

## ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА

**АХАЛАЯ БАДРИ ХУТАЕВИЧ**, ведущий научный сотрудник, канд. техн. наук<sup>1</sup>

E-mail: badri53@yandex.ru

**ШОГЕНОВ ЮРИЙ ХАСАНОВИЧ**, чл.-корр. РАН, докт. техн. наук, заведующий Сектором механизации, электрификации и автоматизации Отделения сельскохозяйственных наук<sup>2</sup>

E-mail: yh1961s@yandex.ru

**СТАРОВОЙТОВ СЕРГЕЙ ИВАНОВИЧ**, докт. техн. наук, доцент<sup>1</sup>

**ЦЕНЧ ЮЛИЯ СЕРГЕЕВНА**, канд. пед. наук, доцент<sup>1</sup>

E-mail: vim@vim.ru

<sup>1</sup> Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ; 109428, Российская Федерация, Москва, 1-й Институтский пр. д. 5

<sup>2</sup> Российская академия наук (РАН); 119991, Российская Федерация, г. Москва, Ленинский проспект, д. 32 А

Для получения высокого урожая различных пропашных культур широко применяются пневматические сеялки, работающие на избыточном давлении воздушного потока. Разработано высевающее устройство с универсальной дозирующей системой, позволяющее обеспечивать высокую точность высева семян с минимальными повреждениями и с соблюдением норм высева. Разработанная конструкция пневматического аппарата содержит оригинальный высевающий диск, состоящий из двух колец, по бокам которых расположены конические ячейки. Одно кольцо высевающего диска имеет планку с отверстием по центру для прохода вала. Установлены параметры частот высевающего диска: ширина кольца 18...20 мм, верхний диаметр конической ячейки 20...22 мм, диаметр диска 200...220 мм. Для удаления застрявших семян и направления их в борозду внизу высевающего аппарата на уровне размещения ячейки установлен выталкиватель семян, изготовленный из полимерного материала. Предлагаемая конструкция универсальна, позволяет высевать семена как однозерновым, так и совмещённым способом. Для этого достаточно одно кольцо вращать вокруг вала высевающего аппарата. Разработанная конструкция пневматического высевающего аппарата при совмещённом способе посева позволит высевать семена двух пропашных культур как пунктирным, так и совмещённым способом. Разработанный высевающий аппарат позволит повысить урожайность производимой культуры на 10...15% за счёт использования вращающегося роликового выталкивателя из полимерного материала, который по сравнению с металлическим меньше повреждает семена.

**Ключевые слова:** пневматическая сеялка, высевающий аппарат, способ посева, высевающий диск, выталкиватель семян.

**Формат цитирования:** Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х., Старовойтов С.И., Ценч Ю.С. Пневматический высевающий аппарат избыточного давления воздушного потока // Агроинженерия. 2020. № 4(98). С. 10-14. DOI: 10.26897/2687-1149-2020-4-10-14.

## PNEUMATIC DEVICE WITH A UNIVERSAL SEEDER UNIT

**BADRI KH. AKHALAYA**, Key Research Engineer, PhD (Eng)<sup>1</sup>

E-mail: badri53@yandex.ru

**YURIY KH. SHOGENOV**, Head of the Mechanization, Electrification and Automation Sector of the Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences, DSc (Eng), RAS Corresponding Member<sup>2</sup>

E-mail: yh1961s@yandex.ru

**SERGEY I. STAROVOITOV**, Head of the Laboratory, Associate Professor, DSc (Eng)<sup>1</sup>

**YULIA S. TSENCH**, PhD (Ed), Associate Professor<sup>1</sup>

E-mail: vim@vim.ru

<sup>1</sup> Federal Scientific Agroengineering Center VIM; 109428, 1<sup>st</sup> Institutsky Proyezd Str., 5, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Russian Academy of Sciences (RAS); 119991, Leninsky prospect, 32 A, Moscow, Russian Federation

To obtain a high yield of various row crops, pneumatic seeder units operating at excess air pressure are widely used. The authors have developed a seeder unit with a universal metering system ensuring high precision of seeding with minimal damage and in compliance with seeding rates. The newly developed design of a pneumatic unit includes an original sowing disk,

consisting of two rings with conical cells located sideways. One half-part of the sowing disk has a bar with a hole in the center to house the sowing disk shaft. The following parameters of the seeding disk parts have been set: the ring width – 18...20 mm, the upper diameter of the conical cell – 20...22 mm, the disk diameter – 200...220 mm. To remove seeds stuck during the operation and direct them to the furrow, a seed ejector made of a polymer material is installed at the bottom of the seeder unit. The universality of the proposed design is achieved by its ability to perform both single-grain and combined seeding. For this purpose, it is enough to rotate one ring in a circle, which makes it possible to change the method of seeding. The developed design of a pneumatic seeder unit with a combined seeding method will allow sowing seeds of two row crops both in a dotted and in a combined manner, ensuring high metering rates. The developed seeder unit will increase the yield of the grown crop by 10...15% due to the use of a rotating roller ejector made of polymeric material, which, as contrasted to the metal one, minimizes seed damage.

**Key words:** pneumatic seeder, seeder unit, seeding method, seeding disc, seed ejector.

**For citation:** Akhalaya B.Kh., Shogenov Yu. Kh, Starovoitov S.I., Tsench Yu.S. Pneumatic device with a universal seeder unit // *Agricultural Engineering*, 2020; 4 (98): 10-14. (In Rus.). DOI: 10.26897/2687-1149-2020-4-10-14.

**Введение.** Научно-технический процесс в механизации сельскохозяйственного производства направлен на снижение удельных затрат энергии, повышение производительности сельскохозяйственной техники, улучшение выходных показателей качества выполняемой работы и условий труда тракториста-машиниста, автоматизацию рабочего процесса машин и планомерное снижение техногенной экологической нагрузки на природную среду [1-3].

В области механизации посева различных культур усилия учёных агроинженерной науки всегда были сосредоточены на поиске инновационных и актуальных технических решений. При этом работы велись в направлении повышения равномерности высева, упрощения конструкции, возможности работы на повышенных скоростях, универсальности, удешевления эксплуатации и увеличения ширины захвата посевного агрегата. Среди существующих высевальных систем наибольшего внимания заслуживают пневматические высевальные системы. В Федеральном научном агроинженерном центре ВИМ разрабатываются новые конструкции высевальных систем пневматических сеялок, отличающиеся оригинальными решениями поставленных задач [4-6].

Производительность сельскохозяйственной техники может быть невысокой, вследствие небольшого срока службы некоторых узлов и деталей, поэтому вновь создаваемая техника должна отличаться продуктивностью и высокой работоспособностью [7].

В отечественной и зарубежной литературе встречаются работы, посвящённые пневматическим высевальным устройствам преимущественно с дозирующими системами, работающими на избыточном воздушном потоке. Учёными ведутся работы по усовершенствованию их технических и технологических показателей [8-10].

Анализ состояния посевной техники с пневматическими высевальными устройствами, работающими на основе избыточного давления, показал, что на качество высева семян влияют следующие факторы:

- уровень избыточного давления в камере;
- параметры дозирующего устройства;
- частота вращения диска;
- диаметр воздушного патрубка;
- физико-механические свойства семян;
- высев семян без пропусков в ряду;
- количество конических ячеек на торцевой окружности высевального диска;
- материал дозирующего устройства.

**Цель исследования** – разработка пневматического высевального аппарата с универсальным дозирующим устройством, работающим на избыточном давлении воздушного потока, обеспечивающий высев семян двух пропашных культур пунктирным и совмещённым способами.

**Материал и методы.** Проведённый анализ различных устройств высевальных систем и способов высева семян послужил основой для разработки высевального устройства с универсальной дозирующей системой, позволяющего обеспечивать высокую точность высева семян с минимальными повреждениями и с соблюдением норм высева.

**Результаты и обсуждение.** Рассмотрено устройство, состоящее из бункера для семян, диска с коническими ячейками и патрубка удаления лишнего посевного материала из ячеек. Высевальный диск содержит цилиндр, расположенный в его внутренней полости, который может свободно смещаться по валу диска. На поверхности цилиндра размещены проникающие отверстия в три ряда.

Определены недостатки данного устройства, в частности:

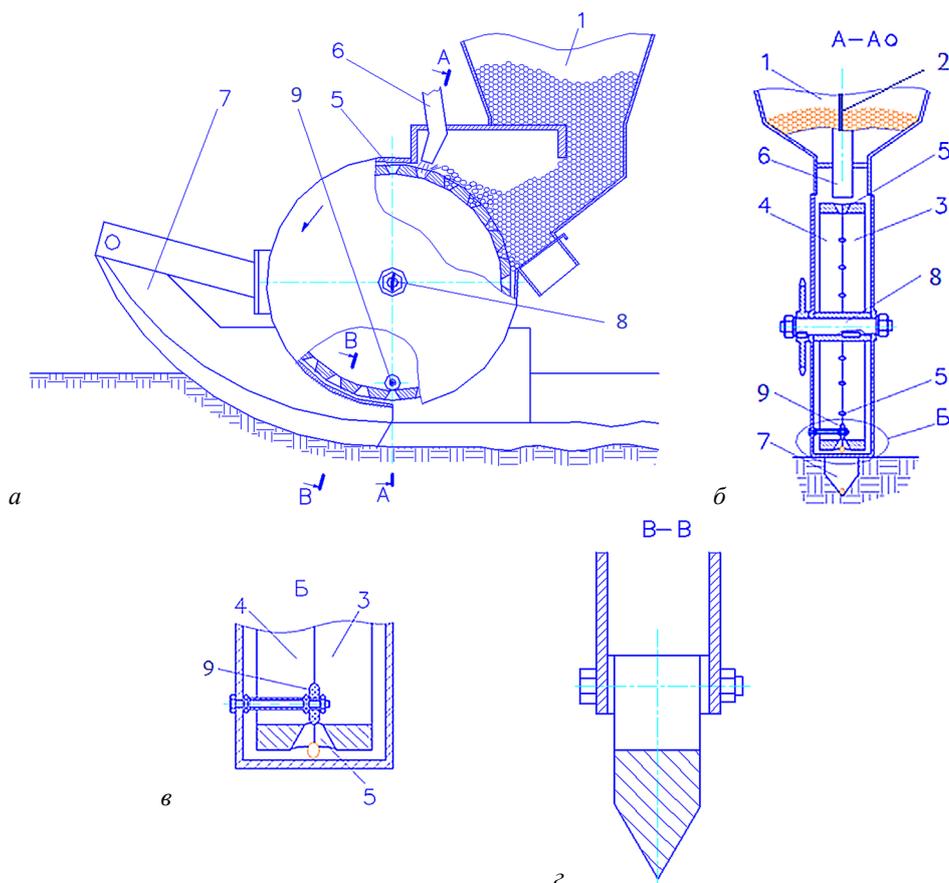
- конструкция высевального аппарата позволяет высевать только одним способом – гнездовым. Технические параметры конструкции не дают возможность высевать семена различных культур одновременно;
- не предусмотрено наличие выталкивателя семян, что мешает выполнению норм высева;
- сложность конструкции и большая металлоёмкость (излишний вес);

Перечисленные недостатки можно устранить с помощью пневматического высевального аппарата с конструкцией дозирующей системы (рис. 1)

Дозатор состоит из двух колец 3 и 4, закреплённых между собой крепёжными болтами. Одно кольцо высевального диска выполнено с планкой, расположенной перпендикулярно оси диска с отверстием по центру для прохода вала. Диаметр диска 200...220 мм, ширина одной половины диска (кольца) 18...20 мм, верхний диаметр конической ячейки 20...22 мм. Промежуток между полукругами ячеек, расположенных на торцевой поверхности диска, должен быть больше верхнего диаметра конической ячейки. Внизу высевального аппарата на уровне размещения ячейки установлен выталкиватель семян, изготовленный из полимерного материала, позволяющий застрявшие семена направлять в борозду.

Универсальность предлагаемой конструкции достигается возможностью изменения высева семян однозерновым

или совмещённым способом за счёт вращения одного кольца по кругу (рис. 2) [11].

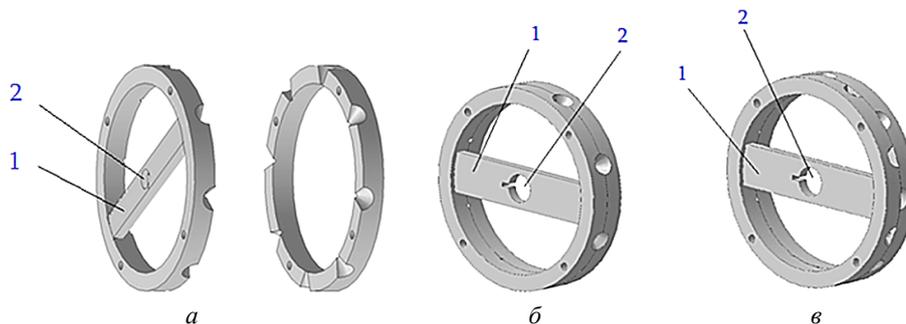


**Рис. 1. Дозирующее устройство однозернового высева:**

а – проекция сбоку; б – в разрезе по А–А; в – вид Б; г – сошник в разрезе по В–В:  
 1 – семенной бункер; 2 – разделительная пластина; 3 и 4 – кольца диска; 5 – коническая ячейка;  
 6 – патрубок; 7 – сошник; 8 – вал аппарата; 9 – роликовый выталкиватель

**Fig. 1. Metering device for single-grain seeding:**

а – view from the side; б – in the A-A section; в – view B; г – a coulter in the B-B section:  
 1 – a seed hopper; 2 – a separation plate; 3 and 4 – disc rings; 5 – a conical cell; 6 – a branch pipe;  
 7 – a coulter; 8 – a shaft of the device; 9 – a roller ejector



**Рис. 2. Конструкция высевающего диска:**

а – кольца в разобранном виде; кольца в сборе для пунктирного (б) и совмещённого посева (в);  
 1 – планка кольца; 2 – отверстие под вал

**Fig. 2. Design of the seeding disc:**

а – rings disassembled; б – rings assembled for dotted seeding; в – for combined seeding;  
 1 – a ring strap; 2 – a hole for the shaft

В том случае, когда необходимо проводить однозерновой пунктирный высев семян, достаточно вращать одно кольцо относительно второго до полного совпадения их

получаеек, с образованием целой конической ячейки, после чего кольца закрепляют болтами. При проведении совмещённого посева ширина дозирующего устройства

не изменяется, поэтому нет необходимости заменять патрубков и выталкиватель семян.

Для высева семян двух культур совмещённым способом необходимо, чтобы перпендикулярно направленная ось ячейки одного кольца была размещена посередине, между большими диаметрами конических ячеек двух колец, расположенных на торцевой поверхности кольца, что достигается вращением любого кольца вокруг вала высевающего аппарата (рис. 3). В таком случае открытые стороны одного кольца будут сбоку прикрыты другим кольцом, что защитит семена от повреждения в процессе вращения высевающего диска.

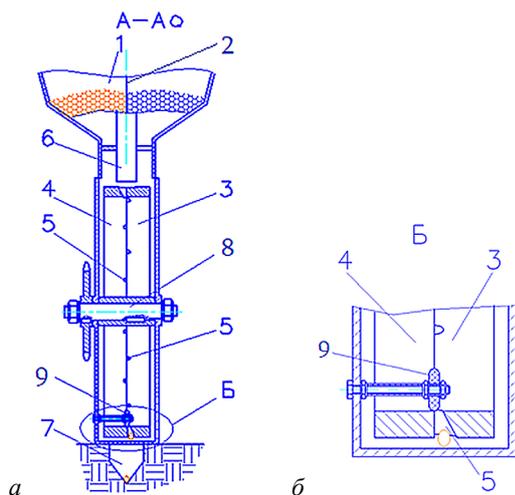


Рис. 3. Дозирующее устройство совмещённого высева:

а – в разрезе по А–А; б – вид Б:

- 1 – семенной бункер; 2 – разделительная пластина;  
3 и 4 – кольца диска; 5 – коническая ячейка;  
6 – патрубок; 7 – сошник; 8 – вал аппарата;  
9 – роликовый выталкиватель

Fig. 3. Metering device for combined seeding:

a – in the A–A section; б – type Б:

- 1 – a seed hopper; 2 – a separation plate; 3 and 4 – disc rings; 5 – a conical cell; 6 – a branch pipe;  
7 – a coulter; 8 – a shaft of the device; 9 – a roller ejector

При совмещённом высеве семена из бункера поступают в приёмную камеру высевающего аппарата, откуда попадают в ячейки каждого кольца независимо друг от друга. Ячейки, заполненные семенами, совершая вращательные движения, подходят к патрубку, где воздушный поток, выходящий из него, выдувает семена, оставляя в них

по одному семени, прижатому ко дну конических ячеек. Далее семена, двигаясь по кругу кольца ячейки, встречаются с эластичным роликовым выталкивателем, установленным на валу корпуса аппарата, который выталкивает застрявшие семена из ячейки в борозду. Незастраившие семена уже свободным движением в ячейке доходят до выходного отверстия в нижней точке высевающего аппарата, откуда под действием силы тяжести падают в борозду, открытую ползоровидным сошником.

Разработанное дозирующее устройство позволяет переходить от одного способа посева к другому.

К примеру, применение разработанной конструкции высевающего аппарата целесообразно при высеве смешанных посевов кукурузы и сои на кормовые цели, так как при норме высева семян кукурузы 30...100 кг/га, семян сои – 70...120 кг/га, учитывая разный удельный вес семян этих культур, количество сеянного материала (зерен), высеваемых на один погонный метр, приблизительно одинаково.

Использование разработанного дозирующего устройства, способного выполнять различные технические требования по высеву семян, позволит пневматическим высевающим аппаратам стать более мобильными и экономичными.

## Выводы

1. Предложенная конструкция пневматического высевающего аппарата, работающая на избыточном давлении воздушного потока, при совмещённом способе посева позволяет:

- высевать семена двух пропашных культур (кукурузы и сои) как пунктирным, так и совмещённым способами;
- обеспечивать высокие показатели дозирования при высокой частоте вращения высевающего диска;
- более эффективно использовать площади посева.

2. Разработанный высевающий аппарат позволит повысить урожайность производимой культуры на 10...15% за счёт использования вращающегося роликового выталкивателя из полимерного материала, который, благодаря конструктивным особенностям, меньше повреждает семена по сравнению с металлическим выталкивателем.

3. Возможно, при определённых условиях, такие конструкции на основе избыточного давления по сравнению с вакуумными аппаратами обеспечивают рабочий процесс при меньшем энергопотреблении и расходе воздуха, что будет предметом последующих изысканий.

## Библиографический список

1. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2013. № 6. С. 6-10.
2. Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Шогенов Ю.Х. Развитие интенсивных машинных технологий, роботизированной техники, эффективного энергообеспечения и цифровых систем в агропромышленном комплексе // Техника и оборудование для села. 2019. № 6(266). С. 2-8. DOI 10.33267/2072-9642-2019-6-2-8.

## References

1. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P. Sistema mashin i tekhnologiy dlya kompleksnoy mekhanizatsii i avtomatizatsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva na period do 2020 goda [System of machines and technologies for comprehensive mechanization and agricultural production automation for the period up to 2020]. *Sel'skokhozyaystvenniye mashiny i tekhnologii*. 2013; 6: 6-10. (In Rus.)
2. Lachuga Yu.F., Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P., Shogenov Yu.Kh. Razvitiye intensivnykh mashinnykh tekhnologiy, robotizirovannoy tekhniki, effektivnogo energoobespecheniyaisifrovysistemvagropromyshlennomkomplekse

3. Измайлов А.Ю., Шогенов Ю.Х. Разработка интенсивных машинных технологий и новой энергонасыщенной техники для производства основных видов сельскохозяйственной продукции // Техника и оборудование для села. 2016. № 5. С. 2-5.

4. Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х. Влияние турбулентного воздушного потока на качество высева семян. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 1. С. 54-57.

5. Akhalaya B.Kh. A laboratory study of the pneumatic sowing device for dotted and combined crops // AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America. 2019. Т. 50. № 1. С. 57-59.

6. Ахалая Б.Х. Модернизация пневматической сеялки // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2011. № 1. С. 35-36.

7. Яковец А.В. Анализ дозирующих систем сеялок точного высева // Аграрная Россия. 2011. № 3. С. 60-63.

8. Aikins K., Diogenes L., Troy A., Blackwell J. Performance comparison of residue management units of no-tillage sowing systems: A review Engineering in Agriculture, Environment and Food Volume 12, Issue 2 April 2019 Pages 181-190.

9. Balsari P., Manzone M., Marucco P., Tamagnone M. Evaluation of seed dressing dust dispersion from maize sowing machines Crop Protection. Volume 51. September 2013. Pages 19-23.

10. Yatskul A., Lemiere J., Cointault F. Influence of the divider head functioning conditions and geometry on the seed's distribution accuracy of the air-seeder Biosystems Engineering. Volume 161. September 2017. Pages 120-134.

11. Универсальное дозирующее устройство: Патент RU2703482 C1 / Б.Х. Ахалая; заяв. 01.04.2019, опубл. 17.10.2019. Бюл. № 29.

[Development of intensive machine technologies and robotic means, efficient energy supply and digital systems in agriculture]. *Tekhnika i oborudovaniye dlya sela*. 2019; 6(266): 2-8. (In Rus.) DOI 10.33267/2072-9642-2019-6-2-8.

3. Izmaylov A.Yu., Shogenov Yu.Kh. Razrabotka intensivnykh mashinnykh tekhnologiy i novoy energonasyschennoy tekhniki dlya proizvodstva osnovnykh vidov sel'skokhozyaystvennoy produktsii [Development of intensive machine technologies and new energy-intensive equipment for the production of main types of farm products]. *Tekhnika i oborudovaniye dlya sela*. 2016; 5: 2-5. (In Rus.)

4. Akhalaya B.Kh., Shogenov Yu.Kh. Vliyaniye turbulentnogo vozdušnogo potoka na kachestvo vyseva semyan [Influence of turbulent air flow on the quality of seeding]. *Vestnik rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 2018; 1: 54-57. (In Rus.)

5. Akhalaya B.Kh. A laboratory study of the pneumatic sowing device for dotted and combined crops. *AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*. 2019; 50; 1: 57-59. (In English)

6. Akhalaya B.Kh. Modernizatsiya pnevmaticheskoy seyalki [Modernization of a pneumatic seeder]. *Sel'skokhozyaystvenniye mashiny i tekhnologii*. 2011; 1: 35-36. (In Rus.)

7. Yakovets A.V. Analiz doziruyushchikh sistem seyalk tochnogo vyseva [Analysis of metering systems of precision seeders]. *Agrarnaya Rossiya*. 2011; 3: 60-63. (In Rus.)

8. Aikins K., Diogenes L., Troy A., Blackwell J. Performance comparison of residue management units of no-tillage sowing systems: A review Engineering in Agriculture, Environment and Food. April 2019; 12; 2: 181-190. (In English)

9. Balsari P., Manzone M., Marucco R., Tamagnone M. Evaluation of seed dressing dust dispersion from maize sowing machines Crop Protection. September 2013; 51: 19-23. (In English)

10. Yatskul A., Lemiere J., Cointault F. Influence of the divider head functioning conditions and geometry on the seed's distribution accuracy of the air-seeder Biosystems Engineering. September 2017; 161: 120-134. (In English)

11. Akhalaya B.Kh. Universal'noye doziruyushcheye ustroystvo [Universal metering device]: Pat. No. 2703482, RF, 2019. (In Rus.)

### Критерии авторства

Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х., Старовойтов С.И., Ценч Ю.С. выполнили теоретические исследования, на основании полученных результатов провели обобщение и написали рукопись. Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х., Старовойтов С.И., Ценч Ю.С. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила 18.05.2020

Опубликована 31.08.2020

### Contribution

B.Kh. Akhalaya, Yu. Kh. Shogenov, S.I. Starovoirov, Yu.S. Tsench performed theoretical studies, and based on the results obtained, generalized the results and wrote a manuscript. B.Kh. Akhalaya, Yu.Kh. Shogenov, S.I. Starovoirov, Yu.S. Tsench have equal author's rights and bearequal responsibility for plagiarism.

### Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The paper was received on May 18, 2020

Published 31.08.2020