

УДК 615.92:348.294(871.52)+264.72  
DOI 10.24412/2312-2935-2024-1-191-200

## ДЕФИЦИТАРНЫЙ И СОМАТИЧЕСКИЙ СТАТУС ПАЦИЕНТОВ С САРКОПЕНИЧЕСКИМ ОЖИРЕНИЕМ И НАРУШЕНИЕМ ЗРЕНИЯ

*А.Е. Копылов<sup>1</sup>, Н.М. Азарков<sup>1,2,3</sup>, А.А. Титов<sup>2</sup>, Д.Р. Шмарова<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Тамбовский филиал ФГАУ «НМИЦ «Межотраслевый научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова», Минздрава России, г. Тамбов

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» Министерства науки и высшего образования России, г. Курск

<sup>3</sup>ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» Министерства науки и высшего образования России, г. Белгород

**Введение.** Саркопеническое ожирение представляет недостаточно изученное состояние в гериатрической практике как среди пациентов с соматической патологией, так и среди пациентов с нарушением зрения. Кроме того, практически неизвестными остаются дефицитарный и соматический статус пациентов с саркопеническим ожирением и нарушением зрения.

**Цель исследования** - изучение дефицитарного и соматического статуса пациентов с саркопеническим ожирением и нарушением зрения.

**Материал и методы.** В основную группу вошли 248 пациентов с саркопеническим ожирением и с нарушением зрительных функций вследствие открытоугольной глаукомы, диабетической ретинопатии и катаракты. Группа сравнения представлена 215 пациентами аналогичного возраста с нарушением зрения вследствие тех же заболеваний, что и в основной группе, но без саркопенического ожирения. У пациентов обеих групп изучены соматический статус (заболевания сердца, артериальная гипертензия, сахарный диабет, остеопороз, артрит, заболевания легких) и дефицитарный статус (когнитивные нарушения, депрессия, тревожность и синдром падений) по общепринятым методам. Рассчитывались показатели распространенности, относительного риска, доверительных интервалов, стандартные отклонения.

**Результаты.** Установлено, что у пациентов с нарушением зрения и саркопеническим ожирением статистически значимо выше распространенность сахарного диабета, остеопороза, артрита. Так, распространенность сахарного диабета в основной группе составила  $48,5 \pm 2,0$  на 100 обследованных относительно  $40,2 \pm 1,9$  на 100 обследованных группы сравнения, остеопороза -  $22,7 \pm 1,6$  случаев и  $15,8 \pm 1,7$  случаев, артрита -  $63,4 \pm 2,0$  и  $54,5 \pm 2,3$  случаев соответственно. Выявлены существенные различия и в дефицитарном статусе пациентов сравниваемых групп с преобладанием распространенности когнитивных нарушений, депрессии, тревожности и синдрома падений ( $p < 0,01$ ) в основной группе. Наиболее значимая ассоциация нарушений зрения и саркопенического ожирения установлена с синдромом полиморбидности ( $OR=3,149$ ;  $p=0,0014$ ), низкой физической активностью ( $OR= 2,974$ ;  $p=0,0013$ ), с синдромом падений ( $OR= 2,348$ ;  $p=0,0017$ ) и когнитивными нарушениями ( $OR= 2,236$ ;  $p=0,0014$ ).

**Заключение.** Саркопеническое ожирение ухудшает соматический и дефицитарный статус пожилых пациентов с нарушением зрения.

**Ключевые слова:** пожилые, саркопеническое ожирение, соматический статус, когнитивные нарушения, тревожность, депрессия, синдром падений

## DEFICIENCY AND SOMATIC STATUS OF PATIENTS WITH SARCOPENIC OBESITY AND VISUAL IMPAIRMENT

*A.E. Kopylov<sup>1</sup>, N.M. Agarkov<sup>1,2,3</sup>, A.A. Titov<sup>2</sup>, D.R. Shmarova<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*S.N. Fedorov National medical research center «MNTK Eye Microsurgery», Tambov*

<sup>2</sup>*Southwest State University, Kursk*

<sup>3</sup>*Belgorod State National Research University, Belgorod*

**Introduction.** Sarcopenic obesity is an insufficiently studied condition in geriatric practice both among patients with somatic pathology and among patients with visual impairment. In addition, the deficit and somatic status of patients with sarcopenic obesity and visual impairment remain virtually unknown.

**The aim of the study** - study of the deficit and somatic status of patients with sarcopenic obesity and visual impairment.

**Material and methods.** The main group included 248 patients with sarcopenic obesity and visual impairment due to open-angle glaucoma, diabetic retinopathy and cataracts. The comparison group is represented by 215 patients of the same age with visual impairment due to the same diseases as in the main group, but without sarcopenic obesity. Somatic status (heart disease, hypertension, diabetes mellitus, osteoporosis, arthritis, lung diseases) and deficiency status (cognitive impairment, depression, anxiety and falls syndrome) were studied in patients of both groups using conventional methods. The indicators of prevalence, relative risk, confidence intervals, standard deviations were calculated.

**The results of the study.** It was found that the prevalence of diabetes mellitus, osteoporosis, and arthritis is statistically significantly higher in patients with visual impairment and sarcopenic obesity. Thus, the prevalence of diabetes mellitus in the main group was  $48,5 \pm 2,0$  per 100 examined compared to  $40,2 \pm 1,9$  per 100 examined in the comparison group, osteoporosis –  $22,7 \pm 1,6$  cases and  $15,8 \pm 1,7$  cases, arthritis –  $63,4 \pm 2,0$  and  $54,5 \pm 2,3$  cases, respectively. Significant differences were also revealed in the deficit status of patients of the compared groups with a predominance of the prevalence of cognitive impairment, depression, anxiety and falling syndrome ( $p < 0,01$ ) in the main group. The most significant association of visual impairment and sarcopenic obesity was established with polymorbidity syndrome (OR=3,149;  $p=0,0014$ ), low physical activity (OR= 2,974;  $p=0,0013$ ), with falls syndrome (OR=2,348;  $p=0,0017$ ) and cognitive impairment (OR=2,236;  $p=0,0014$ ).

**Conclusion.** Sarcopenic obesity worsens the somatic and deficient status of elderly patients with visual impairment.

**Keywords:** elderly, sarcopenic obesity, somatic status, cognitive impairment, anxiety, depression, falls syndrome

**Введение.** Саркопения определяется как наличие прогрессирующей и генерализованной потери мышечной массы и силы, связанной с неблагоприятными исходами, такими как падения, переломы, хрупкость и смертность. Саркопения чаще поражает пожилых людей, но

прогрессирующее снижение мышечной массы начинается, как только человек достигает 40-летнего возраста, а после 50 лет мышечная масса ежегодно уменьшается на 1-2% [1, 2].

Механизмы, которые вызывают саркопению, сложны и включают снижение нервной функции с уменьшением двигательных единиц и волокон, гормональные изменения, снижение функции клеток-сателлитов, недоедание, хроническое воспаление низкой степени, митохондриальную дисфункцию и поведенческие факторы, такие как малоподвижный образ жизни. Следовательно, простых и уникальных диагностических критериев для определения саркопении пока не установлено. Для диагностики саркопении были предложены различные определения, большинство из которых используют набор критериев, основанных на мышечной силе, массе и скорости походки [3, 4].

Саркопеническое ожирение представляет недостаточно изученный гериатрический синдром у пациентов с различной соматической патологией, хотя в отдельности рассматриваются саркопения и ожирение. Среди же пациентов с различной офтальмологической патологией, сопровождающейся дефицитом зрительных функций, саркопеническое ожирение вообще не рассматривалось до настоящего времени, несмотря на то, что зрительный дефицит может быть фактором риска саркопенического ожирения, так как обуславливает гипомобильность таких пациентов и способствует развитию ожирения и саркопении. Вместе с тем, саркопеническое ожирение может, в свою очередь, способствовать снижению функциональной активности пациентов с офтальмологическими заболеваниями.

**Цель исследования** - изучение дефицитарного и соматического статуса пациентов с саркопеническим ожирением и нарушением зрения.

**Материал и методы.** Обследование 248 пациентов с саркопеническим ожирением и нарушением зрения проведено в клинических условиях. Средний возраст данной группы, представляющей основную группу, составил  $67,8 \pm 2,1$  года и включал пациентов, помимо наличия саркопенического ожирения, с различными офтальмологическими заболеваниями – открытоугольная глаукома, диабетическая ретинопатия, катаракта. В группу сравнения ( $n=215$ ) вошли пациенты пожилого возраста (средний возраст составил  $68,4 \pm 1,9$  года) с нарушением зрения вследствие глаукомы, диабетической ретинопатии и катаракты без саркопенического ожирения. Таким образом, основная группа и группа сравнения были сопоставимы по возрастному составу и офтальмологической патологии.

Выявление саркопенического ожирения проводилось с учётом диагностики ожирения по величине индекса массы тела и саркопении, определяемой по шкале EWGSOP. В структуру

оценки соматического статуса пациентов с саркопеническим ожирением, нарушением зрения и без нарушения зрения входили:

- заболевания сердца (миокардит, перенесенный полгода инфаркт миокарда, острый коронарный синдром),

- артериальная гипертензия,

- сахарный диабет,

- остеопороз,

- артрит,

- заболевания лёгких.

Гериатрический статус предусматривал анализ следующих дефицитарных состояний:

- когнитивные нарушения,

- депрессия,

- тревожность,

- синдром падений [5].

Изучение перечисленных дефицитов проведено по общепринятым методам и шкалам. По Mini-Mental-State-Examination изучались когнитивные нарушения, по шкале HADS - депрессия и тревожность, по анамнестическому и ретроспективному методу анализа официальной медицинской документации - синдром падений за последний год.

Пациенты включались в группы после получения письменного информированного согласия.

При статистической обработке рассчитывались относительные показатели и стандартные отклонения, относительный риск и доверительные интервалы. Различие принималось статистически значимым при  $p < 0,05$ .

**Результаты и обсуждение.** Анализ патологии и некоторых дефицитарных синдромов среди пациентов 60-74 лет с саркопеническим ожирением и нарушением зрения выявил, что некоторые изученные распространённые соматические заболевания встречаются статистически значимо чаще у пациентов основной группы относительно группы сравнения (таблица 1). Наиболее распространённой соматической патологией в обеих группах выступает артериальная гипертензия без статистически значимого преобладания у пациентов с саркопеническим ожирением. Аналогичное соотношение характерно и для заболеваний сердца ( $p > 0,05$ ). Сравниваемые клинические группы не имели статистически значимых различий и в распространённости заболеваний лёгких. Однако особенностью соматического

статуса пациентов с саркопеническим ожирением и нарушением зрения является преобладание сахарного диабета, остеопороза, артрита.

**Таблица 1**

Особенности патологии среди пациентов саркопеническим ожирением и нарушением зрения по данным Тамбовского МНТК «Микрохирургия глаза имени академика С.Н. Федорова»  
 (P±SD, %)

<i>Название заболевания</i>	<i>Пациенты с нарушением зрения без саркопенического ожирения</i>	<i>Пациенты с нарушением зрения с саркопеническим ожирением</i>	<i>P</i>
Заболевания сердца	26,7±2,8	34,2±2,5	>0,05
Артериальная гипертензия	75,3±4,1	79,8±3,9	>0,05
Сахарный диабет	40,2±1,9	48,5±2,0	<0,01
Остеопороз	15,8±1,7	22,7±1,6	<0,05
Артрит	54,5±2,3	63,4±2,0	<0,01
Заболевания лёгких	18,4±1,6	21,5±1,8	>0,05
Когнитивные нарушения	29,3±1,8	41,8±2,4	<0,01
Депрессия	25,6±1,7	33,5±1,8	<0,01
Тревога	27,9±1,4	38,4±2,5	<0,01
Падения	28,4±2,1	41,2±2,3	<0,01

Дефицитарный статус пациентов с нарушением зрения и саркопеническим ожирением статистически значимо отличался по распространённости когнитивных нарушений, депрессии и тревожности. Наибольшие различия при этом установлены для распространённости когнитивных нарушений и тревожности, которые статистически значимо преобладают среди пожилых пациентов с нарушением зрения и саркопеническим ожирением. Распространённость депрессии также статистически значимо выше в основной группе, но с меньшим различием относительных величин ( $p < 0,01$ ). Аналогичный вывод относится к распространённости синдрома падений. Полученные результаты показывают статистически значимо худший соматический и гериатрический статус пациентов с нарушением зрения и саркопеническим ожирением.

Анализ ассоциации нарушения зрения и саркопенического ожирения в изученной когорте пациентов выявил наибольшую связь с синдромом полиморбидности (табл. 2).

**Таблица 2**

Ассоциация нарушения зрения и саркопенического ожирения с физической активностью, соматической патологией и дефицитарными синдромами

<i>Показатель</i>	<i>OR</i>	<i>Доверительный интервал</i>	<i>P</i>
Низкая физическая активность	2,974	2,708-3,115	0,0013
Умеренная физическая активность	0,595	0,472-0,771	0,545
Высокая физическая активность	0,275	0,108-0,364	0,872
Полипругмазия	1,215	1,113-1,405	0,0421
Сахарный диабет	1,308	1,175-1,584	0,0327
Полиморбидность	3,149	3,106-3,325	0,0014
Остеопороз	1,224	1,124-1,489	0,0246
Артрит	1,347	1,262-1,545	0,0315
Когнитивные нарушения	2,236	2,064-2,547	0,0014
Депрессия	1,457	1,218-1,708	0,0121
Тревога	1,952	1,715-2,349	0,0013
Падения	2,348	2,214-2,527	0,0017

Незначительно ниже оказалась величина относительного риска для низкой физической активности, способствующей развитию сочетанного нарушения зрения и саркопенического ожирения практически в 3 раза со статистически значимым доверительным интервалом. Однако ассоциация нарушения зрения и саркопенического ожирения с синдромом падений и когнитивными нарушениями оказалась практически одинаковой с близкими величинами относительного риска, составившими 2,348 и 2,236 соответственно.

Рассматривая в совокупности изученные ассоциации нарушения зрения и саркопенического ожирения, необходимо отметить связи с большинством показателей со статистически значимыми величинами относительного риска, за исключением умеренной и высокой физической активностью.

В публикациях последних лет сообщается о распространённости саркопенического ожирения при отдельных соматических заболеваниях - рак, артрит, послеоперационные случаи, сахарный диабет, метаболический синдром [6], но ничего не сообщается об ассоциации саркопенического ожирения у пациентов с нарушением зрения, вызывающим зрительный дефицит. Среди других дефицитарных синдромов у пациентов с соматической патологией указывается на ассоциацию саркопенического ожирения с синдромом старческой астении, депрессией и когнитивными нарушениями [7]. Пациенты же с умеренной деменцией имели значительно более низкий показатель качества питания ( $p < 0,01$ ) и качества жизни

( $p < 0,01$ ), чем пациенты с легкой деменцией. Кроме того, доля недоедания была выше у пациентов с умеренной деменцией, чем у пациентов с лёгкой деменцией. Рассматриваются также ассоциации между состоянием питания и синдромом старческой астении, депрессией, качеством жизни. Пациенты с более низким показателем питания были достоверно связаны с повышенным риском синдрома старческой астении ( $OR=4,76$ ;  $p < 0,01$ ), депрессии ( $OR=3,17$ ;  $p=0,03$ ) [7].

В соотношении физической активности пациентов пожилого возраста с соматической патологией, ожирением и саркопенией не обнаружено никакой корреляции между основными параметрами ожирения, такими как процент жира в организме или индекс массы тела и, следовательно, саркопеническое ожирение, что отличает эти результаты от полученных нами. Авторы полагают, что рекомендуемые уровни физической активности у пожилых людей могут быть недостаточны для предотвращения возникновения саркопенического ожирения [8-10], равно как и недостаточно в настоящее время исследований по саркопеническому ожирению у пациентов с нарушением зрения.

**Заключение.** Среди пациентов с саркопеническим ожирением и нарушением зрения статистически значимо более распространены некоторые соматические заболевания - сахарный диабет, остеопороз, артрит, а также некоторые дефицитарные синдромы - депрессия, тревога, когнитивные нарушения и синдром падений. В наибольшей ассоциации у пациентов с саркопеническим ожирением и нарушением зрения находятся полиморбидность, низкая физическая активность, когнитивные нарушения и синдром падений.

### Список литературы

1. Mitchell W.K., Williams J., Atherton P., et al. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. *Front Physiol.* 2012;3:260. DOI: 10.3389/fphys.2012.00260
2. Cruz-Jentoft A.J., Sayer A.A. Sarcopenia. *Lancet.* 2019;393(10191):2636–2646. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)31138-9
3. Cruz-Jentoft A.J., Bahat G., Bauer J., et al.. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing.* 2019;48(1):16–31. DOI: 10.1093/ageing/afy169
4. Фабрикантов О.Л., Агарков Н. М., Лев И. В., и др. Аллостатическая нагрузка как способ объективизации возрастной жизнеспособности пациентов с офтальмопатологией.

Научные результаты биомедицинских исследований. 2021;7(3):451-460. DOI: 10.18413/2658-6533-2021-7-4-0-10

5. Шарашкина Н.В., Ткачева О.Н., Рунихина Н.К., и др. Комплексная гериатрическая оценка – основной инструмент работы врача-гериатра. Российский журнал гериатрической медицины. 2022;4(12):210–227. DOI: 10.37586/2686-8636-4-2022-210-227

6. Kumari M., Khanna A. Prevalence of Sarcopenic Obesity in Various Comorbidities, Diagnostic Markers, and Therapeutic Approaches: A Review. *Ann Geriatr Med Res.* 2022;26(4):296-308. DOI: 10.4235/agmr.22.0081

7. Chou H.H., Lai T.J., Yen C.H., et al. Sarcopenic Obesity Tendency and Nutritional Status Is Related to the Risk of Sarcopenia, Frailty, Depression and Quality of Life in Patients with Dementia. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(5):2492. DOI: 10.3390/ijerph19052492

8. Teraz K., Kalc M., Peskar M., et al. Sarcopenia, obesity, and their association with selected behavioral factors in active older adults. *Front Physiol.* 2023;14:1129034. DOI: 10.3389/fphys.2023.1129034

9. Шикина И.Б. Факторы, влияющие на способность стимуляторов психических процессов менять психофизиологические показатели и зрительное восприятие у человека. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. Волгоградский государственный медицинский университет. Волгоград, 2003. 24 с.

10. Арушанян Э.Б., Шикина И.Б. Участие зрительного анализатора в лекарственной психостимуляции. *Психофармакология и биологическая наркология.* 2002;3-4 (2):358.

### References

1. Mitchell W.K., Williams J., Atherton P., et al. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. *Front Physiol.* 2012;3:260. DOI: 10.3389/fphys.2012.00260

2. Cruz-Jentoft A.J., Sayer A.A. Sarcopenia. *Lancet.* 2019;393(10191):2636–2646. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)31138-9

3. Cruz-Jentoft A.J., Bahat G., Bauer J., et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing.* 2019;48(1):16–31. DOI: 10.1093/ageing/afy169

4. Fabrikantov O.L., Agarkov N.M., Lev I.V., et al. Allostaticeskaya nagruzka kak sposob ob"ektivizacii vozrastnoj zhiznesposobnosti pacientov s oftal'mopatologiej [Allostatic load as a way to objectify the age-related viability of patients with ophthalmopathology]. *Nauchnye rezul'taty*

biomedicinskih issledovanij [Research Results in Biomedicine]. 2021;7(3):451-460. DOI: 10.18413/2658-6533-2021-7-4-0-10 (In Russian)

5. Sharashkina N.V., Tkacheva O.N., Runikhina N.K., et al. Kompleksnaya geriatricheskaya ocenka – osnovnoj instrument raboty vracha-geriatra [Comprehensive geriatric assessment is the main tool of the work of a geriatric doctor]. Rossijskij zhurnal geriatricheskoj mediciny [Russian Journal of Geriatric Medicine]. 2022;4(12):210–227. DOI: 10.37586/2686-8636-4-2022-210-227 (In Russian)

6. Kumari M., Khanna A. Prevalence of Sarcopenic Obesity in Various Comorbidities, Diagnostic Markers, and Therapeutic Approaches: A Review. Ann Geriatr Med Res. 2022;26(4):296-308. DOI: 10.4235/agmr.22.0081

7. Chou H.H., Lai T.J., Yen C.H., et al. Sarcopenic Obesity Tendency and Nutritional Status Is Related to the Risk of Sarcopenia, Frailty, Depression and Quality of Life in Patients with Dementia. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(5):2492. DOI: 10.3390/ijerph19052492

8. Teraz K., Kalc M., Peskar M., et al. Sarcopenia, obesity, and their association with selected behavioral factors in active older adults. Front Physiol. 2023;14:1129034. DOI: 10.3389/fphys.2023.1129034

9. Shikina I.B. Faktory, vliyayushchie na sposobnost' stimulyatorov psichicheskikh processov menyat' psihofiziologicheskie pokazateli i zritel'noe vospriyatie u cheloveka. [Factors affecting the ability of stimulants of mental processes to change psychophysiological indicators and visual perception in humans.] Abstract of dissertation for the degree of candidate of medical sciences/Volgograd State Medical University. Volgograd, 2003. 24 s. (In Russian)

10. Arushanyan E.B., Shikina I.B. Uchastie zritel'nogo analizatora v lekarstvennoj psihostimulyacii. [Participation of the visual analyzer in drug psychostimulation]. Psihofarmakologiya i biologicheskaya narkologiya. [Psychopharmacology and biological narcology]. 2002;3-4 (2):358 (In Russian)

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
**Acknowledgments.** The study did not have sponsorship.

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

#### Сведения об авторах

**Копылов Андрей Евгеньевич** – кандидат медицинских наук, заведующий отделением лазерного центра, Тамбовский филиал ФГАУ «НМИЦ «Межотраслевый научно-технический

комплекс «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова», Минздрава России, 392000, г. Тамбов, Рассказовское шоссе, 1, E-mail: [mntk@mntk-tambov.ru](mailto:mntk@mntk-tambov.ru), SPIN-код: 3584-5021, ORCID: 0000-0002-3536-1645

**Агарков Николай Михайлович** – доктор медицинских наук, профессор кафедры биомедицинской инженерии, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» Министерства науки и высшего образования России, 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94, старший научный сотрудник лаборатории «Проблемы старения», профессор кафедры пропедевтики внутренних болезней и клинических информационных технологий, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» Министерства науки и высшего образования России, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85, научный сотрудник, Тамбовский филиал ФГАУ «НМИЦ «Межотраслевый научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова», Минздрава России, 392000, г. Тамбов, Рассказовское шоссе, 1, E-mail: [vitalaxen@mail.ru](mailto:vitalaxen@mail.ru), SPIN-код: 8921-6603, ORCID: 0000-0002-4821-3692

**Титов Антон Андреевич** – студент кафедры биомедицинской инженерии ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» Министерства науки и высшего образования России, 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94, E-mail: [anton-titov-2001@mail.ru](mailto:anton-titov-2001@mail.ru), SPIN-код: 1016-5664, ORCID: 0000-0003-4209-3930

**Шмарова Диана Руслановна** – студент кафедры биомедицинской инженерии ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» Министерства науки и высшего образования России, 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94, E-mail: [shmarova.diana@mail.ru](mailto:shmarova.diana@mail.ru), SPIN-код: 2016-5754, ORCID: 0000-0003-3436-4059

#### Information about authors

**Andrey E. Kopylov** - PhD, Head of the Laser Center Department at the S.N. Fedorov National medical research center «MNTK Eye Microsurgery», Tambov, 392000, Tambov, Rasskazovskoe highway, 1, E-mail: [mntk@mntk-tambov.ru](mailto:mntk@mntk-tambov.ru), SPIN-код: 3584-5021, ORCID: 0000-0002-3536-1645

**Nikolay M. Agarkov** - MD, Professor of the Department of Biomedical Engineering of the Southwest State University, 305040, Kursk, 50 let Oktyabrya str., 94, Senior Researcher at the Laboratory "Problems of Aging", Professor of the Department of Propaedeutics of Internal Diseases and Clinical Information Technologies of the Belgorod State National Research University, 308015, Belgorod, Pobedy str., 85, Researcher at the S.N. Fedorov National medical research center «MNTK Eye Microsurgery», Tambov, 392000, Tambov, Rasskazovskoe highway, 1, E-mail: [vitalaxen@mail.ru](mailto:vitalaxen@mail.ru), SPIN-код: 8921-6603, ORCID: 0000-0002-4821-3692

**Anton A. Titov** – student of the Department of Biomedical Engineering of the Southwest State University of the Ministry of Science and Higher Education of Russia, 305040, Kursk, 50 years of October str., 94, E-mail: [anton-titov-2001@mail.ru](mailto:anton-titov-2001@mail.ru), SPIN-код: 1016-5664, ORCID: 0000-0003-4209-3930

**Diana R. Shmarova** - student of the Department of Biomedical Engineering of the Southwest State University, 305040, Kursk, 50 let Oktyabrya str., 94, E-mail: [shmarova.diana@mail.ru](mailto:shmarova.diana@mail.ru), SPIN-код: 2016-5754, ORCID: 0000-0003-3436-4059

Статья получена: 03.10.2023 г.

Принята к публикации: 25.03.2024 г.