

ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО,
ГИДРАВЛИКА И ИНЖЕНЕРНАЯ ГИДРОЛОГИЯ

Научная статья
УДК 626.823.91

**Технологические аспекты применения геотекстильных материалов
в противофильтрационных покрытиях каналов Туркменистана**

**Махри Тойлыевна Мамметгулыева¹,
Гульджехре Султанмухаммедовна Караева²**

^{1,2}Туркменский сельскохозяйственный университет имени С. А. Ниязова, Ашхабад,
Туркменистан

¹myahri040803@gmail.com

²karayewaguljehre@gmail.com

Аннотация. Цель: анализ физико-механических характеристик различных видов геотекстильных материалов и обоснование их применения в конструкциях противофильтрационных покрытий каналов для повышения эффективности мелиоративных систем Туркменистана. **Материалы и методы.** В качестве объектов исследования рассматривались нетканые иглопробивные полотна из полипропилена (ПП) и полиэфира (ПЭТ) с плотностью 200–600 г/м². Методология базировалась на лабораторных испытаниях поверхностной плотности, разрывной нагрузки, коэффициента фильтрации и светостойкости материалов в условиях, имитирующих климат Центральной Азии. **Результаты.** Установлено, что наиболее эффективными для аридной зоны являются нетканые иглопробивные материалы с плотностью 300–400 г/м². Применение стабилизированного полипропилена позволяет сохранить до 80 % исходной прочности после 500 ч интенсивного УФ-облучения. Использование геотекстиля снижает риск механического повреждения гидроизоляционных мембран на 75–80 % и сокращает непроизводительные потери воды на 30–35 %. **Выводы.** Внедрение данных технологий позволяет продлить безремонтный срок службы мелиоративных сооружений до 25–30 лет. Научно обоснованный подбор параметров структуры геотекстиля обеспечивает стабилизацию геометрии русла на подвижных грунтах, что имеет стратегическое значение для устойчивого развития земледелия региона.

Ключевые слова: мелиорация, Туркменистан, геотекстиль, текстильные технологии, противофильтрационные покрытия, оросительные каналы, аридная зона, водосбережение

Для цитирования: Мамметгулыева М. Т., Караева Г. С. Технологические аспекты применения геотекстильных материалов в противофильтрационных покрытиях каналов Туркменистана // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2026. Т. 98, № 1. С. 371–380.

HYDRAULIC ENGINEERING,
HYDRAULICS AND ENGINEERING HYDROLOGY

Original article

**Technological aspects of applying geotextiles
in impermeable canal coatings in Turkmenistan**

Mahri T. Mammetyulyyeva¹, Guljehre S. Karayeva²

^{1,2}Turkmen Agricultural University named after S. A. Niyazov, Ashgabat, Turkmenistan

¹myahri040803@gmail.com

²karayewaguljehre@gmail.com



Abstract. Purpose: to analyze the physical and mechanical features of various geotextiles and to justify their use in the construction of impermeable canal coatings to improve the efficiency of reclamation systems in Turkmenistan. **Materials and methods.** The objects of the study were needle-punched nonwoven fabric made of polypropylene (PP) and polyester (PET) with a density of 200–600 g/m². The methodology was based on laboratory tests of the surface density, breaking load, coefficient of permeability and light-resistance of the materials under conditions simulating the climate of Central Asia. **Results.** It was found that needle-punched nonwoven fabric with a density of 300–400 g/m² are the most effective for the arid zone. The use of stabilized polypropylene allows maintaining up to 80 % of the original strength after 500 hours of intense UV irradiation. The use of geotextiles reduces the risk of mechanical damage to waterproofing membranes by 75–80 % and decreases unproductive water losses by 30–35 %. **Conclusions:** The implementation of these technologies allows for an extended service life of reclamation structures to 25–30 years. Scientifically sound selection of geotextile structure parameters ensures the stabilization of canal geometry on shifting soils, which is of strategic importance for the sustainable development of agriculture in the region.

Keywords: land reclamation, Turkmenistan, geotextiles, textile technologies, impermeable coatings, irrigation canals, arid zone, water conservation

For citation: Mammetgulyyeva M. T., Karayeva G. S. Technological aspects of applying geotextiles in impermeable canal coatings in Turkmenistan. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2026;98(1):371–380. (In Russ.).

Введение. В современных условиях глобального изменения климата и нарастающего дефицита пресной воды вопросы эффективного управления водными ресурсами выходят на первый план в стратегиях устойчивого развития государств аридной зоны. Для Туркменистана, большая часть территории которого расположена в зоне пустынь, мелиорация и водное хозяйство являются фундаментом продовольственной безопасности и стабильного функционирования агропромышленного комплекса. Огромное значение в ирригационной системе страны имеет Каракум-река и разветвленная сеть магистральных и распределительных каналов, обеспечивающих жизнь оазисов.

Однако одной из наиболее острых проблем эксплуатации водохозяйственных объектов остается высокая фильтрация воды в земляных руслах. По различным оценкам непроизводительные потери поливной воды на пути от источника до орошаемого поля могут достигать 30–40 % [1, 2]. Это не только снижает коэффициент полезного действия (КПД) оросительных систем, но и приводит к негативным экологическим последствиям: подъему уровня грунтовых вод, вторичному засолению почв и деградации сельскохо-

зяйственных земель [3]. Проблема рационального распределения водных ресурсов в аридной зоне остается приоритетной задачей для региона [4]. Реконструкция оросительной сети с применением современных полимеров является ключевым фактором снижения потерь на фильтрацию [5].

Такие традиционные методы борьбы с фильтрацией, как бетонирование русел, в условиях Туркменистана сталкиваются с рядом трудностей: высокой стоимостью, сложностью логистики в отдаленных районах и риском растрескивания бетонных облицовок из-за резких температурных перепадов и подвижности грунтов [5]. В этой связи актуальным становится поиск инновационных технологических решений, основанных на применении полимерных геосинтетических материалов. С позиции технологий текстильного и швейного производства геотекстильные полотна представляют собой сложные структуры, свойства которых можно программировать на этапе формирования материала. Применение геотекстиля в качестве защитно-фильтрующего и армирующего слоя в противофильтрационных покрытиях позволяет создать долговечный «экран», обладающий высокой механической прочностью и эластичностью [6, 7].

Несмотря на наличие зарубежного опыта, специфика эксплуатации текстильных материалов в Туркменистане (высокая солнечная радиация, резкие перепады температур от $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$, высокая минерализация почв) требует глубокого изучения технологических параметров местных и перспективных геотекстилей.

Целью данной работы является анализ физико-механических характеристик различных видов геотекстильных материалов и обоснование их применения в конструкциях противофильтрационных покрытий каналов для повышения эффективности мелиоративных систем Туркменистана.

Материалы и методы. В качестве объектов исследования в данной работе рассматривались современные геотекстильные материалы, наиболее перспективные для применения в гидротехническом строительстве в

условиях аридного климата. Классификация и основные термины используемых геосинтетических материалов соответствуют принятым стандартам¹ Основное внимание было уделено нетканым иглопробивным полотнам, изготовленным из синтетических полимеров: полипропилена (ПП) и полиэфира (ПЭТ) [6].

Характеристика исследуемых материалов. Для проведения анализа были выбраны образцы геотекстиля с различной поверхностной плотностью – от 200 до 600 г/м², т. к. именно этот диапазон параметров обеспечивает необходимую прочность и дренирующую способность при устройстве противofильтрационных экранов каналов.

Выбор полипропиленовых волокон обоснован их высокой химической стойкостью к воздействию агрессивных солевых сред, характерных для почв Туркменистана. Полиэфирные материалы, в свою очередь, исследовались с точки зрения их высокой механической прочности и устойчивости к деформациям. Основные технологические параметры исследуемых образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические характеристики исследуемых геотекстильных материалов

Table 1 – Physical and mechanical features of the studied geotextiles

Номер образца	Тип материала	Состав волокна	Поверхностная плотность, г/м ²	Разрывная нагрузка (продольная), кН/м
1	Нетканый иглопробивной	Полипропилен	200	8,5
2	Нетканый иглопробивной	Полипропилен	400	15,2
3	Нетканый иглопробивной	Полиэфир	300	12,0
4	Тканое полотно (геоткань)	Полипропилен	500	45,0

Методика проведения испытаний. Комплексная оценка технологических характеристик материалов проводилась в лабораторных условиях с

¹ГОСТ Р 55028-2012. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Классификация, термины и определения. Введ. 2012-10-25. М.: Стандартинформ, 2012. 12 с.

использованием стандартных методик, принятых в текстильной промышленности и строительстве.

1 Определение поверхностной плотности осуществлялось согласно ГОСТ Р 50275 (ИСО 9864)². Данный параметр является ключевым, т. к. от него напрямую зависит материалоемкость и защитные свойства покрытия.

2 Физико-механические испытания (разрывная нагрузка и относительное удлинение) проводились на разрывных машинах серийного производства. Испытания важны для моделирования поведения геотекстиля при подвижках грунта и под давлением толщи воды.

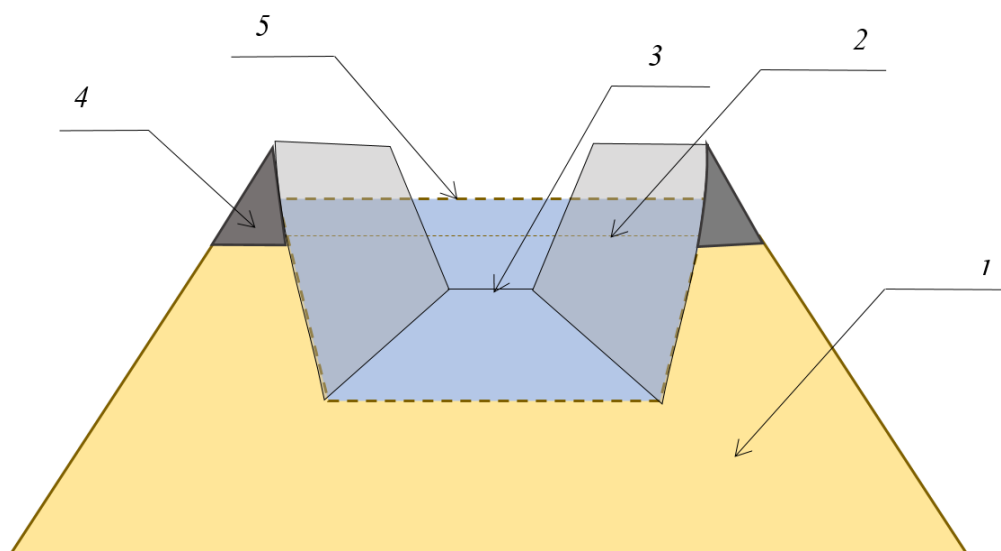
3 Оценка коэффициента фильтрации проводилась для определения способности материала пропускать воду в плоскости полотна, что критично для предотвращения суффозии грунта под геомембраной.

Особое место в методике заняло исследование светостойкости. Учитывая, что в Туркменистане уровень солнечной инсоляции является одним из самых высоких в мире, образцы подвергались воздействию ультрафиолетового излучения в условиях искусственного старения. Это позволило спрогнозировать потерю материалом прочности через 5, 10 и 20 лет эксплуатации.

Результаты и обсуждение. Проведенный анализ технологических параметров образцов (таблица 1) показал, что для условий Туркменистана наиболее эффективными являются нетканые иглопробивные материалы с поверхностной плотностью 300–400 г/м². Данные показатели соответствуют современным международным требованиям к долговечности гидротехнических сооружений [6–8] и стандартам классификации геосинтетиков¹. Основным преимуществом данных материалов является их высокая пористость при сохранении значительной разрывной нагрузки. В конструкциях облицовок каналов геотекстиль выполняет роль «защитной подушки». При укладке на него полимерной гидроизоляционной мембраны нетканое

²ГОСТ Р 50275-92. Материалы геотекстильные. Методы определения поверхностной плотности. Введ. 1993-07-01. М.: Изд-во стандартов, 2018. 8 с.

полотно нивелирует неровности грунтового основания и предотвращает проколы мембраны острыми частицами грунта или щебня, что подтверждается полевыми исследованиями в условиях дефицита водных ресурсов [4]. На рисунке 1 представлена принципиальная технологическая схема устройства противофильтрационного покрытия. Использование геотекстильного полотна в качестве подложки под бетонную облицовку позволяет равномерно распределить нагрузку на грунт и предотвратить механическое повреждение полимерных элементов покрытия острыми включениями в грунте.



1 – подготовленное грунтовое ложе; 2 – защитно-фильтрующий слой из нетканого геотекстиля (300–400 г/м²); 3 – полимерная противофильтрационная мембрана; 4 – защитное покрытие (сборный или монолитный бетон); 5 – уровень воды (УВ)

1 – arranged earth bed; 2 – protective filter layer from non-woven geotextile (300–400 g/m²); 3 – polymer impervious membrane; 4 – protective coating (precast or monolithic concrete); 5 – water level (WL)

Рисунок 1 – Конструктивно-технологическая схема облицовки канала с применением геотекстиля

Figure 1 – Structural and technological diagram of canal coating using geotextile

Технологический аспект долговечности. Одним из критических факторов в аридной зоне является деградация полимеров под воздействием солнечной радиации. Наши исследования показывают, что использование стабилизированного полипропилена в составе геотекстиля позволяет со-

хранить до 80 % исходной прочности материала даже после 500 ч. интенсивного УФ-облучения, что эквивалентно нескольким годам открытой эксплуатации.

Применение геотекстильного полотна в сочетании с геомембраной в руслах каналов позволяет достичь следующих результатов:

- снижение коэффициента фильтрации практически до нуля (при целостности мембраны);

- увеличение межремонтного периода мелиоративной системы за счет эластичности текстильной основы, которая выдерживает деформации при просадке грунта;

- сокращение общих потерь воды в распределительной сети на 30–35 % по сравнению с земляным руслом.

Важным технологическим аспектом, определяющим эффективность противofильтрационного экрана, является качество соединения полотен геотекстиля. Для условий Туркменистана, характеризующихся значительными сезонными колебаниями температур, рекомендуется использовать метод термической сварки (сварка горячим воздухом) или сшивания полотен специальными высокопрочными нитями. Это обеспечивает монолитность защитного слоя и предотвращает его смещение при засыпке защитного грунта или укладке бетонных плит [7].

Сравнительный анализ эксплуатационных характеристик. Анализ показал, что применение нетканого геотекстиля в качестве подложки под геомембрану снижает риск механического повреждения последней на 75–80 %. Это связано с демпфирующей способностью текстильного полотна, которое распределяет точечную нагрузку от неровностей основания [9].

Кроме того, следует отметить устойчивость исследуемых материалов к химической агрессии. В условиях засоленных почв и минерализованных вод региона полипропиленовые волокна сохраняют свою структуру, не подвергаясь гниению и биодеструкции, что подтверждается отсутствием

изменений в коэффициенте фильтрации после длительного контакта с агрессивной средой [10].

Таким образом, внедрение технологий на основе геотекстиля в гидротехническое строительство Туркменистана позволяет не только решить проблему водосбережения, но и значительно упростить технологию ведения работ в труднодоступных районах, исключая необходимость использования тяжелой бетонной техники на промежуточных этапах строительства.

Выводы. В ходе исследования установлено, что применение современных геотекстильных материалов в гидротехническом строительстве Туркменистана является технологически эффективным решением, позволяющим снизить непроизводительные потери поливной воды на фильтрацию до 30–35 %. Мировые тенденции в строительстве каналов подтверждают перспективность использования композитных материалов для обеспечения долговечности конструкций. Обосновано, что для специфических условий аридной зоны (высокая инсоляция, температурные перепады) наиболее рациональным является использование нетканых иглопробивных полотен из стабилизированного полипропилена с поверхностной плотностью 300–400 г/м². Доказано, что геотекстильный слой выполняет критически важную защитную функцию, предотвращая механические повреждения гидроизоляционных геомембран и обеспечивая долговечность всей конструкции противofильтрационного экрана до 25–30 лет. Научно обоснованный подбор параметров структуры геотекстиля и методов соединения полотен способствует стабилизации геометрии русла оросительных каналов на подвижных грунтах, что имеет стратегическое значение для устойчивого развития мелиоративного комплекса региона.

Список источников

1. Внедрение дистанционных методов в управление водой и орошаемым земледелием Центральной Азии / В. А. Духовный, Г. В. Стулина, А. Г. Сорокин [и др.] // Современные проблемы развития мелиорации и пути их решения (Костяковские чтения): материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Москва, 25–26 марта 2020 г. М.: ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова, 2020. Т. II. С. 248–253. DOI: 10.37738/VNIIGiM.2020.99.27.044. EDN: RPMWOZ.

Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2026. Т. 98, № 1. С. 371–380.
Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2026. Vol. 98, no. 1. P. 371–380.

2. Станчин И. М. Водные ресурсы и водопользование в Туркменистане: история, современное состояние и перспективы развития // Синергия. 2016. № 5. С. 86–99. EDN: XELBRN.

3. Щедрин В. Н., Косиченко Ю. М., Колганов А. В. Эксплуатационная надежность оросительных систем. М.: Росинформагротех, 2005. 388 с. EDN: QKWOKH.

4. Abbas F., Benlamri, R., Farooque, A. A. Irrigation Water Management Challenges and Solutions for Arid, Saline, and Unfertile Lands // Water and Food Security in the Face of Climate Change: Challenges and Opportunities for Resilience. Cham: Springer, 2025. P. 610–611. DOI: 10.1007/978-3-032-00098-9_48.

5. Гарбуз А. Ю. Виды и свойства полимерных композиционных материалов, применяемых для ремонта бетонных покрытий // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2017. № 3(67). С. 83–91. EDN: ZSQGTF.

6. Косиченко Ю. М., Баев О. А. Противофильтрационные покрытия из геосинтетических материалов. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. 239 с. EDN: STCWZD.

7. Геосинтетики в гидротехническом строительстве. Итоги дискуссии. / Ю. М. Косиченко, О. А. Баев [и др.] // Гидротехника. 2019. № 2(55). С. 72–83. EDN: LKRGSG.

8. Sustainable canal lining with reinforced composite concrete and geo-textile / P. Gajbhiye, N. Vaidya, H. Erfan [et al.] // MethodsX. 2025. Vol. 15. Article number: 103704. DOI: 10.1016/j.mex.2025.103704. EDN: POSXET.

9. Баев О. А. Обоснование методов гидравлических расчетов оросительных каналов // Мелиорация и гидротехника. 2023. Т. 13, № 3. С. 274–295. DOI: 10.31774/2712-9357-2023-13-3-274-295. EDN: MCZWUA.

10. Духовный В. А. Роль воды в функционировании экологической системы аридных территорий Центральной Азии // Проблемы освоения пустынь. 2017. № 3–4. С. 81–83.

References

1. Dukhovny V.A., Stulina G.V., Sorokin A.G. [et al.], 2020. *Vnedrenie distantsionnykh metodov v upravlenie vodoy i oroshaemym zemledeliem Tsentral'noy Azii* [Implementation of Remote Sensing Methods in Water Management and Irrigated Agriculture in Central Asia]. *Sovremennye problemy razvitiya melioratsii i puti ikh resheniya (Kostyakovskie chteniya): mat. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Modern Problems of Land Reclamation Development and Ways to Solve Them (Kostyakov Readings): Proceed. of the International Scientific and Practical Conference]. Moscow, A. N. Kostyakov All-Russian Research Institute of Hydrometeorology and Metrology, vol. II, pp. 248-253, DOI: 10.37738/VNIIGiM.2020.99.27.044, EDN: RPMWOZ. (In Russian).

2. Stanchin I.M., 2016. *Vodnye resursy i vodopol'zovanie v Turkmenistane: istoriya, sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya* [Water resources and water use in Turkmenistan: history, current status and development prospects]. *Sinergiya* [Synergy], no. 5, pp. 86-99, EDN: XELBRN. (In Russian).

3. Shchedrin V.N., Kosichenko Yu.M., Kolganov A.V., 2005. *Ekspluatatsionnaya na-dezhnost' orositel'nykh sistem* [Operational Reliability of Irrigation Systems]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 388 p., EDN: QKWOKH. (In Russian).

4. Abbas F., Benlamri, R., Farooque, A.A., 2025. Irrigation Water Management Challenges and Solutions for Arid, Saline, and Unfertile Lands. *Water and Food Security in the Face of Climate Change: Challenges and Opportunities for Resilience*. Cham, Springer, pp. 610-611, DOI: 10.1007/978-3-032-00098-9_48.

5. Garbuz A.Yu., 2017. *Vidy i svoystva polimernykh kompozitsionnykh materialov, primenyaemykh dlya remonta betonnykh pokrytiy* [Types and properties of polymer composite materials applied for concrete coatings repairing]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 3(67), pp. 83-91, EDN: ZSQGTF. (In Russian).

6. Kosichenko Yu.M., Baev O.A., 2014. *Protivofil'tratsionnye pokrytiya iz geosinteticheskikh materialov* [Geosynthetics Impermeable Coatings]. Novocherkassk, RosNIIPM, 239 p., EDN: STCWZD. (In Russian).

7. Kosichenko Yu.M., Baev O.A. [et al.], 2019. *Geosintetiki v gidrotekhnicheskoy stroitel'stve. Itogi discussii*. [Geosynthetics for hydraulic engineering. The results of the discussion.]. *Gidrotekhnika* [Hydraulic Engineering], no. 2(55), pp. 72-83, EDN: LKRGSG. (In Russian).

8. Gajbhiye P., Vaidya N., Erfan H. [et al.], 2025. Sustainable canal lining with reinforced composite concrete and geotextile. *MethodsX*, vol. 15, article number: 103704, DOI: 10.1016/j.mex.2025.103704, EDN: POSXET.

9. Baev O.A., 2023. *Obosnovanie metodov gidravlicheskih raschetov orositel'nykh kanalov* [Justification of hydraulic calculations methods for irrigation canals]. *Melioratsiya i gidrotekhnika* [Land Reclamation and Hydraulic Engineering], vol. 13, no. 3, pp. 274-295, DOI: 10.31774/2712-9357-2023-13-3-274-295, EDN: MCZWUA. (In Russian).

10. Dukhovny V.A., 2017. *Rol' vody v funktsionirovanii ekologicheskoy sistemy aridnykh territoriy Tsentral'noy Azii* [The role of water in the functioning of the ecological system of arid territories of Central Asia]. *Problemy osvoeniya pustyn'* [Problems of Desert Development], no. 3-4, pp. 81-83. (In Russian).

Информация об авторах

М. Т. Мамметгулыева – студентка 3-го курса, Туркменский сельскохозяйственный университет имени С. А. Ниязова, Ашхабад, Туркменистан, myahri040803@gmail.com;
Г. С. Караева – старший преподаватель, Туркменский сельскохозяйственный университет имени С. А. Ниязова, Ашхабад, Туркменистан, karayewaguljehre@gmail.com.

Information about the authors

M. T. Mammetyulyeva – 3rd year Student, Turkmen Agricultural University named after S. A. Niyazov, Ashgabat, Turkmenistan, myahri040803@gmail.com;
G. S. Karayeva – Senior Lecturer, Turkmen Agricultural University named after S. A. Niyazov, Ashgabat, Turkmenistan, karayewaguljehre@gmail.com.

Вклад авторов: М. Т. Мамметгулыева – общая концепция исследования, анализ климатических условий и дефицита водных ресурсов, написание основного текста. Г. С. Караева – исследование технологических параметров текстильных материалов, подготовка графического материала (рисунка 1) и оформление статьи.

Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.

Contribution of the authors: M. T. Mammetyulyeva – developed general concept of the study, analyzed climatic conditions and water resource shortage, wrote the main text. G. S. Karaeva – studied the technological parameters of textile materials, prepared graphic material (Figure 1), and designed the article.

All authors are equally responsible for ethical violations in scientific publications.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 09.02.2026; одобрена после рецензирования 05.03.2026; принята к публикации 25.03.2026.

The article was submitted 09.02.2026; approved after reviewing 05.03.2026; accepted for publication 25.03.2026.