75,3	73,1
Средняя глубина заделки семян при минимальном заглублении сошников, мм Average depth of seeding with minimum depth of coulters, mm	42,4	41,0	39,9
Глубина заделки семян при оптимальном заглублении сошников, мм: Depth of seeding at optimal depth of coulters, mm: установочная глубина/ installation depth, mm средняя глубина, мм / average depth, mm стандартное отклонение, ±мм / standard deviation, ±mm коэффициент вариации, % /coefficient of variation, %	60,0 55,0 7,5 13,6	60,0 54,6 7,6 13,8	60,0 53,6 7,8 14,6
Доля семян, заделанных на заданную глубину, % The quantitative proportion of seeds planted at a specified depth, %	80,1	82,9	83,3
Высота гребней после прохода агрегата, см The height of the ridges after the passage of the unit, cm	2,8	2,5	2,3
Число всходов, шт./м ² The number of seedlings, pcs./m ²	359,1	340,8	334,3
Относительная полевая всхожесть, % Relative field germination, %	81,2	77,7	77,0

Таблица 2
Table 2
ОСНОВНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕЯЛКИ ДЛЯ РЯДОВОГО ПОСЕВА СЗД-4,0
THE MAIN ENERGY INDICATORS OF THE SEEDER FOR ROW SOWING SZD-4.0

Показатели / Indicators	Значение / Value		
Скорость движения агрегата, км/ч The speed of the machine, km/h	9,5	12,04	13,5
Глубина хода сошников, мм Depth of coulter, mm	55,0	54,6	53,6
Производительность за время основной работы, га/ч Productivity during the main work, ha/h	4,18	4,82	5,40
Расход топлива за время основной работы, кг/ч Fuel consumption during the main work, kg/h	9,4	11,1	12,55
Энергетические показатели / Energy performance:			
тяговое сопротивление сеялки, Н / seeder traction resistance, N	6333,0	7020,0	7590,0
мощность, затраченная на преодоление тягового сопротивления машины, кВт power spent to overcome the traction resistance of the machine, kW	18,37	23,48	28,48
потребляемая мощность агрегата, кВт / power consumption of the unit, kW	35,00	42,50	50,50
удельные энергозатраты агрегата / unit specific energy consumption:			
кВт·ч/га / kW·h/ha	8,37	8,82	9,35
МДж/га / MJ/ha	30,14	31,74	33,67
удельный расход топлива за время основной работы, кг/га specific fuel consumption during the main work, kg/ha	2,25	2,30	2,32
удельное тяговое сопротивление, Н/м / specific traction resistance, N/m	158,00	175,00	190,00
Коэффициент использования эксплуатационной мощности двигателя трактора / Tractor engine operating power utilization factor	0,60	0,76	0,91
Буксование движителей энергосредства, % / Power unit propulsions slipping, %	6,10	9,20	12,36

рости движения 9,5-13,5 км/ч. Мощность, затраченная машиной на выполнение технологического процесса, увеличилась с 18,37 до 28,48 кВт, что соответствует 35-51% от эксплуатационной мощности двигателя трактора. При данных режимах работы общая мощность, потребляемая агрегатом МТЗ-80 + СЗД-4,0, изменялась от 35 до 50,5 кВт, мощность двигателя трактора использовалась на 60-91% при изменении буксования движителей мобильного энергосредства от 6,1 до 12,36%.

Удельные показатели с увеличением скорости движения возрастали: энергозатраты – с 8,37 до 9,35 кВт·ч/га, расход топлива за время основной работы – с 2,25 до 2,32 кг/ч, тяговое сопротивление агрегата – с 158 до 190 Н/м. По результатам энергетической оценки оп-

тимальный режим работы достигается при скорости 12,04 км/ч, глубине хода сошников 54,6 мм и загрузке двигателя мобильного энергосредства на 76%.

Выводы. При скорости движения агрегата 9,5-13,5 км/ч рабочие органы сеялки обеспечили глубину заделки семян 73,1-77,0 мм, фактическую норму высева 195,1-198,8 кг/га, количественную долю семян, заделанных в слое, 80,1-83,3%, что соответствует агротехническим требованиям. Результаты энергетической оценки свидетельствуют о том, что сеялка зернотуковая дисковая для рядового посева СЗД-4,0 в агрегате с трактором МТЗ-80 обеспечивает надежное выполнение технологического процесса на посеве озимой пшеницы в диапазоне скоростных режимов 9-15 км/ч с загрузкой двигателя энергосредства на 76%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Yang X., Chen X., Yang X. Phosphorus release kinetics and solubility capacity of phosphorus fractionation induced by organic acids from a black soil in Northeast China. *Canadian Journal of Soil Science*. 2019. Vol. 99. N1. 92-99.
2. Демчук Е.В., Сабиев У.К., Мяло В.В., Чупин П.В., Коваль В.С. Результаты лабораторных исследований сошника для разноуровневого высева семян и внесения удобрений // *Тракторы и сельскохозяйственные машины*. 2019. N3. С. 12-18.
3. Pryshliak V. Investigation of machines for soil processing and sowing bioenergetic crops under conditions of changeable relief. *Mechanization in Agriculture & Conserving of the Resources*. 2017. Iss. 2. 82-86.
4. Aduov M.A., Kapov S.N., Nukusheva S.A., Kaspakov E.Zh., Volodya K., Seifullin S. The results of the laboratory and field tests of seeders with combined ploughshares. *Mechanization in Agriculture & Conserving of the Resources*. 2017. Iss. 2. 60-63.
5. Aduov M.A., Nukusheva S.A., Kaspakov E.Z., Isenov K.G., Volodya K., Tulegenov T.K. Development of pneumatic seeder for sowing grain crops. *Mechanization in Agriculture & Conserving of the Resources*. 2019. Iss. 1. 25-26.
6. Mitev G.V., Bratov K. Experimental study of strip till machine. *Mechanization in Agriculture & Conserving of the Resources*. 2017. Iss. 1. 21-25.
7. Коротченко В.М., Личман Г.И., Смирнов И.Г. Цифровизация технологических процессов в растениеводстве России // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2019. T. 13. N1. С. 14-20.
8. Melnic I., Scler P. Theoretical research of tractive resistance of rotary type seeders. *Mechanization in Agriculture & Conserving of the Resources*. 2019. Iss. 3. 85-87.

9. Ranjbarian S., Askari M., Jannatkah J. Performance of tractor and tillage implements in clay soil. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2017. 16. 154-162.

10. Xudoyberdiyev T.S., Igamberdiyev A.K., Muradov R.X. Substantiation of parameters of knife spade of the seeder. *European Science Review*. 2017. Iss. 1-2. 242-244.

11. Jebur H.A., Alsayyah Y.A.A. The effect of soil moisture content on the energy requirement and fuel consumption of the machinery unit. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*. 2016. 5(10). 261-266.

12. Зубрилина Е.М., Маркво И.А., Журавлев А.С., Новиков В.И., Нерода Е.В. Метод обобщенной оценки при выборе факторов и уровней их варьирования в многофакторном исследовании высевальных аппаратов // *Сельскохозяйственные*

машины и технологии. 2019. Т. 13. N4. С. 65-70.

13. Aduov M.D., Nukusheva S.A., Kaspakov E., Isenov K.G., Volodya K.M., Tulegenov T.K. Substantiation of constructive parameters of the seeding machine for sowing of non flowing grass seeds. *Mechanization in Agriculture & Conserving of the Resources*. 2019. Iss. 2. 50-52.

14. Завражнов А.И., Лобачевский Я.П., Пустоваров Н.Ю. Разработка и обоснование параметров емкостного датчика высева семян пропашных культур // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2019. Т. 13. N2. С. 4-9.

15. Ахалая Б.Х., Ценч Ю.С., Квас С.А. Технология комбинированного способа посева и высевальные аппараты для его осуществления. Вестник ВИЭСХ. 2018. № 4 (33). С. 61-65

REFERENCES

1. Yang X., Chen X., Yang X. Phosphorus release kinetics and solubility capacity of phosphorus fractionation induced by organic acids from a black soil in Northeast China. *Canadian Journal of Soil Science*. 2019; Vol. 99, N1. 92-99 (In English).

2. Demchuk E.V., Sabiev U.K., Myalo V.V., Chupin P.V., Koval' V.S. Re-zul'taty laboratornykh issledovaniy soshnika dlya raznouravnogo vyseva semyan i vneseniya udobrenii [The results of laboratory tests of the coulter for multilevel sowing of seeds and fertilizing]. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2019. 3. 12-18 (in Russian).

3. Pryshliak V. Investigation of machines for soil processing and sowing bioenergetic crops under conditions of changeable relief. *Mechanization in Agriculture*. 2017. YEAR LXIII. Iss. 2. 82-86 (In English).

4. Aduov M.A., Kapov S.N., Nukusheva S.A., Kaspakov E.Zh., Volodya K., Seifullin S. The results of the laboratory and field tests of seeders with combined ploughshares. *Mechanization in Agriculture*. 2017. YEAR LXIII. Iss. 2. 60-63 (In English).

5. Aduov M.A., Nukusheva S.A., Kaspakov E.Z., Isenov K.G., Volodya K., Tulegenov T.K. Development of pneumatic seeder for sowing grain crops. *Mechanization in Agriculture & Conserving of the Resources*. 2019. YEAR LXV. Iss. 1. 25-26 (In English).

6. Mitev G.V., Bratov K. Experimental study of strip till machine. *Mechanization in Agriculture*. 2017. YEAR LXIII. Iss. 1. 21-25 (In English).

7. Korotchenya V.M., Lichman G.I., Smirnov I.G. Tsifrovizatsiya tekhnologicheskikh protsessov v rastenievodstve Rossii [Digitalization of technological processes in crop production in Russia]. *Sel'skokhozyaistvennye mashiny i tekhnologii*. 2019. Vol. 13. N1. 14-20 (in Russian).

8. Melnic I., Sclar P. Theoretical research of tractive resistance of rotary type seeders. *Mechanization in Agriculture & Conserving of the Resources*. 2019. Iss. 3. 85-87 (In English).

9. Ranjbarian S., Askari M., Jannatkah J. Performance of tractor and tillage implements in clay soil. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2017. 16. 154-162 (In English).

10. Xudoyberdiyev T.S., Igamberdiyev A.K., Muradov R.X. Substantiation of parameters of knife spade of the seeder. *European Science Review*. 2017. Iss. 1-2. 242-244 (in English).

11. Jebur H.A., Alsayyah Y.A.A. The effect of soil moisture content on the energy requirement and fuel consumption of the machinery unit. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*. 2016. 5(10). 261-266 (In English).

12. Zubrilina E.M., Markvo I.A., Zhuravlev A.S., Novikov V.I., Neroda E.V. Metod obobshchennoi otsenki pri vybore faktorov i urovnei ikh var'irovaniya v mnogofaktornom issledovanii vysevalyushchikh apparatov [The method of generalized assessment when choosing factors and their variation levels in a multivariate study of sowing devices]. *Sel'skokhozyaistvennye mashiny i tekhnologii*. 2019. Vol. 13. N4. 65-70 (In Russian).

13. Aduov M.D., Nukusheva S.A., Kaspakov E., Isenov K.G., Volodya K.M., Tulegenov T.K. Substantiation of constructive parameters of the seeding machine for sowing of non flowing grass seeds. *Mechanization in Agriculture & Conserving of the Resources*. 2019. Iss. 2. 50-52 (in English).

14. Zavrazhnov A.I., Lobachevskiy Ya.P., Pustovarov N.Yu. Razrabotka i obosnovanie parametrov emkostnogo datchika vyseva semyan propashnykh kul'tur [Development and justification of parameters of a capacitive sensor for sowing seeds of row crops]. *Sel'skokhozyaistvennye mashiny i tekhnologii*. 2019. Vol. 13. N2. 4-9 (In Russian).

15. Akhalaya B.Kh., Tsench Yu.S., Kvas S.A. Tekhnologiya kombinirovannogo sposoba poseva i vysevalyushchie apparaty dlya ego osushchestvleniya [Technology of combined sowing method and sowing machines for its implementation]. *Vestnik VIESH*. 2018. 4(33). 61-65 (In Russian).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

**Статья поступила в редакцию 03.02.2020
The paper was submitted
to the Editorial Office on 03.02.2020**

**Статья принята к публикации 29.05.2020
The paper was accepted
for publication on 29.05.2020**