



Особенности клинического течения увеальной меланомы

А. Р. Осокин, М. А. Енгибарян, А. А. Шульга[✉], А. П. Меньшенина, И. В. Головинов,
Д. В. Ходакова, А. В. Галина, С. В. Гурова, Л. Н. Ващенко, А. В. Снежко

Национальный медицинский исследовательский центр онкологии Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

✉ slip.anka96@mail.ru

Аннотация

Цель исследования. Анализ клинической характеристики больных увеальной меланомой для определения особенностей течения заболевания.

Пациенты и методы. В исследование были включены 223 пациента с установленным диагнозом увеальной меланомы, проходивших обследование в ФГБУ «НМИЦ онкологии» Минздрава России в период с 2019 по 2024 г. Всем пациентам было проведено стандартное офтальмологическое обследование, выполнена компьютерная томография орбит, органов грудной клетки и органов брюшной полости. С помощью методов стандартной описательной статистики были проанализированы данные пациентов с целью выявления соотношения следующих: пол, возраст, локализация новообразования и его размер, степень распространения первичной опухоли, метастазирование и клинические симптомы.

Результаты. В исследуемой группе количество пациентов мужского пола составило 92 человека (41,2 %), женского пола – 131 человек (58,8 %). Средний возраст всех пациентов составил $61,3 \pm 0,9$ года. Заболеваемость среди пациентов женского пола выше, чем мужского, особенно в возрасте от 60 до 74 лет. Наиболее часто встречаемая локализация увеальной меланомы – хориоидеи, что составило 85,6 % (191 пациент). Преобладали опухоли, распространенность которых соответствовала T₂ и T₃ – 70 (31,4 %) и 76 (34,1 %) человек соответственно. Средние и большие опухоли диагностированы у большего количества пациентов – 30,9 % и 40,4 % соответственно. Среди всех пациентов отдаленные метастазы были выявлены у 11,6 %. Основной очаг метастазирования – печень (61 %). В меньшей степени метастатическому поражению были подвержены легкие и кости (9–13 %), а также почки, надпочечники, поджелудочная железа и головной мозг (3–7 %). Выявлен широкий спектр симптомов и последствий распространения первичной опухоли.

Заключение. Разнообразие клинических симптомов при увеальной меланоме зависит от локализации и распространенности опухоли. Понимание особенностей развития заболевания и его проявлений способствует своевременной диагностике и эффективному лечению.

Ключевые слова:

увеальная меланома, заболеваемость, клинические характеристики, симптомы

Для цитирования: Осокин А. Р., Енгибарян М. А., Шульга А. А., Меньшенина А. П., Головинов И. В., Ходакова Д. В., Галина А. В., Гурова С. В., Ващенко Л. Н., Снежко А. В. Особенности клинического течения увеальной меланомы. Research and Practical Medicine Journal (Исследования и практика в медицине). 2025; 12(3): 42-52. <https://doi.org/10.17709/2410-1893-2025-12-3-4> EDN: QLXXCK

Для корреспонденции: Шульга Анна Александровна – младший научный сотрудник испытательного лабораторного центра ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
Адрес: 344037, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, ул. 14-я линия, д. 63
E-mail: slip.anka96@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1125-2897>, eLibrary SPIN: 6457-4451, AuthorID: 1221869

Соблюдение этических стандартов: в работе соблюдались этические принципы, предьявляемые Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki, 1964, ред. 2013). Исследование одобрено Комитетом по биомедицинской этике ФГБУ «НМИЦ онкологии» (выписка из протокола заседания №24 от 15.09.2023). Информированное согласие получено от всех участников исследования.

Финансирование: финансирование данной работы не проводилось.

Конфликт интересов: все авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Статья поступила в редакцию 18.04.2025; одобрена после рецензирования 29.07.2025; принята к публикации 27.08.2025.

© Осокин А. Р., Енгибарян М. А., Шульга А. А., Меньшенина А. П., Головинов И. В., Ходакова Д. В., Галина А. В., Гурова С. В., Ващенко Л. Н., Снежко А. В., 2025

Features of uveal melanoma clinical course

A. R. Osokin, M. A. Engibaryan, A. A. Shulga✉, A. P. Menshenina, I. V. Golovinov, D. V. Khodakova, A. V. Galina, S. V. Gurova, L. N. Vashchenko, A. V. Snezhko

National Medical Research Centre for Oncology, Rostov-on-Don, Russian Federation

✉ slip.anka96@mail.ru

Abstract

Purpose of the study. Analysis of the clinical characteristics of patients with uveal melanoma to determine the features of the disease course.

Patients and methods. The study included 223 patients with a diagnosis of uveal melanoma who were examined at the NMRC for Oncology, the Russian Federation Ministry of Health, in the period from 2019 to 2024. All patients underwent a standard ophthalmological examination, and computed tomography of the orbits, chest, and abdominal organs was performed. Using the methods of standard descriptive statistics, patient data were analyzed in order to identify the ratio of the following: gender, age, location of the neoplasm and its size, the degree of spread of the primary tumor, metastasis and clinical symptoms.

Results. In the study group, the number of male patients was 92 people (41.2 %) and female patients – 131 people (58.8 %). The average age of all patients was 61.3 ± 0.9 years. The incidence among female patients is higher than among male patients, especially at the age of 60 to 74 years. The most common localization of uveal melanoma is the choroid, which accounted for 85.6 % (191 patients). Tumors with degree of spread of T_2 and T_3 were predominant – 70 (31.4 %) and 76 (34.1 %) people, respectively. Medium and large tumors were diagnosed in a larger number of patients – 30.9 % and 40.4 %, respectively. Among all patients, distant metastases were detected in 11.6 %. The main site of metastasis is the liver (61 %). To a lesser extent, metastatic lesions were found in the lungs and bones (9–13 %), as well as the kidneys, adrenal glands, pancreas and brain (3–7 %). A wide range of symptoms and consequences of the spread of the primary tumor was revealed.

Conclusion. The variety of clinical symptoms in uveal melanoma depends on the location and extent of the tumor. Understanding the features of the development of the disease and its manifestations contributes to timely diagnosis and effective treatment.

Keywords:

uveal melanoma, incidence, clinical characteristics, symptoms

For citation: Osokin A. R., Engibaryan M. A., Shulga A. A., Menshenina A. P., Golovinov I. V., Khodakova D. V., Galina A. V., Gurova S. V., Vashchenko L. N., Snezhko A. V. Features of uveal melanoma clinical course. Research and Practical Medicine Journal (Issled. prakt. med.). 2025; 12(3): 42-52. (In Russ.). <https://doi.org/10.17709/2410-1893-2025-12-3-4> EDN: QLXXCK

For correspondence: Anna A. Shulga – Junior Researcher at the testing laboratory center, National Medical Research Centre for Oncology, Rostov-on-Don, Russian Federation

Address: 63 14 line str., Rostov-on-Don 344037, Russian Federation

E-mail: slip.anka96@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1125-2897>, eLibrary SPIN: 6457-4451, AuthorID: 1221869

Compliance with ethical standards: the study followed the ethical principles set forth by the World Medical Association Declaration of Helsinki, 1964, ed. 2013. The study was approved by the Biomedical Ethics Committee of the National Medical Research Centre for Oncology (extract from the protocol of the meeting No. 24 dated September 15, 2023). Informed consent was obtained from all participants in the study.

Funding: this work was not funded.

Conflict of interest: the authors declare that there are no obvious and potential conflicts of interest associated with the publication of this article.

The article was submitted 18.04.2025; approved after reviewing 29.07.2025; accepted for publication 27.08.2025.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Злокачественные опухоли глаза – это серьезное офтальмологическое заболевание с высоким риском осложнений, включая потерю зрения и угрозу жизни пациента [1]. Наиболее распространенными внутриглазными новообразованиями являются ретинобластома и увеальная меланома [2].

Увеальная меланома занимает первое место среди внутриглазных опухолей с низкими значениями средней годовой заболеваемости, которая составляет 5–10 случаев на миллион. Так, в странах Европы заболеваемость варьирует от 2 до 8 случаев на миллион населения в год, составляя примерно 3–5 % от меланом других локализаций [3, 4].

Увеальная меланома наиболее часто локализуется в сосудистой оболочке глаза (90 %), реже – в цилиарном теле (6 %) и радужной оболочке (4 %). Как и в случае с кожной меланомой, увеальная меланома образуется в меланоцитах, составляя 3–5 % меланоцитарных опухолей [5–7]. Однако увеальная меланома отличается от меланомы кожи своими молекулярно-генетическими свойствами. Так, онкогенные мутации в генах NRAS и BRAF, являющиеся основными при меланоме кожи, практически не встречаются при увеальной меланоме [8, 9].

К клиническим особенностям, которые способны повлиять на течение заболевания, относятся возраст пациента, диаметр и толщина опухоли, диффузная конфигурация опухоли, ее локализация, распространение и стадия [7, 10]. Увеальная меланома преимущественно диагностируется у пациентов среднего и старшего возраста, с пиком заболеваемости в период 55–60 лет [7, 11]. Случаи развития увеальной меланомы у детей наблюдаются нечасто, при этом врожденная форма заболевания регистрируется еще реже [12, 13].

Установлено, что возраст пациента положительно коррелирует с инвазивным потенциалом опухоли – чем старше пациент, тем больше вероятность появления отдаленных метастазов [14]. Около 30 % пациентов не имеют симптомов на момент постановки диагноза. Клинические симптомы в значительной степени обусловлены локализацией опухоли. Так, меланомы сосудистой оболочки длительное время могут протекать бессимптомно и обнаруживаться только при тщательном осмотре глазного дна по всем меридианам [15]. Поздняя диагностика увеальной меланомы обусловлена скудностью и неспецифичностью клинических проявлений заболевания, а также ограниченным осмотром глазного дна без оценки периферических участков при узком зрачке. Анализ заболеваемости и специфики клинических проявлений увеальной меланомы можно рассматривать в качестве важного фактора, способствующего

оптимизации диагностики офтальмоонкологических патологий и их последствий.

Цель исследования: анализ клинической характеристики больных увеальной меланомой для определения особенностей течения заболевания.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В период с 2019 по 2024 г. в ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии» Минздрава России (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация) на обследовании находились 223 пациента с увеальной меланомой. Всем больным проведено стандартное офтальмологическое обследование, выполнена компьютерная томография (КТ) органов грудной клетки и органов брюшной полости с целью выявления метастатического поражения легких и печени. Магнитно-резонансная томография (МРТ) головного мозга выполнялась при наличии неврологической симптоматики или жалоб со стороны центральной нервной системы (ЦНС).

Определение соответствия опухолевого процесса стадии Т было основано на данных, полученных до начала лечения при осмотре, различных техниках визуализации глаза, таких как ультразвуковое исследование (УЗИ), КТ и МРТ орбит, и дополнялось сведениями, выявленными при хирургическом вмешательстве или полученными при исследовании операционного материала.

Статистический анализ

С помощью методов описательной статистики были проанализированы данные пациентов и выявлены соотношения значений следующих характеристик: возраст, пол, локализация новообразования, его размер, степень распространения первичной опухоли, а также процент метастазирования и симптомы различного рода. Показатели представлены в виде среднего значения со среднеквадратичной ошибкой среднего. Статистический анализ проводили в программе STATISTICA 10.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследуемой группе больных увеальной меланомой количество пациентов мужского пола составило 92 (41,2 %) человека, женского пола – 131 (58,8 %) человек. Средний возраст всех пациентов составил $61,3 \pm 0,9$ года, в группе пациентов мужского пола – $59,2 \pm 1,3$ лет, женского пола – $62,8 \pm 1,2$ года.

Распределение пациентов по возрастным категориям было основано на принятой Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) классификации возрастных периодов жизни (табл. 1).

Исходя из результатов ранжирования по возрастам, установлено, что количество пациентов пожилого возраста явно превалирует над количеством пациентов других возрастных групп.

В представленном исследовании соотношение мужчин и женщин среди больных увеальной меланомой составило 1 : 1,4 и, в основном, обусловлено преобладанием женщин в 3 и 4 возрастных категориях.

Далее была проанализирована частота возникновения увеальной меланомы при различных локализациях (табл. 2).

Выявлено явное преобладание случаев увеальной меланомы, локализующихся изолированно в хориоиде (85,6 %), самая низкая встречаемость заболевания – в цилиарном теле (0,5 %).

Анализ распространенности первичной опухоли в соответствии с классификацией TNM показал, что наиболее часто были диагностированы новообразования, распространенность которых соответствовала

T₂ и T₃ – 70 (31,4 %) и 76 (34,1 %) человек соответственно (табл. 3).

В исследованной группе количество пациентов с отдаленными метастазами составило 26 (11,6 %) человек, при этом 77 % из них относятся к T₃ и T₄. Наибольшее число метастазов было выявлено в печени (61 %). Метастатическому поражению в меньшей степени были подвержены легкие и кости – 13 % и 9 % соответственно, а также другие органы – почки, надпочечники, поджелудочная железа и головной мозг (3–7 %).

Распределение пациентов по группам в зависимости от размера новообразования с учетом его диаметра и толщины проводили на основании классификации, представленной в клинических рекомендациях [16].

В исследовании преобладали пациенты со средними и большими опухолями, составившими 30,9 % и 40,4 % соответственно.

Таблица 1. Распределение пациентов по возрастным и гендерным категориям
Table 1. Distribution of patients by age and gender

Возрастной диапазон, годы / Age range, years	Мужской пол, абс., % / Male, abs., %	Женский пол, абс., % / Female, abs., %	Итого, абс. % / Overall, abs., %
Молодой / Young (18–44)	11 (44 %)	14 (56 %)	25 (11,2 %)
Средний / Middle (45–59)	32 (51,6 %)	30 (48,4 %)	62 (27,8 %)
Пожилой / Elderly (60–74)	39 (37,5 %)	65 (62,5 %)	104 (46,6 %)
Старческий / Senile (75–90)	10 (31,25 %)	22 (68,75 %)	32 (14,4 %)
Итого / Overall	92	131	223

Таблица 2. Частота встречаемости увеальной меланомы различной локализации в исследуемой группе пациентов
Table 2. Frequency of uveal melanoma of various localization in the study group of patients

Локализация / Localization	Хориоидея / Choroidea	Цилиарное тело / Ciliary body	Радужка / Iris	Цилиохориоидальная / Ciliochoroidal	Иридоцилиарная / Iridociliary
Частота, абс. % / Frequency, abs. %	191 (85,6 %)	1 (0,5 %)	7 (3,1 %)	12 (5,4 %)	12 (5,4 %)

Таблица 3. Соотношение количества пациентов с разными стадиями распространения первичной опухоли в исследуемой группе
Table 3. The ratio of the number of patients with different stages of primary tumor spread in the study group

Критерий T / T criterion	Количество пациентов, абс. % / Number of patients, abs. %
T1	43 (19,2 %)
T2	70 (31,4 %)
T3	76 (34,1 %)
T4	34 (15,3 %)
Всего / Overall	223 (100 %)

Анализ клинических симптомов у больных увеальной меланомой из исследуемой группы показал, что у всех 223 пациентов (100 %) определялось ухудшение остроты зрения. При исследовании периферического зрения у 204 (91,5 %) человек выявлены скотомы – участки частичного или полного выпадения зрения в поле зрения глаза. У 7 пациентов с меланомами радужки ведущим клиническим признаком являлось наличие образования радужки практически черного цвета. У всех пациентов определялось вращение опухоли в дилататор зрачка с изменением его формы. В 6 из 7 случаев (85,7 %) случаев отмечено стойкое повышение внутриглазного давления. У 2 (28,6 %) пациентов развитие глаукомы сопровождалось появлением стойкого болевого синдрома.

Изолированное поражение цилиарного тела было диагностировано у одного больного. Опухоль протекала бессимптомно и была выявлена при осмотре угла передней камеры глаза по поводу развития дистрофии сетчатки у больного с гиперметропическим астигматизмом.

Увеальная меланома цилиохориоидальной и иридоцилиарной локализации наблюдалась у 24 человек. Ведущим клиническим симптомом в данных случаях являлось стойкое повышение внутриглазного

давления. У 9 (37,5 %) из 24 больных рост опухолевого узла вызвал дислокацию хрусталика и появление размытости зрения. У 7 (29,2 %) пациентов было диагностировано локальное помутнение хрусталика, что проявилось ухудшением зрения в клинической картине заболевания. Изменение формы зрачка различной степени выраженности отмечалось у 14 (58,3 %) человек. Практически у всех пациентов – в 22 (91,7 %) случаях определялась извитость и полнокровие эписклеральных вен в зоне роста опухоли. В 3 (12,5 %) случаях на склере определялся узел аспидно-черного цвета, свидетельствующий о прорастании опухолью белковой оболочки и выход за пределы глазного яблока. У одной пациентки определялось массивное прорастание опухолевых масс с заполнением просвета глазной щели и развитием тотального помутнения хрусталика (рис. 1).

Как уже было указано, преобладающее число пациентов характеризовались наличием опухоли с локализацией в хориоидее. В зоне экватора увеальная меланома локализовалась у 38 (19,9 %) из 191 пациента, в постэкваториальной зоне – у 153 (80,1 %) больных. Преимущественно определялась узловатая форма роста, диагностированная у 183 (95,8 %) пациентов. Диффузная форма роста увеальной меланомы с рас-

Таблица 4. Соотношение количества пациентов с различными размерами первичной опухоли в исследуемой группе
Table 4. The ratio of the number of patients with different sizes of primary tumors in the study group

Категория / Category	Количество пациентов, абс. % / Number of patients, abs. %
Малые / Small	64 (28,7 %)
Средние / Mean	69 (30,9 %)
Большие / Big	90 (40,4 %)
Всего / Overall	223 (100 %)



Рис. 1. Меланома радужки с прорастанием склеры T4 N0M0 с развитием вторичной глаукомы и катаракты, кл.гр.2.

Fig. 1. Iris melanoma with scleral germination T4 N0M0 with the development of secondary glaucoma and cataracts, cl.gr.2.

пространственным утолщением хориоидеи диагностирована у 8 (4,2 %) человек. Наряду с ухудшением зрения у всех пациентов отмечалось появление размытости контуров предметов, изменение их формы, метаморфопсии. Вторичная отслойка сетчатки, обусловленная процессами экссудации и транссудации, как из сосудов сетчатки, так и из опухолевых новообразованных сосудов, диагностирована у 107 (56 %) человек. Дистантная отслойка сетчатки определялась реже и выявлена у 57 (29,8 %) пациентов.

У всех пациентов с увеальной меланомой сосудистой оболочки определялись друзы и «поля оранжевого пигмента». Выраженность указанных симптомов коррелировала с размером опухоли. При увеальной меланоме больших размеров определялись участки некротических изменений в опухоли и пограничных структурах глаза. У 12 (6,3 %) пациентов определялось полное разрушение структур глазного яблока с распространением опухоли в орбитальную клетчатку, развитием деструкции костных стенок орбиты. В этих случаях ведущим клиническим симптомом являлось массивное кровотечение из распадающейся опухоли (рис. 2).

Среди пациентов с увеальной меланомой хориоидеи у 48 (25,1 %) пациентов определялся гемофтальм различной степени выраженности. Ухудшение прозрачности оптических средств глаза уменьшала возможности визуализации опухоли при офтальмоскопическом исследовании. Симптомы иридоциклита и увеита (среди случаев увеальной меланомы хориоидеи) отмечены у 17 (8,9 %) пациентов. Как правило, их возникновение обусловлено токсическим воздействием продуктов распада опухолевой ткани на структуры глазного яблока. Вторичная глаукома различной степени выраженности развилась у 106 (55,5 %) пациентов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования клинических особенностей увеальной меланомы, описанные в большинстве источников, демонстрируют развитие заболевания в возрасте от 50 лет и старше, однако исследования из азиатских стран указывают на более ранний возраст постановки диагноза: в Китае – от 45 лет, в Японии – до 55 лет [7, 11, 17, 18]. Случаи начала заболевания в раннем возрасте были описаны у лиц с синдромом диспластического невуса, множественными невусами, глазным меланозом и веснушками [19].

Полученные данные по гендерному распределению пациентов соответствуют результатам работы российских исследователей по эпидемиологии увеальной меланомы, где соотношение мужчин и женщин составило 1 : 1,5 [20]. Однако различия в гендерных характеристиках так же, как и в возрастных, могут зависеть от исследуемого региона и от смертности мужского и женского населения в нем.

Результаты представленного исследования в значительной степени коррелируют с результатами работ, полученными в работе других исследователей. Так, в работе J. H. Kim и соавт. при ретроспективном анализе медицинских карт 226 пациентов наиболее распространенной первичной локализацией опухоли была хориоидея (97,3 %) [21]. В исследовании C. L. Shields и соавт. ($n = 8033$) выявлено 285 (4 %) случаев увеальной меланомы с локализацией опухоли в радужной оболочке, 492 (6 %) – в цилиарном теле и 7256 (90 %) – в хориоидее [22]. В зависимости от пораженного участка глаза увеальная меланوما вызывает определенные симптомы, в связи с чем большинство клинических признаков определяются не только размером опухоли, но и ее расположением [7]. Увеальная меланом



Рис. 2. Распространение опухоли с разрушением структур глазного яблока и орбиты. А – вид спереди; Б – вид сбоку; В – макропрепарат после выполнения экзентерации орбиты.

Fig. 2. The spread of the tumor with the destruction of the structures of the eyeball and orbit. A – front view; Б – side view; В – macro preparation after exenteration of the orbit.

также может развиваться без каких-либо симптомов и диагностироваться при обычном офтальмологическом осмотре. Заболевание часто вызывает безболезненное искажение зрения и другие неспецифические визуальные симптомы [23]. Спектр остальных клинических симптомов достаточно широк и зависит, прежде всего, от локализации и распространенности опухоли. По мере роста опухоли пациенты отмечают размытость контуров предметов, появление вспышек перед глазами, снижение остроты зрения. Первыми проявлениями меланом радужки и цилиарного тела довольно часто являются признаки повышения внутриглазного давления [15].

Было выявлено, что увеличение размера опухоли на каждый миллиметр коррелирует с увеличением риска метастазирования на 5 % [22, 24]. Распространение опухоли за пределы глаза является неблагоприятным прогностическим фактором, встречающимся в 8–15 % случаев. Экстраокулярное распространение коррелирует с повышенной смертностью, это обусловлено высокой степенью агрессивности новообразования, а при локализации в заднем сегменте глаза – более поздней стадией заболевания на момент диагностики [25].

Выявленное многообразие клинических проявлений и практически неограниченное число сочетаний клинических симптомов различной степени выраженности

затрудняют своевременную постановку диагноза увеальной меланомы [26]. Результаты исследований показывают, что чем больше времени проходит от постановки диагноза до начала лечения пациентов с увеальной меланомой, тем выше риск отдаленных метастазов [27, 28]. При распространенных формах увеальной меланомы энуклеация и экзентерация орбиты являются безальтернативными хирургическими методами, обеспечивающими радикальное удаление злокачественного новообразования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлен широкий спектр клинических симптомов и осложнений, сопровождающих развитие увеальной меланомы. Важно отметить, что многообразие клинических симптомов и множество вариантов их сочетания затрудняют выявление малых форм увеальной меланомы, предопределяя неудовлетворительные результаты лечения пациентов, в частности, при диссеминации заболевания. Проведение тщательного офтальмологического обследования, а также анализ клинических характеристик способствуют своевременному выявлению специфического комплекса симптомов, что, в свою очередь, может помочь в разработке индивидуализированного подхода к лечению.

Список источников

1. Maheshwari A, Finger PT. Cancers of the eye. *Cancer Metastasis Rev.* 2018 Dec;37(4):677–690. <https://doi.org/10.1007/s10555-018-9762-9>
2. Bray F, Colombet M, Mery L, Piñeros M, Znaor A, Zanetti R, Ferlay J. Cancer incidence in five continents Vol. XI. International Agency for Research on Cancer. 2022.
3. Virgili G, Gatta G, Ciccolallo L, Capocaccia R, Biggeri A, Crocetti E, et al.; EURO CARE Working Group. Incidence of uveal melanoma in Europe. *Ophthalmology.* 2007 Dec;114(12):2309–2315. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2007.01.032>
4. Кит О. И., Франциянц Е. М., Бандовкина В. А., Каплиева И. В., Сурикова Е. И., Трешкина Л. К., и др. Оказывает ли влияние изменение нейротрансмиттерного статуса мозга на рост первичной меланомы? *Бюллетень сибирской медицины.* 2020;19(4):94–101. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2020-4-94-101>
5. McLaughlin CC, Wu XC, Jemal A, Martin HJ, Roche LM, Chen VW. Incidence of noncutaneous melanomas in the U.S. *Cancer.* 2005 Mar 1;103(5):1000–1007. <https://doi.org/10.1002/cncr.20866>
6. Kaliki S, Shields CL. Uveal melanoma: relatively rare but deadly cancer. *Eye (Lond).* 2017 Feb;31(2):241–257. <https://doi.org/10.1038/eye.2016.275>
7. Ortega MA, Fraile-Martínez O, García-Honduvilla N, Coca S, Álvarez-Mon M, Buján J, Teus MA. Update on uveal melanoma: Translational research from biology to clinical practice (Review). *Int J Oncol.* 2020 Dec;57(6):1262–1279. <https://doi.org/10.3892/ijo.2020.5140>
8. Яровой А. А., Демидов Л. В., Левашов И. А., Назарова В. В., Яровая В. А. Кожная и увеальная меланома: сходства и различия. *Эффективная фармакотерапия.* 2020;16(18):78–85.
9. Геворкян Ю. А., Солдаткина Н. В., Бондаренко О. К., Мироненко И. Н., Колесников В. Е., Дашков А. В. Клиническое наблюдение пациентки с первично-множественными злокачественными опухолями, включающими первично-множественную меланому. *Южно-Российский онкологический журнал.* 2023;4(3):51–55. <https://doi.org/10.37748/2686-9039-2023-4-3-6>
10. Kaliki S, Shields CL, Shields JA. Uveal melanoma: estimating prognosis. *Indian J Ophthalmol.* 2015 Feb;63(2):93–102. <https://doi.org/10.4103/0301-4738.154367>

11. Саакян С. В., Амирян А. Г., Цыганков А. Ю. Особенности клинического течения и витальный прогноз при увеальной меланоме у пациентов молодого возраста. Вестник офтальмологии. 2013;129(6):4–9.
12. Singh AD, Schoenfield LA, Bastian BC, Aziz HA, Marino MJ, Biscotti CV. Congenital uveal melanoma? *Surv Ophthalmol*. 2016 Jan-Feb;61(1):59–64. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2015.07.005>
13. Яровой А. А., Алексеев А. С., Володин Д. П., Матяева А. Д., Яровая В. А. Увеальная меланома у детей и подростков: особенности, клиническая картина и подходы к лечению по данным 30-летнего опыта. Российский журнал детской гематологии и онкологии (РЖДГиО). 2025;12(1):20–26. <https://doi.org/10.21682/2311-1267-2025-12-1-20-26>
14. Wu SN, Qin DY, Zhu L, Guo SJ, Li X, Huang CH, et al. Uveal melanoma distant metastasis prediction system: A retrospective observational study based on machine learning. *Cancer Sci*. 2024 Sep;115(9):3107–3126. <https://doi.org/10.1111/cas.16276>
15. Jager MJ, Shields CL, Cebulla CM, Abdel-Rahman MH, Grossniklaus HE, Stern MH, et al. Uveal melanoma. *Nat Rev Dis Primers*. 2020 Apr 9;6(1):24. <https://doi.org/10.1038/s41572-020-0158-0> Erratum in: *Nat Rev Dis Primers*. 2022 Jan 17;8(1):4. <https://doi.org/10.1038/s41572-022-00339-9>
16. Увеальная меланома. Клинические рекомендации. Ассоциация врачей-офтальмологов, Ассоциация онкологов России, Ассоциация специалистов по проблемам меланомы, Общероссийская общественная организация «Общество офтальмологов России». М., 2020.
17. Liu YM, Li Y, Wei WB, Xu X, Jonas JB. Clinical Characteristics of 582 Patients with Uveal Melanoma in China. *PLoS One*. 2015 Dec 8;10(12):e0144562. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144562>
18. Sakamoto T, Sakamoto M, Yoshikawa H, Hata Y, Ishibashi T, Ohnishi Y, Inomata H. Histologic findings and prognosis of uveal malignant melanoma in Japanese patients. *Am J Ophthalmol*. 1996 Mar;121(3):276–283. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(14\)70275-2](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(14)70275-2)
19. Al-Jamal RT, Kivelä T. Uveal melanoma among Finnish children and young adults. *J AAPOS*. 2014 Feb;18(1):61–66. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2013.11.006>
20. Гришина Е. Е., Лернер М. Ю., Гемджян Э. Г. Эпидемиология увеальной меланомы в г. Москве. Альманах клинической медицины. 2017;45(4):321–325. <https://doi.org/10.18786/2072-0505-2017-45-4-321-325>
21. Kim JH, Shin SJ, Heo SJ, Choe EA, Kim CG, Jung M, et al. Prognoses and Clinical Outcomes of Primary and Recurrent Uveal Melanoma. *Cancer Res Treat*. 2018 Oct;50(4):1238–1251. <https://doi.org/10.4143/crt.2017.534>
22. Shields CL, Furuta M, Thangappan A, Nagori S, Mashayekhi A, Lally DR, et al. Metastasis of uveal melanoma millimeter-by-millimeter in 8033 consecutive eyes. *Arch Ophthalmol*. 2009 Aug;127(8):989–998. <https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2009.208>
23. Amaro A, Gangemi R, Piaggio F, Angelini G, Barisione G, Ferrini S, Pfeffer U. The biology of uveal melanoma. *Cancer Metastasis Rev*. 2017 Mar;36(1):109–140. <https://doi.org/10.1007/s10555-017-9663-3>
24. AJCC Ophthalmic Oncology Task Force. International Validation of the American Joint Committee on Cancer's 7th Edition Classification of Uveal Melanoma. *JAMA Ophthalmol*. 2015 Apr;133(4):376–383. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2014.5395> Erratum in: *JAMA Ophthalmol*. 2015 Apr;133(4):493. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2015.0858> Erratum in: *JAMA Ophthalmol*. 2015 Sep;133(9):1096. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2015.2843>
25. Coupland SE, Campbell I, Damato B. Routes of extraocular extension of uveal melanoma: risk factors and influence on survival probability. *Ophthalmology*. 2008 Oct;115(10):1778–1785. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2008.04.025>
26. Амирян А. Г., Панферова О. В., Саакян С. В. Неадекватная тактика ведения пациентов с увеальной меланомой (анализ трех клинических случаев). Голова и шея. 2021;9(3):67–71. <https://doi.org/10.25792/hn.2021.9.3.67-71>
27. Yuan Y, Jiang YC, Sun CK, Chen QM. Role of the tumor microenvironment in tumor progression and the clinical applications (Review). *Oncol Rep*. 2016 May;35(5):2499–2515. <https://doi.org/10.3892/or.2016.4660>
28. Vinay DS, Ryan EP, Pawelec G, Talib WH, Stagg J, Elkord E, et al. Immune evasion in cancer: Mechanistic basis and therapeutic strategies. *Semin Cancer Biol*. 2015 Dec;35 Suppl:S185–S198. <https://doi.org/10.1016/j.semcancer.2015.03.004>

References

1. Maheshwari A, Finger PT. Cancers of the eye. *Cancer Metastasis Rev*. 2018 Dec;37(4):677–690. <https://doi.org/10.1007/s10555-018-9762-9>
2. Bray F, Colombet M, Mery L, Piñeros M, Znaor A, Zanetti R, Ferlay J. Cancer incidence in five continents Vol. XI. International Agency for Research on Cancer. 2022.
3. Virgili G, Gatta G, Ciccolallo L, Capocaccia R, Biggeri A, Crocetti E, et al.; EURO CARE Working Group. Incidence of uveal melanoma in Europe. *Ophthalmology*. 2007 Dec;114(12):2309–2315. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2007.01.032>
4. Kit OI, Frantsiyants EM, Bandovkina VA, Kaplieva IV, Surikova EI, Trepitaki LK, et al. Does change in neurotransmitter brain status affect the growth of transplantable melanoma? *Bulletin of Siberian Medicine*. 2020;19(4):94–101. (In Russ.). <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2020-4-94-101>
5. McLaughlin CC, Wu XC, Jemal A, Martin HJ, Roche LM, Chen VW. Incidence of noncutaneous melanomas in the U.S. *Cancer*. 2005 Mar 1;103(5):1000–1007. <https://doi.org/10.1002/cncr.20866>

6. Kaliki S, Shields CL. Uveal melanoma: relatively rare but deadly cancer. *Eye (Lond)*. 2017 Feb;31(2):241–257. <https://doi.org/10.1038/eye.2016.275>
7. Ortega MA, Fraile-Martínez O, García-Honduvilla N, Coca S, Álvarez-Mon M, Buján J, Teus MA. Update on uveal melanoma: Translational research from biology to clinical practice (Review). *Int J Oncol*. 2020 Dec;57(6):1262–1279. <https://doi.org/10.3892/ijo.2020.5140>
8. Yarovoy AA, Demidov LV, Levashov IA, Nazarova VV, Yarovaya VA. Cutaneous and uveal melanoma: similarities and differences. *Effective Pharmacotherapy*. 2020;16(18):78–85. (In Russ.).
9. Gevorkyan YuA, Soldatkina NV, Bondarenko OK, Mironenko IN, Kolesnikov VE, Dashkov AV. Clinical observation of patients with primary multiple malignant tumors, including primary multiple melanoma. *South Russian Journal of Cancer*. 2023;4(3):51–55. <https://doi.org/10.37748/2686-9039-2023-4-3-6>
10. Kaliki S, Shields CL, Shields JA. Uveal melanoma: estimating prognosis. *Indian J Ophthalmol*. 2015 Feb;63(2):93–102. <https://doi.org/10.4103/0301-4738.154367>
11. Saakian SV, Amirian AG, Tsygankov Alu. Clinical course and vital prognosis for uveal melanoma in young patients. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2013;129(6):4–9. (In Russ.).
12. Singh AD, Schoenfield LA, Bastian BC, Aziz HA, Marino MJ, Biscotti CV. Congenital uveal melanoma? *Surv Ophthalmol*. 2016 Jan-Feb;61(1):59–64. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2015.07.005>
13. Yarovoy AA, Alekseev AS, Volodin DP, Matyaeva AD, Yarovaya VA. Uveal melanoma in children and adolescents: clinical features and treatment approaches according to 30-years' experience. *Russian Journal of Pediatric Hematology and Oncology* 2025;12(1):20–26. (In Russ.). <https://doi.org/10.21682/2311-1267-2025-12-1-20-26>
14. Wu SN, Qin DY, Zhu L, Guo SJ, Li X, Huang CH, et al. Uveal melanoma distant metastasis prediction system: A retrospective observational study based on machine learning. *Cancer Sci*. 2024 Sep;115(9):3107–3126. <https://doi.org/10.1111/cas.16276>
15. Jager MJ, Shields CL, Cebulla CM, Abdel-Rahman MH, Grossniklaus HE, Stern MH, et al. Uveal melanoma. *Nat Rev Dis Primers*. 2020 Apr 9;6(1):24. <https://doi.org/10.1038/s41572-020-0158-0> Erratum in: *Nat Rev Dis Primers*. 2022 Jan 17;8(1):4. <https://doi.org/10.1038/s41572-022-00339-9>
16. Uveal melanoma. Clinical guidelines. Association of Ophthalmologists, Association of Oncologists of Russia, Association of Melanoma Specialists, All-Russian public organization "Society of Ophthalmologists of Russia". Moscow, 2020. (In Russ.).
17. Liu YM, Li Y, Wei WB, Xu X, Jonas JB. Clinical Characteristics of 582 Patients with Uveal Melanoma in China. *PLoS One*. 2015 Dec 8;10(12):e0144562. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144562>
18. Sakamoto T, Sakamoto M, Yoshikawa H, Hata Y, Ishibashi T, Ohnishi Y, Inomata H. Histologic findings and prognosis of uveal malignant melanoma in Japanese patients. *Am J Ophthalmol*. 1996 Mar;121(3):276–283. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(14\)70275-2](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(14)70275-2)
19. Al-Jamal RT, Kivelä T. Uveal melanoma among Finnish children and young adults. *J AAPOS*. 2014 Feb;18(1):61–66. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2013.11.006>
20. Grishina EE, Lerner MYu, Gemdzian EG. Epidemiology of uveal melanomas in Moscow. *Almanac of Clinical Medicine*. 2017;45(4):321–325. (In Russ.). <https://doi.org/10.18786/2072-0505-2017-45-4-321-325>
21. Kim JH, Shin SJ, Heo SJ, Choe EA, Kim CG, Jung M, et al. Prognoses and Clinical Outcomes of Primary and Recurrent Uveal Melanoma. *Cancer Res Treat*. 2018 Oct;50(4):1238–1251. <https://doi.org/10.4143/crt.2017.534>
22. Shields CL, Furuta M, Thangappan A, Nagori S, Mashayekhi A, Lally DR, et al. Metastasis of uveal melanoma millimeter-by-millimeter in 8033 consecutive eyes. *Arch Ophthalmol*. 2009 Aug;127(8):989–998. <https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2009.208>
23. Amaro A, Gangemi R, Piaggio F, Angelini G, Barisione G, Ferrini S, Pfeffer U. The biology of uveal melanoma. *Cancer Metastasis Rev*. 2017 Mar;36(1):109–140. <https://doi.org/10.1007/s10555-017-9663-3>
24. AJCC Ophthalmic Oncology Task Force. International Validation of the American Joint Committee on Cancer's 7th Edition Classification of Uveal Melanoma. *JAMA Ophthalmol*. 2015 Apr;133(4):376–383. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2014.5395> Erratum in: *JAMA Ophthalmol*. 2015 Apr;133(4):493. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2015.0858> Erratum in: *JAMA Ophthalmol*. 2015 Sep;133(9):1096. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2015.2843>
25. Coupland SE, Campbell I, Damato B. Routes of extraocular extension of uveal melanoma: risk factors and influence on survival probability. *Ophthalmology*. 2008 Oct;115(10):1778–1785. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2008.04.025>
26. Amiryan AH, Panpherova OV, Saakyan SV. Inadequate management of patients with uveal melanoma (analysis of three clinical cases). *Head and Neck*. 2021;9(3):67–71. (In Russ.). <https://doi.org/10.25792/hn.2021.9.3.67-71>
27. Yuan Y, Jiang YC, Sun CK, Chen QM. Role of the tumor microenvironment in tumor progression and the clinical applications (Review). *Oncol Rep*. 2016 May;35(5):2499–2515. <https://doi.org/10.3892/or.2016.4660>
28. Vinay DS, Ryan EP, Pawelec G, Talib WH, Stagg J, Elkord E, et al. Immune evasion in cancer: Mechanistic basis and therapeutic strategies. *Semin Cancer Biol*. 2015 Dec;35 Suppl:S185–S198. <https://doi.org/10.1016/j.semcancer.2015.03.004>

Информация об авторах:

Осокин Антон Романович – аспирант ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-5472-8001>

Енгибарян Марина Александровна – д.м.н., доцент, заведующая отделением опухолей головы и шеи ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7293-2358>, eLibrary SPIN: 1764-0276, AuthorID: 318503, Scopus Author ID: 57046075800

Шульга Анна Александровна ✉ – младший научный сотрудник испытательного лабораторного центра ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1125-2897>, eLibrary SPIN: 6457-4451, AuthorID: 1221869

Меньшенина Анна Петровна – д.м.н., доцент, ведущий научный сотрудник отдела опухолей репродуктивной системы ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7968-5078>, eLibrary SPIN: 6845-4794, AuthorID: 715810, Scopus Author ID: 57191983118

Головинов Игорь Викторович – младший научный сотрудник испытательного лабораторного центра ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3011-6904>, eLibrary SPIN: 6159-5123, AuthorID: 1163471

Ходакова Дарья Владиславовна – младший научный сотрудник испытательного лабораторного центра ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3753-4463>, eLibrary SPIN: 8718-3983, AuthorID: 1056414, Scopus Author ID: 57221463056, ResearcherID: MCK-3167-2025

Галина Анастасия Владимировна – младший научный сотрудник испытательного лабораторного центра ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7823-3865>, eLibrary SPIN: 9171-4476, AuthorID: 1071933, Scopus Author ID: 57221460594

Гурова Софья Валерьевна – младший научный сотрудник испытательного лабораторного центра ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9747-8515>, eLibrary SPIN: 5413-6901, AuthorID: 1147419

Ващенко Лариса Николаевна – д.м.н., профессор, заведующая отделением опухолей костей, кожи, мягких тканей и молочной железы ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация, Заслуженный врач Российской Федерации
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7302-7031>, eLibrary SPIN: 5573-4396, AuthorID: 286598

Снежко Александр Владимирович – д.м.н., врач-хирург отделения абдоминальной онкологии №1 ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3998-8004>, eLibrary SPIN: 2913-3744, AuthorID: 439135

Information about authors:

Anton R. Osokin – PhD student, National Medical Research Centre for Oncology, Rostov-on-Don, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-5472-8001>

Marina A. Engibaryan – Dr. Sci. (Medicine), Associate Professor, Head of the Department of Head and Neck Tumors, National Medical Research Centre for Oncology, Rostov-on-Don, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7293-2358>, eLibrary SPIN: 1764-0276, AuthorID: 318503, Scopus Author ID: 57046075800

Anna A. Shulga ✉ – Junior Researcher at the testing laboratory center, National Medical Research Centre for Oncology, Rostov-on-Don, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1125-2897>, eLibrary SPIN: 6457-4451, AuthorID: 1221869

Anna P. Menshenina – Dr. Sci. (Medicine), Associate Professor, Leading Researcher at the Department of Tumors of the Reproductive System, National Medical Research Centre for Oncology, Rostov-on-Don, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7968-5078>, eLibrary SPIN: 6845-4794, AuthorID: 715810, Scopus Author ID: 57191983118

Igor V. Golovinov – Junior Researcher at the testing laboratory center, National Medical Research Centre for Oncology, Rostov-on-Don, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3011-6904>, eLibrary SPIN: 6159-5123, AuthorID: 1163471

Darya V. Khodakova – Junior Researcher at the testing laboratory center, National Medical Research Centre for Oncology, Rostov-on-Don, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3753-4463>, eLibrary SPIN: 8718-3983, AuthorID: 1056414, Scopus Author ID: 57221463056, ResearcherID: MCK-3167-2025

Anastasiya V. Galina – Junior Researcher at the testing laboratory center, National Medical Research Centre for Oncology, Rostov-on-Don, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7823-3865>, eLibrary SPIN: 9171-4476, AuthorID: 1071933, Scopus Author ID: 57221460594

Sophia V. Gurova – Junior Researcher at the testing laboratory center, National Medical Research Centre for Oncology, Rostov-on-Don, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9747-8515>, eLibrary SPIN: 5413-6901, AuthorID: 1147419

Larisa N. Vashchenko – Dr. Sci. (Medicine), Professor, Head of the Department of Bone, Skin, Soft Tissue and Breast Tumors, National Medical Research Centre for Oncology, Rostov-on-Don, Russian Federation, Honored Doctor of the Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7302-7031>, eLibrary SPIN: 5573-4396, AuthorID: 286598

Aleksandr V. Snezhko – Dr. Sci. (Medicine), Surgeon at the Abdominal Oncology Department No. 1, National Medical Research Centre for Oncology, Rostov-on-Don, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3998-8004>, eLibrary SPIN: 2913-3744, AuthorID: 439135

Участие авторов:

Осокин А. Р. – работа с базой данных, анализ полученного материала;
Енгибарян М. А. – анализ клинического материала, описание клинической картины;
Шульга А. А. – написание текста статьи;
Меньшенина А. П. – научное руководство, редактирование текста статьи;
Головинов И. В. – работа со списком литературы;
Ходакова Д. В. – графическое оформление статьи, редактирование текста;
Галина А. В. – участие в графическом оформлении статьи, статистическая обработка данных;
Гурова С. В. – техническое редактирование;
Ващенко Л. Н. – разработка дизайна работы;
Снежка А. В. – проверка итогового содержания.
Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку статьи и утвердили окончательный вариант, одобренный к публикации.

Contribution of the authors:

Osokin A. R. – work with the database, analysis of the received material;
Engibaryan M. A. – analysis of clinical material, description of the clinical presentation;
Shulga A. A. – writing the text of the article;
Menshenina A. P. – scientific guidance, editing of the text of the article;
Golovinov I. V. – working with the list of references;
Khodakova D. V. – graphic design of the article, text editing;
Galina A. V. – participation in the graphic design of the article, statistical processing of data;
Gurova S. V. – technical editing;
Vashchenko L. N. – work design development;
Snezhko A. V. – work design development.
All authors made equivalent contributions to the preparation of the article and approved the final version for publication.