

Оригинальная статья

УДК 626.8:624.9

DOI: 10.26897/1997-6011-2023-4-67-71



## ПРОВОЛОЧНЫЕ АНКЕРЫ И СПОСОБЫ ИХ УСТАНОВКИ

**Ламердонов Замир Галимович**<sup>1✉</sup>, *д-р техн. наук, профессор*

SPIN-код 7975-9520; AuthorID: 360004; lamerdonov-zamir@rambler.ru

**Шуганов Алим Вадиславович**<sup>1</sup>, *аспирант*

SPIN-код 9864-8774; AuthorID: 360004; a-shuganov@mail.ru

**Хаширова Татьяна Юрьевна**<sup>2</sup>, *д-р техн. наук, профессор*

SPIN-код 5948-9742; AuthorID: 360004; khashirova@mail.ru

<sup>1</sup> Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова; Кабардино-Балкарская Республика, Нальчик, проспект Ленина, 1В, Россия

<sup>2</sup> Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова; Кабардино-Балкарская Республика г. Нальчик, ул. Чернышевского, д. 173, Россия

**Аннотация.** Приведена методика расчета проволочных анкеров с коническим наконечником. В основу расчета положено условие статического равновесия сил – активных и реактивных. Приводятся теоретические основы расчета несущей способности проволочных анкеров с коническим наконечником. Описаны варианты практического применения проволочных анкеров на горных и предгорных ландшафтах, в строительстве, в сельском хозяйстве при строительстве шпалерных систем и в других отраслях. Приводятся различные варианты установки проволочных анкеров. Подробно описан метод установки с помощью вибромолотов и ударных молотов, которые можно использовать при установке проволочных анкеров на сколах. При установке проволочных анкеров с коническим наконечником он протягивается в направляющую штангу, которая внедряется в грунт с помощью вибромолотов оператором. После установки проволочного анкера на требуемую глубину направляющая штанга извлекается. При установке проволочного анкера с помощью ударного молота оператор, поднимая его, ударяет о нижнее ударное устройство, жестко закрепленное на направляющей штанге. Описаны другие рычажные устройства для установки проволочных анкеров. Все инновационные разработки запатентованы в РФ.

**Ключевые слова:** проволочный анкер, наконечник, конус, свая, анкер, шпалера, направляющая штанга, вибромолот, ударный молот

**Формат цитирования:** Ламердонов З.Г., Шуганов А.В., Хаширова Т.Ю. Проволочные анкеры и способы их установки // Природообустройство. 2023. № 4. С. 67-71. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-4-67-71.

© Ламердонов З.Г., Шуганов А.В., Хаширова Т.Ю., 2023

Original article

## WIRE ANCHORS AND METHODS OF THEIR INSTALLATION

**Lamerdonov Zamir Galimovich**<sup>1✉</sup>, *doctor of technical sciences, professor*

SPIN- код 7975-9520, Author ID: 360004; lamerdonov-zamir@rambler.ru

**Shuganov Alim Vladislavovich**, *post graduate student*

SPIN- код 9864-8774, Author ID: 360004; a-shuganov@mail.ru

**Khashirova Tatjana Yurjevna**<sup>2</sup>, *doctor of technical sciences, professor*

SPIN- код 5948-9742, Author ID: 360004; khashirova@mail.ru

<sup>1</sup> Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov; Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, Lenin Avenue, 1B, Russia

<sup>2</sup> Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov; Kabardino-Balkar Republic, Nalchik, Chernyshevsky str., 173, Russia

**Annotation.** The method of calculation of wire anchors with a conical tip is given. The calculation is based on the condition of static balance of forces: active and reactive. The theoretical foundations of calculating the bearing capacity of wire anchors with a conical tip are given. The variants of practical

*application of wire anchors on mountain and foothill landscapes, in construction, in agriculture in the construction of trellis systems and other industries are described. Various options for installing wire anchors are given. The method of installation using vibratory hammers and impact hammers, which can be used when installing wire anchors on chips, is described in detail. When installing wire anchors with a conical tip, it is stretched into a guide rod, which is embedded in the ground with the help of vibratory hammers, by the operator. After installing the wire anchor to the required depth, the guide rod is removed. When installing a wire anchor with a hammer, the operator, lifting it, hits the lower impact device rigidly fixed to the guide rod. Other lever devices for installing wire anchors are described. All innovative developments are patented in the Russian Federation.*

**Keywords:** wire anchor, tip, cone, pile, anchor, trellis, guide rod, vibrating hammer, impact hammer

**Format of citation:** Lamerdonov Z.G., Shuganov A.V., Khashirova T.Yu. Wire anchors and methods of their installation // Prirodoobustroystvo 2023. № 4. P. 67-71. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-4-67-71.

**Введение.** Важным и недорогостоящим элементом, который в значительной степени повышает надежность работы многих инженерных конструкций, использовались свайные сооружения. Однако необходимо отметить, что свая изобретена как опорное сооружение и является весьма эффективным инженерным сооружением [1-3]. Использовать сваю в качестве анкерного сооружения неэффективно и неэкономично. Для решения этой задачи нами проводится большая работа по разработке конструкций и методик расчета инновационных сооружений [3, 4].

Разработками, которые решают проблему малой эффективности свай, стали проволочные анкеры. Нами впервые предложен ряд конструктивных решений проволочных анкеров и методики их расчетов [5, 6]. Эффективность работы проволочных анкеров в сравнении со сваями основана на том, что своим наконечником они привлекают к работе примыкающий к нему вышележащий грунт и минимизируют количество материала, необходимого для своего изготовления. Это делает их в десятки раз экономичнее, причем большую несущую способность они имеют при выдергивании [6, 7].

**Материалы и методы исследований.** Основу статьи составляют теоретические методы исследований. Условием для расчета является статическое равновесие сил – активных и реактивных. Активными являются выдергивающие проволочный анкер силы. Реактивными являются силы сопротивления, возникающие в процессе выдергивания.

**Результаты и их обсуждение.** Анкеры имеют два элемента: несущий нагрузку трос и наконечник. Конструктивные решения наконечников могут быть различными: зонтиковые, конические, поворотные и др. [5]. В качестве материала для изготовления троса можно использовать металл или полимерные материалы. В качестве материала для изготовления наконечников можно

использовать самые различные композитные материалы, в том числе высокопрочный бетон.

Сила выдергивания  $P_1$  свайного анкера определяется из выражения:

$$\vec{P}_1 + \vec{G}_1 + \vec{F}_1 = 0, \quad (1)$$

где  $P_1$  – сила, Н;  $G_1$  – вес, Н;  $F_1$  – сила трения, Н.

Силы трения  $F_1$  при выдергивании –

$$F_1 = u \sum f_i \cdot l_i = \pi d_1 \sum f_i \cdot l_i, \quad (2)$$

где  $u$  – периметр анкера;  $d_1$  – диаметр анкера;  $f_i$  – расчетное трение;  $l_i$  – мощность  $i$  слоя грунта,  $f_i$ .

$$P_1 = G_1 + \pi d_1 \sum f_i \cdot l_i. \quad (3)$$

Сила выдергивания  $P_2$  проволочного анкера –

$$\vec{P}_2 + \vec{G}_2 + \vec{F}_2 = 0, \quad (4)$$

где  $P_2$  – сила выдергивания проволочного анкера, Н;  $G_2$  – вес грунта, Н;  $F_2$  – сила трения, Н.

Расчет прочности поперечного сечения троса  $A_s$ , осуществляется по формуле:

$$\frac{P_2}{A_s} \leq R \cdot \frac{\gamma_c \gamma_b}{\gamma_n}, \quad (5)$$

где  $R$  – расчетное сопротивление;  $\gamma_c$  – коэффициент условий работы;  $\gamma_b$  – коэффициент условий работы, учитывающий анкерные соединения;  $\gamma_n$  – коэффициент надежности.

Разработаны варианты установки проволочных анкеров. Проволочный анкер с наконечником вставляется в направляющую штангу и забивается в грунт, после чего направляющая штанга извлекается, а проволочный анкер остается в грунте [9-11]. При забивке штанги оператор ударяет о нижний упор. По мере заглубления направляющей штанги нижний и верхний упоры поднимаются вверх [9]. Разработаны и запатентованы устройствами с двумя и более молотами, позволяющие забивать в грунт проволочные анкера [10].

Вариантом практического применения проволочных анкеров является закрепление

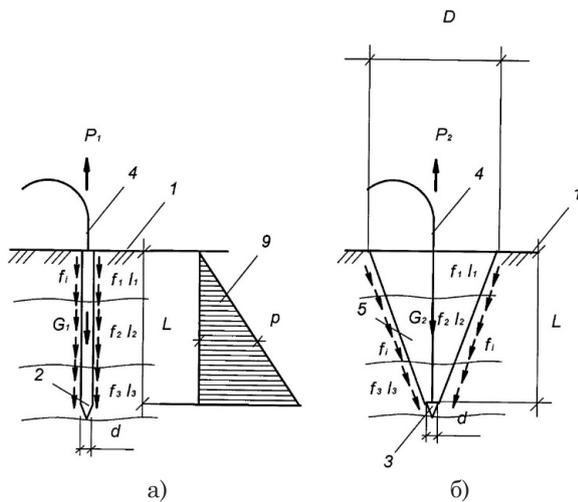


Рис. 1. Схемы к расчету проволочных анкеров:

- $P_1$  – сила выдергивания свайного анкера;  
 $d$  – диаметр свайного анкера;  
 $f_1, f_2, f_3$  – удельное слоев грунта;  
 $l_1, l_2, l_3$  – мощность слоев грунта;  
 $P_2$  – сила выдергивания из грунта проволочного анкера;  $G_1$  – вес проволочного анкера;  
 $L$  – глубина заглубления проволочного анкера;  $G_2$  – вес поднимаемого грунта;  
 $D$  – диаметр верхнего основания;  
 а – схема к расчету обычного анкера;  
 б – схема к расчету проволочного анкера;  
 1 – поверхность земли; 2 – свайный анкер;  
 3 – конусный наконечник; 4 – трос;  
 5 – подъемный пазух

Fig. 1. Schemes for the design of wire anchors:

- $P_1$  – pulling force of the pile anchor;  
 $d$  – the diameter of the pile anchor;  
 $f_1, f_2, f_3$  – specific soil layers;  $l_1, l_2, l_3$  – power of soil layers;  
 $P_2$  – the force of pulling the wire anchor out of the ground;  $G_1$  – the weight of the wire anchor;  
 $L$  – the depth of the wire anchor;  $G_2$  – the weight of the soil to be lifted;  $D$  – the diameter of the upper base;  
 а – diagram for the design of a conventional anchor;  
 б – diagram for the design of the wire anchor;  
 1 – ground surface; 2 – pile anchor; 3 – cone tip;  
 4 – cable; 5 – lifting sinus

противоэрозионных и противооползневых сооружений проволочными анкерами с помощью разработанных забивных устройств [11, 12]. Проволочные анкеры позволяют увеличить статическую устойчивость противоэрозионных и противооползневых сооружений [12].

Проволочные анкеры найдут большое применение в горном деле, природоохранном и гидротехническом строительстве для анкеро-ки откосных креплений защитных дамб на реках и в других целях [13-15]. Планируется также использовать их при чрезвычайных ситуациях как противостихийные сооружения для закрепления столбов и деревьев, при строительстве фундаментов, при закреплении откосных креплений на дамбах и т.д. [13, 14].

Разработаны и внедряются в сельское хозяйство инновационные разработки по совершенствованию шпалерных систем в интенсивном горном садоводстве и виноградарстве [6], для крепления столбов и в других целях [15, 16].

Разработаны новые способы установки проволочных анкеров вибромолотами и ударными молотами. Целью разработки установки с помощью вибромолота является повышение эффективности и надежности установки проволочных анкеров. Эта цель достигается тем, что на поверхность грунта устанавливается направляющая штанга, в которую протянут проволочный анкер с коническим наконечником. Забивка проволочного анкера с коническим наконечником осуществляется двумя виброударниками, установленными оператором симметрично направляющей штанги, ударами об укрепления, закрепленные на направляющей штанге. Укрепления по мере углубления проволочного анкера с коническим наконечником в грунт поднимаются вверх и закрепляются на направляющей штанге для последующих ударов. После установки проволочного анкера на требуемую глубину направляющая штанга извлекается.

Глубина забивки проволочных анкеров достигает 10 м. Диаметр основания конического наконечника на 1-3 см больше диаметра наружного диаметра направляющей штанги. Глубина, на которую периодически внедряются и перемещаются укрепления, равна 0.3-0.7 м. Для изготовления конического наконечника 3 в качестве материала может служить бетон или другой композитный материал.

При забивке ударными молотами поставленная цель достигается тем, что забивка проволочного анкера с коническим наконечником осуществляется ударником, который свободно перемещается оператором по направляющей штанге. Для облегчения подъема оператором ударника у него имеются ручки. Ударами о нижнее укрепление, жестко закрепленное на направляющей штанге, углубляется укрепление по мере углубления проволочного анкера в грунт, поднимается вверх и закрепляется на направляющей штанге для последующих ударов. Для усиления и ускорения удара на направляющей штанге имеется верхнее укрепление с закрепленной к ней пружинной. После установки проволочного анкера на требуемую глубину направляющая штанга извлекается ударами ударника о верхнее укрепление с нижним положением пружины. Вес ударника составляет 10-40 кг и увеличивается в зависимости от вида грунта и требуемой глубины установки проволочного анкера.

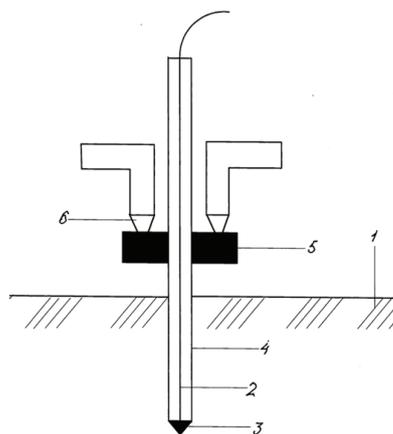


Рис. 2. Вибромолот для забивки проволочных анкеров:

1 – грунт; 2 – проволока; 3 – конический наконечник;  
4 – направляющая штанга; 5 – ударник;  
6 – вибратор

Fig.2 Vibrating hammer for driving wire anchors:

1 – soil; 2 – wire; 3 – conical tip;  
4 – guide rod; 5 – drummer; 6- vibrator

Глубина забивки проволочных анкеров достигает 10 м. Диаметр основания конического наконечника на 1÷3 см больше наружного диаметра направляющей штанги. Глубина, на которую периодически внедряются и перемещаются укрепления, составляет  $0.3 \div 0.7$  м. В качестве материала для конического наконечника может служить бетон или другой композитный материал. В качестве материала для изготовления проволоки может служить металл или другой композитный материал.

### Выводы

Все инновационные разработки запатентованы в РФ. Приведена методика расчета проволочных анкеров с коническим наконечником. В основу расчета положено условие статического равновесия сил – активных и реактивных. Приводятся теоретические основы расчета несущей способности проволочных анкеров с коническим наконечником и описана методика расчета. Приведены варианты практического применения проволочных анкеров на горных и предгорных ландшафтах: в строительстве, в сельском хозяйстве при строительстве шпалерных систем и в других отраслях. Приводятся различные

### Список использованных источников

1. Хаширова Т.Ю. Охрана горных и предгорных ландшафтов управлением твердого стока. Нальчик: Полиграфсервис и Т, 2007. 220 с.
2. Хаширова Т.Ю. Защитные сооружения для предотвращения чрезвычайных ситуаций на реках Северного Кавказа // Экология и промышленность России. 2006. № 12. С. 16-18.

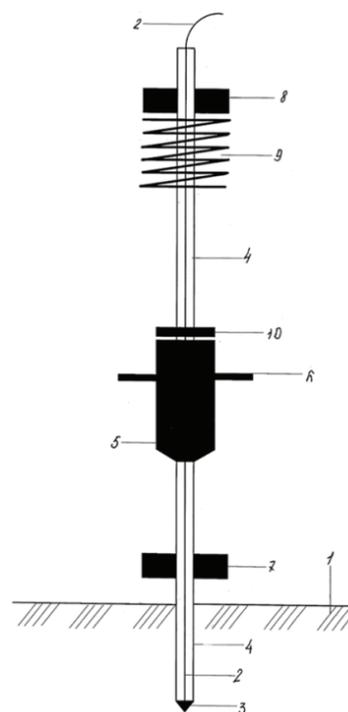


Рис. 3. Ударный молот для забивки проволочных анкеров:

1 – грунт; 2 – проволока; 3 – конический наконечник;  
4 – направляющая штанга; 5 – ударник;  
6 – ручки; 7, 8 – нижнее и верхнее укрепления;  
9 – пружина; 10 – утяжелитель

Fig. 3. Impact hammer for driving wire anchors:

1 – soil; 2 – wire; 3 – conical tip; 4 – guide rod;  
5 – drummer; 6 – handles,  
7,8 – lower and upper reinforcements, 9 – spring, 10 – weight

варианты установки проволочных анкеров. Подробно описан метод установки с помощью вибромолотов и ударных молотов, которые можно использовать при установке проволочных анкеров на сколах. При установке проволочных анкеров с коническим наконечником он протягивается в направляющую штангу, которая внедряется в грунт с помощью вибромолотов или ударного молота оператором. После установки проволочного анкера на требуемую глубину направляющая штанга извлекается. При установке проволочного анкера с помощью ударного молота оператор, поднимая его, ударяет нижнее ударное устройство, жестко закрепленное на направляющей штанге. Описаны другие рычажные устройства для установки проволочных анкеров.

### References

1. Khashirova T.Yu. Protection of mountain and foothill landscapes by solid runoff management. – Nalchik: Polygraphservice and T, 2007. – 220 p.
2. Khashirova T.Yu. Protective structures for the prevention of emergencies on the rivers of the North Caucasus // Ecology and industry of Russia. 2006. No. 12. P. 16-18.

3. Ламердонов З.Г. Инновационные технологии защиты берегов рек. Нальчик: Полиграфсервис и Т, 2012. 236 с.

4. Ламердонов З.Г. Совершенствование шпалерных систем в интенсивном горном садоводстве и виноградарстве // Техника и оборудование для села. 2017. № 9. С. 26-30.

5. Еналдиева М.А. Охрана оползневых участков противооползневыми сооружениями – проволочными анкерами с коническими и поворотными наконечниками: Дис. ... канд. техн. наук. Краснодар, 2016. 178 с.

6. Пат. 2486316 РФ, МПК E02D17/20. Устройство для анкеровки противооползневых сооружений / З.Г. Ламердонов, М.А. Еналдиева; заявл. 04.05.2011; опубл. 27.06.2013. Бюл. № 31.

7. Пат. 2486317 РФ, МПК E02D17/20. Проволочный анкер с коническим наконечником / З.Г. Ламердонов, М.А. Еналдиева; заявл. 04.05.2011; опубл. 27.06.2013. Бюл. № 18.

8. Пат. 2543251 РФ, МПК E02D5/80. Способ установки проволочных анкерov / Т.Ю. Хаширова, Л.К. Кильчукова, З.В. Апанасова, М.А. Еналдиева, З.Г. Ламердонов; заявл. 31.10.2013; опубл. 27.02.2015. Бюл. № 6.

9. Пат. 2541964 РФ, МПК E02D5/80. Устройство для установки проволочных анкерov на склонах и оврагах / Т.Ю. Хаширова, З.В. Апанасова, Л.К. Кильчукова, М.А. Еналдиева, З.Г. Ламердонов; заявл. 29.10.2013; опубл. 20.02.2015. Бюл. № 5.

10. Пат. 2579034 РФ, МПК E02D5/80. Способ установки проволочных анкерov на большую глубину / З.Г. Ламердонов; заявл. 16.03.2015; опубл. 27.03.2016. Бюл. № 9.

11. Пат. 2318096 РФ, МПК E02D17/20. Способ возведения противозерозивной защиты склонов / Т.Ю. Хаширова; заявл. 16.05.2006; опубл. 27.02.2008. Бюл. № 6.

12. Пат. 2579032 РФ, МПК E02D17/20. Способ закрепления откосных креплений дамб / З.Г. Ламердонов; заявл. 11.02.2015; опубл. 27.03.2016. Бюл. № 9.

13. Пат. 2579035 РФ, МПК E02D17/20. Способ закрепления дамб на низовом откосе / З.Г. Ламердонов; заявл. 13.02.2015; опубл. 27.03.2016. Бюл. № 9.

14. Ламердонов З.Г. Гибкие откосные крепления // Гидротехническое строительство. 2003. № 1. С. 39-43.

15. Пат. 2581172 РФ, МПК E02D17/20. Способ установки столбов / З.Г. Ламердонов; заявл. 13.02.2015; опубл. 20.04.2016. Бюл. № 11.

16. Пат. 2583440 РФ, МПК E02D12/20, E02D17/20. Способ укрепления столбов проволочными анкерами / З.Г. Ламердонов; заявл. 16.02.2015; опубл. 10.05.2016. Бюл. № 13.

#### Критерии авторства

Ламердонов З.Г., Шуганов А.В., Хаширова Т.Ю. выполнили практические и теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись. Ламердонов З.Г., Шуганов А.В., Хаширова Т.Ю. имеет на статью авторское право и несёт ответственность за плагиат.

Статья поступила в редакцию 26.05.2023

Одобрена после рецензирования 18.08.2023

Принята к публикации 18.08.2023

3. Lamerdonov Z.G. Innovative technologies for protecting river banks. – Nalchik: Polygraphservice and T, 2012. – 236 p.

4. Lamerdonov Z.G. Improvement of trellis systems in intensive mountain gardening and viticulture // Machinery and equipment for the village. 2017. No. 9. P. 26-30.

5. Enaldieva M.A. Protection of landslide sites by anti-landslide structures – wire anchors with conical and rotary tips /dissertation for the degree of candidate of technical sciences / FGOUVPO “Kuban State Agrarian University”, Krasnodar, 2016. 178 p.

6. Pat. 2486316 RF, IPC E02D17/20. Device for anchoring anti-landslide structures / Z.G. Lamerdonov, M.A. Enaldieva; application 04.05.2011; publ. 27.06.2013. Byul. No. 31.

7. Pat. 2486317 RF, IPC E02D17/20. Wire anchor with a conical tip / Z.G. Lamerdonov, M.A. Enaldieva; application 04.05.2011; publ. 27.06.2013. Byul. No. 18.

8. Pat. 2543251 RF, IPC E02D5/80. Method of installation of wire anchors / T.Yu. Hashirova, L.K. Kilchukova, Z.V. Apanasova, M.A. Enaldieva, Z.G. Lamerdonov; application 31.10.2013; publ. 27.02.2015. Byul. No. 6.

9. Pat. 2541964 RF, IPC E02D5/80. Device for installing wire anchors on slopes and ravines / T.Yu. Hashirova Z.V. Apanasova, L.K. Kilchukova, M.A. Enaldieva, Z.G. Lamerdonov; application 29.10.2013; publ. 20.02.2015. Byul. No. 5.

10. Pat. 2579034 RF, IPC E02D5/80. Method of installing wire anchors to a great depth / Z.G. Lamerdonov; application 16.03.2015; publ. 27.03.2016. Byul. No. 9.

11. Pat. 2318096 RF, IPC E02D17/20. Method of erecting anti-erosion protection of slopes / T.Yu. Hashirova; application 16.05.2006; publ. 27.02.2008. Byul. No. 6.

12. Pat. 2579032 RF, IPC E02D17/20. The method of fixing the slope fastenings of dams / Z.G. Lamerdonov; application 11.02.2015; publ. 27.03.2016. Byul. No. 9.

13. Pat. 2579035 RF, IPC E02D17/20. Method of fixing dams on the lower slope / Z.G. Lamerdonov; application. 13.02.2015; publ. 27.03.2016. Byul. No. 9.

14. Lamerdonov Z.G. Flexible slope fastenings // Hydrotechnical construction. 2003. No. 1. P. 39-43.

15. Pat. 2581172 RF, IPC E02D17/20. Method of installation of pillars / Z.G. Lamerdonov; application 13.02.2015; publ. 20.04.2016. Byul. No. 11.

16. Pat. 2583440 RF, IPC E02D12/20, E02D17/20. Method of strengthening pillars with wire anchors / Z.G. Lamerdonov; application 16.02.2015; publ. 10.05.2016. Byul. No. 13.

#### Criteria of authorship

Lamerdonov Z.G., Shuganov A.V., Khashirova T.Yu. carried out theoretical and practical research, on the basis of which they carried out a generalization and wrote a manuscript. Lamerdonov Z.G., Shuganov A.V., Khashirova T.Yu. have copyright on the article and are responsible for plagiarism.

The article was submitted to the editorial office 26.05.2023

Approved after peer review 18.08.2023

Accepted for publication 18.08.2023