



## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОВРЕЖДЕНИЯ СЕМЯН МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР ДИСКОВЫМ ВЫСЕВАЮЩИМ АППАРАТОМ

**В. А. Овчинников**

*ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва» (г. Саранск, Россия)*

*ovchinnikovv81@rambler.ru*

*Введение.* В связи с увеличением поголовья крупного рогатого скота остро встает вопрос производства высококачественных кормов. В последнее время в сельских хозяйствах все больше посевных площадей выделяются под кормовые культуры. Однако данная мера не способна решить проблему без увеличения урожайности возделываемых культур. Для обеспечения их максимальной продуктивности необходимо качественное дозирование семенного материала при посеве. Это особенно актуально при посеве мелкосеменных культур, нормы высева которых незначительны. Равномерное распределение небольших по размеру семян по площади питания без травмирования семенного материала сопряжено с определенными трудностями. В связи с этим целью данной работы является построение математической модели, описывающей процесс повреждения семян в зависимости от конструктивных и кинематических параметров дискового высевающего аппарата.

*Материалы и методы.* На кафедре сельскохозяйственных машин имени профессора А. И. Лещанкина ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва» на основании предварительных экспериментальных данных была разработана конструкция высевающего аппарата с вертикальным ячеистым диском с целью, повышения точности распределения семян мелкосеменных культур с минимальным их повреждением.

*Результаты исследования.* В результате обработки полученных данных было определено значение целевой функции и построено уравнение регрессии, описывающее процесс повреждения семян дисковым высевающим аппаратом, в зависимости от его конструктивных и кинематических параметров. Для построения математической модели оценки влияния отдельных факторов (а также их взаимодействия) на степень повреждения посевного материала был проведен многофакторный эксперимент. Полученные данные обрабатывались с помощью программы «Statistica-6».

*Обсуждение и заключения.* Для снижения уровня повреждения семян мелкосеменных культур разработанным дисковым высевающим аппаратом необходимо использовать диски с максимально возможным количеством ячеек, а угол установки отражателя семян не должен превышать 15°.

**Ключевые слова:** посев, мелкосеменная культура, травмирование семенного материала, равномерность распределения, отражатель семян, ячейка, высевающий аппарат, кинематический параметр, конструктивный параметр

**Для цитирования:** Овчинников В. А. Результаты исследований повреждения семян мелкосеменных культур дисковым высевающим аппаратом // Вестник Мордовского университета. 2017. Т. 27, № 2. С. 190–197. DOI: 10.15507/0236-2910.027.201702.190-197



## RESULTS OF THE STUDY OF DAMAGE TO SMALL SEEDS FROM THE DISK SOWING APPARATUS

**V. A. Ovchinnikov**

*National Research Mordovia State University (Saransk, Russia)*

*ovchinnikovv81@rambler.ru*

*Introduction.* Meeting the needs of livestock feed is associated with an increase in planting acreages and increase in yield of forage crops. To ensure their maximum productivity, it is necessary to perform a high quality dosing of the seed material during sowing. This is especially significant when providing small rates of seeding small-seeded crops. Due to the small size of the seed, it is very difficult to distribute them on the feeding area without damaging.

*Materials and Methods.* The members of the Prof. Leshchankin Chair of Agricultural Machines of the National Research Mordovia State University developed a disk device for sowing small-seeded crops to ensure more uniform distribution of seed with minimum of damage.

*Results.* The authors determined the values of the objective function and built the regression equation describing the process of damage of the sowing apparatus, depending on design options.

*Discussion and Conclusions.* For reducing damage to seed of small-seeded crops from the developed disk sowing apparatus, it is necessary to use disks with the maximum possible number of cells and the angle of the seeds reflector should not exceed 15°.

**Keywords:** sowing, small-seeded crops, damage to seeds, uniform distribution, seeds reflector, cell, sowing apparatus, cinematic option, design option

**For citation:** Ovchinnikov V. A. Results of the study of damage to small seeds from the disk sowing apparatus. *Vestnik Mordovskogo universiteta* = Mordovia University Bulletin. 2017; 2(27):190-197. DOI: 10.15507/0236-2910.027.201702.190-197

### Введение

В настоящее время большое внимание уделяется возделыванию мелкосеменных культур, семена которых используются для получения масел, широко применяемых в металлургической, лакокрасочной, текстильной и пищевой промышленности. Не менее важно, что мелкосеменные культуры применяются также в сельскохозяйственном производстве в качестве кормовых.

Одной из важнейших операций при возделывании сельскохозяйственных культур является посев, поскольку от него во многом зависит качество и количество будущего урожая [1]. Данное положение особенно актуально при посеве мелкосеменных культур, физико-механические свойства семян которых обуславливают повышенные требования к высевальным аппаратам посевных машин [2].

Качественное дозирование семенного материала обеспечивает повышение полевой всхожести семян и оптимальное размещение растений по площади питания.

Наряду с повышением равномерности распределения семян особое внимание уделяется снижению уровня травмирования семенного материала, поскольку урожай травмированных семян снижается.

В связи с этим целью данной работы является построение математической модели, описывающей процесс повреждения семян в зависимости от конструктивных и кинематических параметров дискового высевального аппарата.

### Обзор литературы

Анализ технологического процесса работы, серийно выпускаемых посевных машин, а также научной литературы по исследуемой тематике показал,

что высевальные аппараты не в полной мере соответствуют агротехническим требованиям, предъявляемым к посеву мелкосеменных культур [1]. Основными их недостатками являются сложность регулировки малых норм посева, соблюдение необходимой равномерности распределения и повышенное травмирование семян. Как показывают результаты лабораторно-полевых исследований, при посеве люцерны сеялкой СЗТ-3,6, травмирование семян доходит до 3 %, что снижает их полевую всхожесть до 53 %. Вместе с тем снижение травмирования семян положительно сказывается на их всхожести (согласно результатам аналогичных исследований, данный показатель увеличился до 67 %) [3].

Вопросами совершенствования высевальных аппаратов для мелкосеменных культур занимались многие исследователи. Большинство из них склоняется к тому, что наиболее перспективными дозаторами в данном случае являются дисковые высевальные аппараты с горизонтальной осью вращения, которые отличаются повышенной точностью распределения семенного материала и имеют резерв снижения их травмирования.

Например, в работе Н. П. Ларюшина рассматривается проблема повышения равномерности распределения семян лука (чернушки) ячеисто-дисковым высевальным аппаратом [4]. А. А. Шварц предлагает высевальный аппарат с вертикальным диском для по-

сева семян рапса [5]. Результаты исследований заполняемости ячеек и дробления семян в зависимости от конструктивных и кинематических параметров высевального аппарата подтверждают правильность выбранных решений. А. С. Фирсов в своей статье отражает вопросы развития дисковых высевальных аппаратов как наиболее перспективных для мелкосеменных культур и предлагает лабораторную установку для определения параметров их работы [6].

#### Материалы и методы

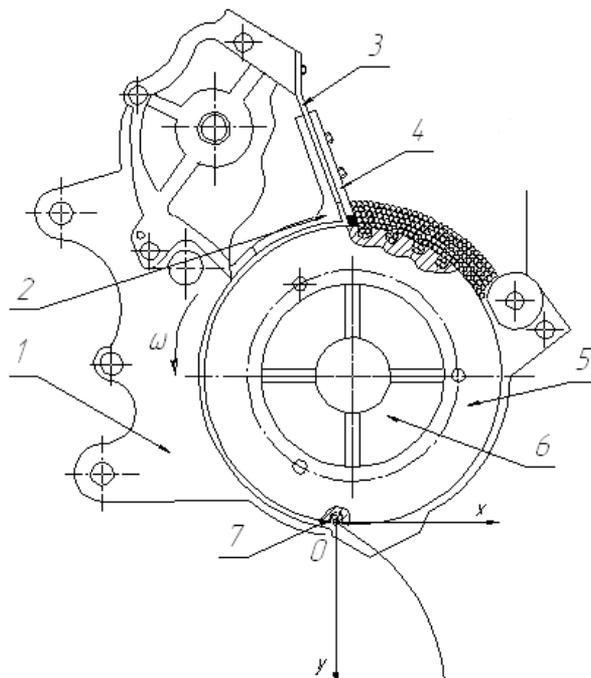
На основании вышеизложенного в ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва» на кафедре сельскохозяйственных машин имени профессора А. И. Лещанкина был разработан дисковый высевальный аппарат (рис. 1) для посева мелкосеменных культур. Новизна данного технического решения подтверждена патентами<sup>1-3</sup>.

Экспериментальный дисковый высевальный аппарат состоит из корпуса 1, в котором на валу установлен ячеистый диск 5. Расстояние между корпусом и диском не должно превышать размеров семян высеваемой культуры. В этом случае их транспортировка осуществляется только в ячейках, исключая, таким образом, активный слой и нежелательное повреждение семенного материала. Регулировка посева осуществляется отражателем 4 путем удаления лишних семян с поверхности ячеек 7. Отражатель изготовлен из эластичного материала, что снижает уровень травмирования семян.

<sup>1</sup> Патент 49670 (РФ), МПК А01С7/16. Высевальный аппарат / В. А. Овчинников, М. Н. Чаткин, А. Н. Седашкин; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «МГУ им. Н. П. Огарёва». № 2005120133/22; заявл. 28.06.2005; опубл. 10.12.2005, бюл. № 34.

<sup>2</sup> Патент 88497 (РФ), МПК А01С7/16. Высевальный аппарат / В. А. Овчинников, Д. А. Овчинников, М. Н. Чаткин, А. Н. Седашкин; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «МГУ им. Н. П. Огарёва». № 2009128156/22; заявл. 21.07.2009; опубл. 20.11.2009, бюл. № 32.

<sup>3</sup> Патент 124524 (РФ), МПК А01С7/04. Высевальный диск / В. А. Овчинников, О. А. Ягин, Н. В. Колесников; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «МГУ им. Н. П. Огарёва». № 2012109016/13; заявл. 11.03.2012; опубл. 10.02.2013, бюл. № 4.



Р и с. 1. Экспериментальный высевующий аппарат: 1 – корпус высевующего аппарата; 2 – вставка; 3 – планка отражателя; 4 – эластичный отражатель семян; 5 – ячеистый диск; 6 – зубчатка; 7 – ячейка

F i g. 1. Disk sowing apparatus: 1 – hull; 2 – insertion; 3 – plank; 4 – seeds regulator; 5 – sowing disk; 6 – gear; 7 – cell

Работа экспериментального высевующего аппарата происходит следующим образом. При вращении диска семена заполняют ячейки и направляются к отражателю, который удаляет лишние семена с поверхности ячеек. Далее семена перемещаются в точку схода, где, получив необходимую скорость, падают на дно борозды, сформированной сошником.

Использование данного аппарата позволит повысить равномерность распределения семян мелкосеменных культур с минимальным повреждением [7–9].

### Результаты исследования

Для построения математической модели оценки влияния отдельных факторов (а также их взаимодействия) на степень повреждения посевного материала был проведен многофак-

торный эксперимент. На основании теоретических и экспериментальных данных были выявлены основные факторы, оказывающие наибольшее влияние на процесс травмирования семян:  $x_1$  – угол установки отражателя семян,  $x_2$  – окружная скорость диска,  $x_3$  – количество ячеек на диске. Уровни варьирования вышеупомянутых факторов представлены в табл. 1. Натуральным значениям  $\alpha$ ,  $V_d$  и  $n_j$  соответствуют кодовые  $x_1, x_2, x_3$ .

Наиболее целесообразным для описания влияния указанных факторов на процесс травмирования семенного материала, по нашему мнению, является полнофакторный эксперимент. В табл. 2 представлен план эксперимента  $N = 2^k$  и подсчитаны значения целевой функции.



Т а б л и ц а 1

T a b l e 1

## Уровни варьирования независимых факторов

## Intervals and the variation levels of the factors

Факторы / Factors		Уровни варьирования / Variation levels		
В кодированном виде / Coded views	В натуральном виде / Natural views	-1	0	+1
$x_1$	$\alpha$ , град.	5	17,5	30
$x_2$	$V_d$ , м/с	0,120	0,185	0,250
$x_3$	$n_n$ , шт.	60	70	80

Т а б л и ц а 2

T a b l e 2

## План полнофакторного эксперимента

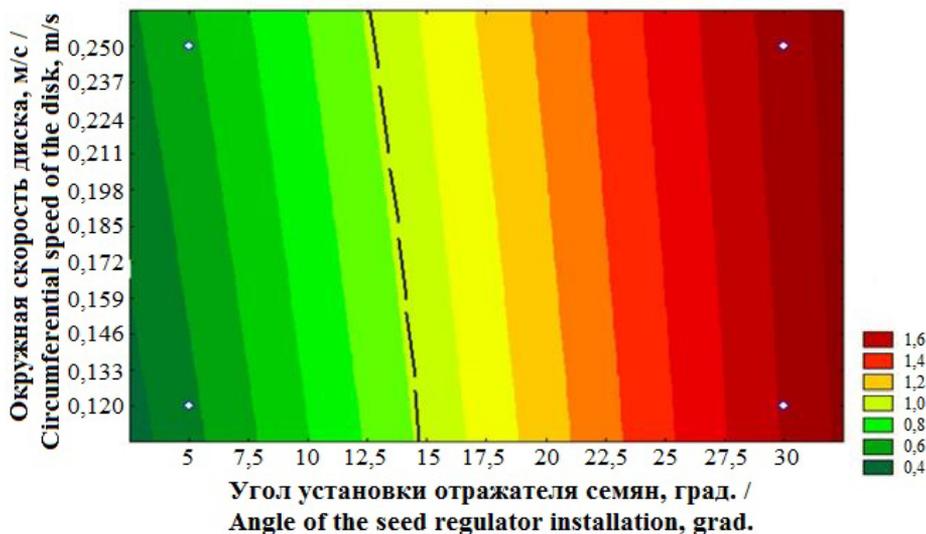
## Plan of full-factorial experiment

№ опыта / Number of experience	Факторы / Factors			Значение целевой функции (повреждение семян) / The value of the objective function
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	
1	1	1	1	1,64
2	-1	1	1	0,59
3	1	-1	1	1,62
4	-1	-1	1	0,47
5	1	1	-1	1,91
6	-1	1	-1	0,72
7	1	-1	-1	1,87
8	-1	-1	-1	0,65

По результатам экспериментальных исследований и обработки полученных данных программой «Statistica-6» было составлено уравнение, описывающее процесс повреждения семян дисковым высевающим аппаратом в зависимости от его конструктивных и кинематических параметров:

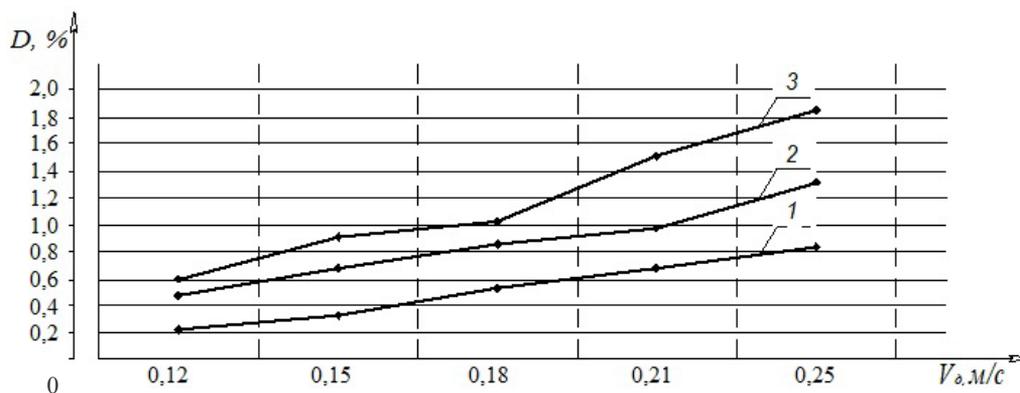
$$D = 1,184 + 0,576 x_1 + 0,031 x_2 - 0,104 x_3 - 0,026 x_1 x_3 \quad (1)$$

Влияние угла установки отражателя и окружной скорости ячеистого диска на повреждение семян представлено на рис. 2.



Р и с. 2. Влияние угла установки отражателя семян и окружной скорости диска на повреждение семян

Fig. 2. Effect of the installation regulator angle of the seeds and circumferential speed of the disk on impairment of sowing qualities seed



Р и с. 3. Влияние окружной скорости диска и количества ячеек на повреждение семян (1 – 80 ячеек; 2 – 70 ячеек; 3 – 60 ячеек)

Fig. 3. Effect of the circumferential speed of the disk and quantity cells on impairment of sowing qualities seed (1 – 80 cells; 2 – 70 cells; 3 – 60 cells)

Из рис. 2 видно, что при угле установки отражателя менее  $15^\circ$  повреждение семян не превышает 1 %. Дальнейшее увеличение угла, приводит к увеличению травмирования семенного материала.

При угле установки отражателя в  $10^\circ$ , рассмотрели влияние окружной скорости диска и количества ячеек на повреждение семян (рис. 3).

### Обсуждение и заключения

В результате исследований была выявлена следующая закономерность: увеличение окружной скорости ячеистого диска негативно сказывается на целостности семян. Кроме этого, повреждение семенного материала зависит от количества ячеек на диске: при уменьшении его с 80 до 60 шт. по-

вреждение выросло на 1,04 %. Таким образом, целесообразно использовать диски с максимальным количеством ячеек, а угол установки отражателя семян не должен превышать 15°, поскольку в этой зоне повреждение семян находится в пределах агротехнических требований.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. **Овчинников В. А., Чаткин М. Н.** Посев семенников люцерны экспериментальным агрегатом // Сельский механизатор. 2013. № 12. С. 8–9. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=21283539>
2. **Овчинников В. А., Драняев С. Б., Жегалин В. В.** Особенности возделывания люцерны на семена // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : межвуз. сб. науч. тр. Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2013. С. 15–18. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=22736144>
3. **Чаткин М. Н., Овчинников В. А.** Результаты исследований свекловичной сеялки ССТ-12 на посеве семенников люцерны // Аграрный научный журнал. 2007. № 3. С. 68–69. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=9513629>
4. Результаты лабораторных исследований высевающего аппарата с цилиндрами упругодеформируемом кольце / В. Н. Кувайцев [и др.] // Нива Поволжья. 2016. № 2. С. 78–81. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=26666292>
5. **Шварц А. А., Шварц С. А.** Повышение качества посева и универсальности аппарата точного высева // Техника в сельском хозяйстве. 2005. № 3. С. 43–44.
6. **Фирсов А. С., Голубев В. В.** Перспективы развития дисковых высевающих аппаратов // Агротехника и энергообеспечение. 2015. № 1. С. 18–22. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=27420748>
7. **Овчинников В. А., Чаткин М. Н., Драняев С. Б.** Дисковый аппарат для высева мелкосеменных культур // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 9. С. 10–11. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=20658654>
8. **Овчинников Д. А., Овчинников В. А., Чаткин М. Н.** Дисковый высевающий аппарат для мелкосеменных культур // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10, № 2. С. 75–78. DOI: 10.12737/12057
9. **Овчинников В. А.** Влияние угла установки отражателя семян на степень заполнения ячеек дискового высевающего аппарата // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 4. С. 166–169. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-ugla-ustanovki-otrazhatel'ya-semyan-na-stepen-zapolneniya-yacheek-diskovogo-vysevayuschego-apparata>
10. **Kromer K., Ester M.** Maisabau mit Falie // Landtechnik. 1981. Vol. 6, no. 6. P. 291–299.

*Поступила 13.03.2017; принята к публикации 18.04.2017; опубликована онлайн 14.06.2017*

*Об авторе:*

**Овчинников Владимир Анатольевич**, доцент кафедры сельскохозяйственных машин имени профессора А. И. Лещанкина, Институт механики и энергетики, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва» (430005, Россия, г. Саранск, ул. Большевикская, д. 68), кандидат технических наук, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0003-0350-8478>, [ovchinnikovv81@rambler.ru](mailto:ovchinnikovv81@rambler.ru)

*Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.*

## REFERENCES

1. Ovchinnikov V. A., Chatkin M. N. Seeding alfalfa testes experimental unit. *Selskiy mekhanizator* = Rural Mechanic. 2013; 12:8-9. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=21283539> (In Russ.)



2. Ovchinnikov V. A., Dranyayev S. B., Zhegalin V. V. Features cultivation seeds lucerne. In: *Energoef-fektivnyye i resursosberegayushchiye tekhnologii i sistemy: sbornik trudov* [Energy-efficient and resource-saving technologies and systems]. Saransk: Mordovia University Publ.; 2013. p. 15-18. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=22736144> (In Russ.)
3. Chatkin M. N., Ovchinnikov V. A. Results of the isearch of the beet drill SST-12 on the crop of the alfalfa's 3ed plants. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* = Agrarian Scientific Journal. 2007; 3:68-69. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=9513629> (In Russ.)
4. Kuvaytsyev V. N., Laryushin N. P., Shukov A. V., Shumayev V. V., Kiryukhina T. A. Results of laboratory tests of sowing device with the cylinders on the elastic-deformed ring. *Niva Povolzhya* = Field of Volga Region. 2016; 2:78-81. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=26666292> (In Russ.)
5. Shvarts A. A., Shvarts S. A. [Improvement of seeding quality and versatility of the precision seeding machine]. *Tekhnika v selskom khozyaystve* = Machinery in Agriculture. 2005; 3:43-44.
6. Firsov A. S., Golubev V. V. [Prospects for the development of disk sowing machines]. *Agrotekhnika i energoobespecheniye* = Agrotechnics and Power Supply. 2015; 1:18-22. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=27420748> (In Russ.)
7. Ovchinnikov V. A., Chatkin M. N., Dranyayev S. B. Rotary seeder device for smallseeded crops. *Traktory i selkhoz mashiny* = Tractors and Agricultural Machinery. 2013; 9:10-11. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=20658654> (In Russ.)
8. Ovchinnikov D. A., Ovchinnikov V. A., Chatkin M. N. Disk sowing apparatus for seeding small-seeded crops. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Kazan State Agrarian University Bulletin. 2015; 2(10):75-78. DOI: 10.12737/12057 (In Russ.)
9. Ovchinnikov V. A. Influence of angle of reflector on degree of filling of cells of seed-sowing device. *Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii* = Ulyanovsk State Agricultural Academy Bulletin. 2014; 4:166-169. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-ugla-ustanovki-otrazhat-elya-semyan-na-stepen-zapolneniya-yacheek-diskovogo-vysevayuschego-apparata> (In Russ.)
10. Kromer K., Ester M. Maisabau mit Falie. *Landtechnik*. 1981; 6(6):291-299.

*Submitted 13.03.2017; revised 18.04.2017; published online 14.06.2017*

*About the author:*

**Vladimir A. Ovchinnikov**, Associate Professor of Prof. Leshchankin Chair of Agricultural Machines, Institute of Mechanics and Power Engineering, National Research Mordovia State University (68 Bolshevistskaya St., Saransk 430005, Russia), Ph.D. (Engineering), **ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0350-8478>**, [ovchinnikovv81@rambler.ru](mailto:ovchinnikovv81@rambler.ru)

*The author have read and approved the final version of the manuscript.*