

## Анализ данных о мирных ядерных взрывах в радиационно-гигиенических паспортах субъектов Российской Федерации

Седнев К.А., Косарлукова Е.А., Библин А.М.

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

*В ходе реализации программы «Ядерные взрывы для народного хозяйства», в период с 1965 по 1985 год, на территории Российской Федерации было проведено 82 мирных ядерных взрывов. Важность мониторинга территории проведения взрывов обусловлена потенциальной возможностью распространения радиоактивного загрязнения из эпицентра взрыва в подземные и поверхностные воды, на поверхность земли, что может привести к загрязнению окружающей среды. В соответствии с СанПиН 2.6.1.2819-10 результаты радиационного контроля территорий проведения мирных ядерных взрывов должны заноситься в радиационно-гигиенический паспорт территории. Целью работы является анализ полноты представления информации о радиационной обстановке в местах проведения мирных ядерных взрывов в радиационно-гигиенических паспортах территории субъектов Российской Федерации за период с 2010 по 2023 год. Материалы и методы: В работе использовались данные из радиационно-гигиенических паспортов территорий за 2010–2023 гг. тех субъектов Российской Федерации, в которых были проведены мирные ядерные взрывы. В качестве инструмента работы с паспортами территорий использовалась компьютерная программа ФБД-РГПт МР 2.6.1.0257-21. Результаты исследования и обсуждение: Анализ выявил существенные различия в качестве и полноте предоставляемых данных между регионами. При заполнении радиационно-гигиенических паспортов был отмечен формальный подход, дублирование данных. Были определены регионы, не учитывающие мирные ядерные взрывы при заполнении радиационно-гигиенических паспортов территорий за весь исследованный период. К числу таких субъектов относятся Ставропольский край, Ненецкий автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ, Республика Калмыкия и Республика Коми. Мурманская область включала информацию о мирных ядерных взрывах в радиационно-гигиенический паспорт территорий один раз в 2019 году. Республика Саха-Якутия с 2017 года перестала представлять данные о мирных ядерных взрывах в радиационно-гигиенических паспортах. Заключение: Полученные результаты подчеркивают необходимость продолжения мониторинга территорий проведения мирных ядерных взрывов, значимость межведомственного взаимодействия при подготовке радиационно-гигиенических паспортов территорий.*

**Ключевые слова:** радиационно-гигиенический паспорт территории, мирные ядерные взрывы, субъекты Российской Федерации, радиационная обстановка, радиационная безопасность.

### Введение

Одним из источников потенциальной радиационной опасности для населения Российской Федерации (РФ) являются территории проведения мирных ядерных взрывов (МЯВ), выполнявшихся в рамках программы «Ядерные взрывы для народного хозяйства» с 1965 по 1985 год. Всего на территории РФ было проведено 82 МЯВ [1–4]. Радиационный мониторинг территорий проведения МЯВ не теряет и не будет терять своей актуальности на протяжении сотен лет. Это обусловлено потенциальной возможностью распространения радиоактивности из эпицентра взрыва в подземные и поверхностные воды, а также на поверхность земли, что может привести к загрязнению окружающей среды.

Контроль радиационной обстановки в охранной зоне и в населённых пунктах в радиусе до 30 километров от места проведения МЯВ осуществляется в соответствии с требованиями СанПиН 2.6.1.2819-10<sup>1</sup> «Обеспечение радиационной безопасности населения, проживающего в районах проведения (1965–1988 гг.) ядерных взрывов в мирных целях» и включает измерение мощности дозы внешнего гамма-излучения и определение уровня поверхностного загрязнения почвы. Кроме того, требуется оценка удельной активности радионуклидов <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в природных пищевых продуктах и <sup>3</sup>H, <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr в воде открытых водоемов и в системе питьевого водоснабжения. Все полученные данные необходимо заносить в раздел IV радиационно-гигиенического паспорта территории (РГПт). При этом, если на территории субъекта

<sup>1</sup> СанПиН 2.6.1.2819-10 «Обеспечение радиационной безопасности населения, проживающего в районах проведения (1965–1988 гг.) ядерных взрывов в мирных целях» [Sanitary Regulations and Standards 2.6.1.2819-10 «Ensuring radiation safety of the population living in areas where nuclear explosions for peaceful purposes were carried out (1965 - 1988)» (In Russ.)].

**Седнев Константин Андреевич**

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева

**Адрес для переписки:** 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E mail: c.sednev@yandex.ru

РФ проводилось несколько взрывов, информация по каждому из них вносится отдельно. Результаты радиационного контроля вблизи мест проведения МЯВ и оценка доз облучения критических групп населения также подлежат внесению в РГПт.

В статье Тимофеевой и др. в 2010 году были предложены рекомендации по заполнению РГПт субъектов РФ в части внесения информации о МЯВ [5]. Было предложено приводить такие сведения, как: общая информация о МЯВ; близлежащие населенные пункты и расстояние до них в километрах; результаты радиационно-гигиенического мониторинга.

**Цель исследования** – анализ полноты предоставления информации в РГПт субъектов Российской Федерации о радиационной обстановке в местах проведения МЯВ за период с 2010 по 2023 год.

### Материалы и методы

Для выполнения поставленной цели были проанализи-

зированы РГПт за 2010–2023 гг. субъектов РФ, на территории которых были проведены МЯВ. Работа с РГПт велась с использованием компьютерной программы ФБД-РГПт МР 2.6.1.0257-21 (разработка ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева) [6]. Всего было рассмотрено 266 РГПт 19 субъектов РФ: Республика Башкортостан, Республика Калмыкия, Республика Коми, Республика Саха (Якутия), Красноярский, Ставропольский, Пермский и Забайкальский края, Архангельская, Астраханская, Ивановская, Иркутская, Кемеровская, Мурманская, Оренбургская, Тюменская области, Ямало-Ненецкий, Ханты-Мансийский и Ненецкий автономные округа. Донецкая Народная Республика была официально принята в состав РФ в 2022 году<sup>2</sup>, по данному региону данные о МЯВ в РГПт за исследуемый период отсутствуют.

### Результаты и обсуждение

Динамика количества субъектов РФ, предоставляющих данные о МЯВ в РГПт, отражена на рисунке.



**Рис.** Количество субъектов Российской Федерации, предоставляющих информацию о МЯВ в РГПт за период с 2010 по 2023 год

**[Fig.]** Number of the Russian subjects that submitted information on Peaceful Nuclear Explosions (PNEs) to their Radiation-Hygienic Passports of the territories in 2010–2023]

В процессе анализа информации, представленной в РГПт, было выявлено, что значительная ее часть ежегодно дублируется или предоставляется не в полном объеме. Так, в отдельных субъектах РФ (Ханты-Мансийский АО, Республика Саха (Якутия)) информация предоставлялась не по всем МЯВ, произошедшим на их территориях. В РГПт часто применялись следующие формулировки: «в настоящее время обстановка является безопасной для проживания и оценивается как благополучная», «по результатам проведенных измерений радиационный фон не превышает природный», а также «загрязнения почвенно-

растительного покрова искусственными радионуклидами не обнаружено». Такие формулировки встречались в РГПт республики Башкортостан, Красноярского края, Мурманской, Кемеровской, Тюменской областей, Ямало-Ненецкого АО. В них содержится информация о том, что МЯВ не оказывают негативного влияния на здоровье человека и состояние окружающей среды, однако конкретные результаты исследований не приводятся.

Результаты наличия сведений о МЯВ в РГПт субъектов РФ представлены в таблице 1.

<sup>2</sup> Федеральный конституционный закон от 04.10.2022 № 5-ФКЗ (ред. от 26.12.2024) «О принятии в Российскую Федерацию Донецкой Народной Республики и образовании в составе Российской Федерации нового субъекта - Донецкой Народной Республики» [Federal Constitutional Law No. 5-FKZ of October 4, 2022 (as amended on December 26, 2024) «On the Admission of the Donetsk People's Republic into the Russian Federation and the Formation of a New Constituent Entity within the Russian Federation — the Donetsk People's Republic»] (In Russ.).]

Таблица 1

## Предоставление сведений о мирных ядерных взрывах в радиационно-гигиенические паспорта территорий субъектов РФ

[Table 1]

## The submission of data on peaceful nuclear explosions to the radiation-hygienic passports of the territories of the Russian Federation's constituent entities]

Субъекты РФ [Subjects of the Russian Federation]	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Республика Башкортостан [Republic of Bashkortostan]														
Республика Калмыкия [Republic of Kalmykia]														
Республика Коми [Republic of Komi]														
Республика Саха (Якутия) [Republic of Sakha (Yakutia)]														
Красноярский край [Krasnoyarsk Krai]														
Ставропольский край [Stavropol Krai]														
Архангельская область [Arkhangelsk Oblast]														
Астраханская область [Astrakhan Oblast]														
Ивановская область [Ivanovo Oblast]														
Иркутская область [Irkutsk Oblast]														
Кемеровская область [Kemerovo Oblast]														
Мурманская область [Murmansk Oblast]														
Оренбургская область [Orenburg Oblast]														
Пермский край [Perm Krai]														
Тюменская область [Tyumen Oblast]														
Ненецкий АО [Nenets Autonomous Okrug]														
Ханты-Мансийский АО [Khanty-Mansi Autonomous Okrug - Yugra]														
Ямало-Ненецкий АО [Yamalo-Nenets Autonomous Okrug]														
Забайкальский край [Zabaykalsky Krai]														

— представлена информация о МЯВ в РГПт [The information on PNEs in radiation-hygienic passports of territories is presented]  
 — информация о МЯВ в РГПт отсутствует [The information on PNEs in radiation-hygienic passports of territories is not present]

В ходе анализа были выявлены субъекты РФ, не предоставившие в исследуемый период информацию о МЯВ. К числу таких субъектов относятся Ставропольский край, Ненецкий автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ, Республика Калмыкия и Республика Коми. Мурманская область упоминала МЯВ в радиационно-гигиеническом паспорте территорий только в 2019 году. С 2017 года Республика Саха (Якутия) перестала включать данные о МЯВ в РГПт. При этом в период с 2010 по 2016 год она подробно

описывала результаты обследования территорий в разделе IX РГПт.

К числу положительных моментов следует отнести, что Тюменская область и Забайкальский край начали предоставлять информацию о МЯВ с 2016 и 2019 годов соответственно.

Распределение субъектов РФ по видам предоставляемой информации о МЯВ в РГПт представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Виды предоставляемой информации о мирных ядерных взрывах в радиационно-гигиенические паспорта территорий субъектов Российской Федерации**

[Table 2]

**The types of information provided on peaceful nuclear explosions in the radiation-hygiene passports of the territories of the subjects of the Russian Federation**

Вид предоставления информации [Method of providing information]	Название субъекта РФ [Name of the federal subject of Russia]
Информация отсутствует [Information is missing]	Республика Калмыкия, Республика Коми, Ставропольский край, Ненецкий АО, Ямало-Ненецкий АО
Данные представлены формально, без цифр [The data is presented formally, without numerical values]	Республика Башкортостан, Красноярский край, Архангельская область, Астраханская область, Кемеровская область, Мурманская область, Тюменская область, Ханты-Мансийский АО, Забайкальский край
Приведены фактические результаты измерений [The actual measurement results are provided]	Республика Саха (Якутия), Оренбургская область, Пермский край, Ивановская область, Иркутская область

В рамках отраслевой научно-исследовательской работы ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева в 2023 году специалистами региональных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» произведен отбор проб воды из источников питьевого водоснабжения (колодцы, скважины, центральное водоснабжение) и в водных объектах (реки, болота) населенных пунктов, расположенных в районах проведения МЯВ [7]. Отобранные пробы воды доставлены в ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева для проведения измерений удельной активности трития в воде как показателя возможного выноса радионуклидов из зоны взрывов в водоносные горизонты. Результаты измерений удельной активности трития были внесены многими субъектами РФ в раздел IV РГПт.

Рекомендации по заполнению РГПт субъектов РФ в части внесения информации о МЯВ, предложенные в статье Тимофеевой, [5] практически не выполняются.

### Заключение

Анализ РГПт субъектов РФ, на территории которых были проведены МЯВ, показал, что в разделе IV РГПт часто фиксируется неполная или дублирующая информация, не обновлявшаяся в течение длительного времени. В ряде субъектов информация о МЯВ не приводилась в течение всего анализируемого периода с 2010 по 2023 год. Это свидетельствует о системных проблемах в подготовке РГПт субъектов РФ, а также косвенно может свидетельствовать о недостаточном уровне радиационного контроля на местах проведения МЯВ или полном его отсутствии. Полученные результаты подчеркивают необходимость продолжения мониторинга территорий, на которых были проведены МЯВ, а также свидетельствуют о значимости межведомственного взаимодействия при подготовке радиационно-гигиенических

паспортов территорий. Можно констатировать, что рекомендации по заполнению РГПт, предложенные Тимофеевой с соавторами, остаются актуальными [5].

### Сведения о личном вкладе авторов в работу над статьей

Седнев К.А. разработал дизайн исследования, определил цели и задачи, подготовил окончательный вариант рукописи.

Косарлукова Е.А. редактировала промежуточный вариант рукописи.

Библин А.М. редактировал промежуточный вариант рукописи.

### Информация о конфликте интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Сведения об источнике финансирования

Статья подготовлена в ходе выполнения работ по государственному контракту № 81.011.20.2 от 20 мая 2020 года «Разработка и научное обоснование радиационно-гигиенических требований к охраняемым зонам мирных ядерных взрывов при переводе их в стадию консервации» (шифр: «Мирные РАО – 20») и отраслевой программы Роспотребнадзора на 2021–2025 гг. «Научное обоснование национальной системы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия, управления рисками здоровью и повышения качества жизни населения России» по теме: «Совершенствование и развитие методов мониторинга объектов окружающей среды в районах проведения мирных ядерных взрывов. Радиационно-гигиеническая характеристика источников питьевого водоснабжения».

### Литература

1. Современная радиоэкологическая обстановка в местах проведения мирных ядерных взрывов на территории Российской Федерации / Кол. авторов под рук. проф. В.А. Логачева. М.: ИздАТ, 2005. 256 с.
2. Васильев А.П., Ильичев В.А. Мирные ядерные взрывы // Траектория исследований – человек, природа, технологии. 2024. №4. С. 3–18.
3. Храмов Е.В., Репин В.С., Библин А.М. и др. Радиационно-гигиеническая характеристика охраняемых зон мирных ядерных взрывов в Архангельской области // Радиационная гигиена. 2021. Т. 14, № 1. С. 111–123.
4. Рамзаев В.П., Репин В.С., Храмов Е.В. Мирные ядерные взрывы: проблемы и пути обеспечения радиационной безопасности населения // Радиационная гигиена. 2009. Т. 2, № 2. С. 27–33.
5. Тимофеева М.А., Барковский А.Н., Медведев А.Ю. и др. О внесении данных о радиационно-гигиенической обстановке в местах проведения мирных ядерных взрывов в радиационно-гигиенический паспорт территории субъекта Российской Федерации // Радиационная гигиена. 2010. Т. 3, № 3. С. 51–54.
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022685447 Российская Федерация. ФБД-РГПт МР 2.6.1.0257-21. № 2022684169. заявл. 08.12.2022; опублик. 23.12.2022.
7. Репин В.С., Варфоломеева К.В., Библин А.М. и др. Содержание трития в водных объектах в районах проведения мирных ядерных взрывов // Радиационная гигиена. 2024. Т. 17, № 3. С. 67–78.

Поступила: 10.09.2025

**Седнев Константин Андреевич** – младший научный сотрудник лаборатории экологии Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. **Адрес для переписки:** 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: c.sednew@yandex.ru  
ORCID: 0009-0006-7906-1106

**Косарлукова Елена Алексеевна** – исполняющая обязанности младшего научного сотрудника Информационно-аналитического центра Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия  
ORCID: 0009-0007-6476-9571

**Библин Артем Михайлович** – руководитель информационно-аналитического центра, старший научный сотрудник Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия  
ORCID: 0000-0002-3139-2479

**Для цитирования:** Седнев К.А., Косарлукова Е.А., Библин А.М. Анализ данных о мирных ядерных взрывах в радиационно-гигиенических паспортах субъектов Российской Федерации // Радиационная гигиена. 2025. Т. 18, № 4. С. 141–146. DOI: 10.21514/1998-426X-2025-18-4-141-146

---

## **Analysis of the peaceful nuclear explosions data in radiation-hygienic passports of the subjects of the Russian Federation**

**Konstantin A. Sednev, Elena A. Kosarlukova, Artem M. Biblin**

Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance of Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint Petersburg, Russia

*During the implementation of the "Nuclear Explosions for the National Economy" program between 1965 and 1985, 82 peaceful nuclear explosions were conducted on the territory of the Russian Federation. Monitoring of the explosion sites is crucial due to the potential risk of radioactive contamination spreading from the epicenter into groundwater and surface waters, and onto the land surface, which could lead to environmental contamination. In accordance with SanPiN 2.6.1.2819-10, the results of radiation monitoring at peaceful nuclear explosion sites must be included into the Radiation-Hygienic Passports of the territories. The aim of this work is to analyze the completeness of information presentation regarding the radiation situation at peaceful nuclear explosion sites in the Radiation-Hygienic Passports of the constituent entities of the Russian Federation for the period from 2010 to 2023. Materials and Methods: The study used data from the Radiation-Hygienic Passports for 2010-2023 of those constituent entities of the Russian Federation where peaceful nuclear explosions were conducted. The computer program FBD-RGPt MR 2.6.1.0257-21 was used as the tool for working with the territorial passports. Results and Discussion: The analysis revealed significant differences between regions in the quality and completeness of the provided data. A formalistic approach and data duplication were noted in the completion of the Radiation-Hygienic Passports. Regions that did not account for peaceful nuclear explosions when filling out the Radiation-Hygienic Passports for the entire study period were identified. These subjects include Stavropol Krai, Nenets Autonomous Okrug, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, the Republic of Kalmykia, and the Republic of Komi. Murmansk Oblast included information on peaceful nuclear explosions in its territorial radiation-hygienic passport only once, in 2019. The Republic of Sakha (Yakutia) ceased providing data on peaceful nuclear explosions in the Radiation-Hygienic Passports from 2017 onwards. Conclusion: The obtained results highlight the necessity of continuing the monitoring of peaceful nuclear explosion sites and the importance of interagency cooperation in the preparation of Radiation-Hygienic Passports for the territories.*

**Key words:** radiation-hygienic passport of the territory, peaceful nuclear explosions, Constituent entities of the Russian Federation, radiation conditions, radiation safety.

---

**Konstantin A. Sednev**

Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev

**Address for correspondence:** 8, Mira Str., Saint Petersburg, 197101, Russia; E-mail: c.sednew@yandex.ru



**Authors' personal contribution**

Konstantin A. Sednev developed design of the study, determined aims and objectives, prepared draft of the manuscript.

Elena A. Kosarlukova prepared draft of the manuscript.

Artem M. Biblin prepared draft of the manuscript.

**Conflict of interests**

Authors declare the absence of conflict of interest.

**Sources of funding**

The work was carried out within the framework of the State Contract No. 81.001.20.2 with the Federal Medical and Biological Agency of Russia and the sectoral program of Rospotrebnadzor for 2021–2025. «Scientific substantiation of the national system for ensuring sanitary and epidemiological wellbeing, managing health risks and improving the quality of life of the population of Russia» on the topic: «Improving and developing methods for monitoring environmental objects in areas where peaceful nuclear explosions are carried out. Radiation hygienic characteristics of sources of drinking water supply».

**References**

1. The modern radioecological situation in areas of peaceful nuclear explosions on the territory of the Russian Federation: collective authors under the editorship of Prof. VA Logachev. Moscow: IzdAT; 2005. 256 p. (In Russian).
2. Vasiliev AP, Ilyichev VA. Peaceful nuclear explosions. Traektoriya issledovaniy – chelovek, priroda, tekhnologii = Research trajectory – man, nature, technology. 2024; 4: 3–18. (In Russian).
3. Khramtsov EV, Repin VS, Biblin AM, Varfolomeeva KV, Ivanov SA. Radiation-hygienic characteristic of the protected zones of peaceful nuclear explosions in the Arkhangelsk region. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2021;14(1): 111–123. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2021-14-1-111-123.
4. Ramzaev VP, Repin VS, Khramtsov EV. Peaceful underground nuclear explosions: current issues on radiation safety for general public. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2009;2(2): 27–33. (In Russian).
5. Timofeeva MA, Barkovsky AN, Medvedev AYU, Ramzaev VP, Repin VS. On including the data relevant to peaceful nuclear explosions in the radiation hygiene passport of a territorial subject of the Russian Federation. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2010;3(3): 51–54. (In Russian).
6. Certificate of State Registration of the Computer Program No. 2022685447 Russian Federation. FBD-RGPT MR 2.6. 1.0257-21. №. 2022684169. appl.12/08/2022: publ. 12/23/2022.
7. Repin VS, Varfolomeeva KV, Biblin AM, Zelentsova SA, Sednev KA, Arkhangelskaya GV. Tritium content in water bodies in regions of peaceful nuclear explosions. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2024;17(3): 67–78. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2024-17-3-67-78.

Received: September 10, 2025

**For correspondence: Konstantin A. Sednev** – Junior Researcher, Laboratory of Ecology, Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing. (8, Mira Str., Saint Petersburg, 197101, Russia; E-mail: c.sednev@yandex.ru)

ORCID: 0009-0006-7906-1106

**Elena A. Kosarlukova** – Acting Junior Researcher, Information Analytical Center, Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint Petersburg, Russia

ORCID: 0009-0007-6476-9571

**Artem M. Biblin** – Head of Information Analytical Center, Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint Petersburg, Russia

ORCID: 0000-0002-3139-2479

**For citation: Sednev K.A., Kosarlukova E.A., Biblin A.M. Analysis of data on peaceful nuclear explosions in radiation-hygienic passports of the subjects of the Russian Federation. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2025. Vol. 18, No. 4. P. 141–146. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2025-18-4-141-146**