

ISSN 1819-7663 (Print)  
ISSN 2542-1921 (Online)

# ИЗВЕСТИЯ САРАТОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

## Новая серия

Серия: Науки о Земле

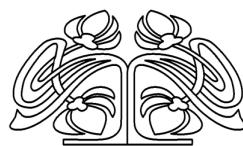
2025

Том 25

Выпуск 4



IZVESTIYA OF SARATOV UNIVERSITY  
EARTH SCIENCES



## СОДЕРЖАНИЕ

### Научный отдел

#### География

**Соколов А. А., Руднева О. С.**

Демографическая динамика трансграничных регионов России и Казахстана:  
многоуровневый анализ

Журнал «Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия “Науки о Земле”» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Запись о регистрации СМИ ПИ № ФС77-76643 от 26 августа 2019 года

Учредитель: Федеральное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского»

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (категория К2, специальности: 1.6.1, 1.6.2, 1.6.9, 1.6.12, 1.6.13, 1.6.18, 1.6.20, 1.6.21). Журнал входит в международную базу данных DOAJ

Подписной индекс издания 36010.  
Подписку на печатные издания можно оформить в Интернет-каталоге ГК «Урал-Пресс» ([ural-press.ru](http://ural-press.ru)).  
Журнал выходит 4 раза в год.  
Цена свободная.  
Электронная версия находится в открытом доступе ([geo.sgu.ru](http://geo.sgu.ru))

**Салатин С. А., Зеленюк Ю. М., Барсукова Д. А.**

Трансформация сельских систем расселения тайги зоны Иркутской области  
(на примере муниципальных образований Среднего Приангарья)

#### Директор издательства

Бучко Ирина Юрьевна

#### Редактор

Садыкова Марина Владимировна  
Трубникова Татьяна Александровна

#### Редактор-стилист

Агафонов Андрей Петрович

#### Верстка

Степанова Наталия Ивановна

#### Технический редактор

Каргин Игорь Анатольевич

#### Корректор

Шевякова Виктория Валентиновна  
В оформлении издания использованы работы художника Соколова Дмитрия Валерьевича (13.11.1940–20.11.2023)

**Ormeli E. I.**

Современные тенденции пространственно-временной изменчивости годовой и сезонной температуры воздуха на территории Саратовской области

#### Адрес учредителя, издателя и издательства (редакции):

410012, Саратов, ул. Астраханская, 83  
Тел.: +7(845-2) 51-29-94, 51-45-49,  
52-26-89

E-mail: [publ@sgu.ru](mailto:publ@sgu.ru), [izdat@sgu.ru](mailto:izdat@sgu.ru)

**Преображенский Ю. В., Борщёв Е. И.**

Искусственное освещение в пределах г. Саратова и Саратовской области:  
территориальные различия и динамика в 2007–2022 гг.

Подписано в печать 18.12.2025.

Подписано в свет 25.12.2025.

Выход в свет 25.12.2025.

Формат 60 × 84 1/8.

Усл. печ. л. 8.86 (9.5).

Тираж 100 экз. Заказ 110-Т.

**Затонская А. В., Панин С. А.**

Путеводители будущего: применение искусственного интеллекта при создании историко-туристского продукта (на примере тематического маршрута «Саратов – Город трудовой доблести»)

Отпечатано в типографии

Саратовского университета.

Адрес типографии:

410012, Саратов, Б. Казачья, 112А

#### Геология

**Первушов Е. М., Барабошкин Е. Ю., Шелепов Д. А., Бирюков А. В.**

Граница альба и сеномана в северной части Доно-Медведицких дислокаций.  
Статья 2. Анализ орнитоценозов. Выводы

© Саратовский университет, 2025

**Титов Ю. В., Павленко К. В., Рахматуллина Э. М., Галимова Г. М.**

Особенности распределения естественных радиоактивных элементов в зависимости от палеогеографических условий осадконакопления верхнеюрских отложений (на примере Когалымско-Покачевского региона Западной Сибири)

### Университетская летопись

#### Представляем книги

**Гужиков А. Ю., Сельцер В. Б.**

Яков Андреевич Рихтер: Учитель, Ученый, Личность

298



## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Журнал «Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле» принимает к публикации на русском языке общетеоретические, методические, дискуссионные, критические статьи, результаты исследований в области наук о Земле, краткие сообщения и рецензии, а также хронику и информацию.

Объем публикуемой статьи не должен превышать 16 страниц, 5 рисунков и 4 таблиц.

Статья должна быть аккуратно оформлена и тщательно отредактирована.

Последовательность предоставления материала:

- на русском языке: индекс УДК, название статьи, инициалы и фамилии авторов, сведения об авторах (ученая степень, должность и место работы, e-mail), аннотация, ключевые слова, текст статьи, благодарности, ссылки на гранты, библиографический список;

- на английском языке: название статьи, инициалы и фамилии авторов, ORCID, место работы (вуз, почтовый адрес), e-mail, аннотация, ключевые слова.

Отдельным файлом приводятся сведения о статье: раздел журнала, УДК, авторы и название статьи (на русском и английском языках); сведения об авторах: фамилия, имя и отчество (полностью), e-mail, телефон (для ответственного за переписку обязательно указать сотовый или домашний). Если название статьи слишком длинное, то для колонитула следует привести его краткий вариант.

Иллюстрации и таблицы должны быть представлены отдельным файлом в формате jpg, tiff, cdr, bmp, разрешением не меньше 300 dpi. Рисунки должны быть представлены в черно-белом виде.

Все материалы предоставляются как в бумажном, так и электронном виде.

Требования к аннотации и библиографическому списку:

- аннотация должна отражать основную суть публикации; оптимальный объем 500–600 знаков;

- в библиографическом списке должны быть указаны только процитированные в статье работы; ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Более подробная информация о правилах оформления статей, образцы оформления различных источников приведены вместе со стилем файлом по адресу: [www.geo.sgu.ru](http://www.geo.sgu.ru).

Датой поступления статьи считается дата поступления ее окончательного варианта. Возвращенная на доработку статья должна быть прислана в редакцию не позднее чем через три месяца. Возвращение статьи на доработку не означает, что статья будет опубликована, после переработки она вновь будет рецензироваться.

Материалы, отклоненные редакцией, не возвращаются.

Адреса для переписки с редакцией серии: geo@sgu.ru; 410012, г. Саратов, ул. Астаханская, 83, географический факультет, ответственному секретарю журнала «Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле».

## CONTENTS

### Scientific Part

#### Geography

**Sokolov A. A., Rudneva O. S.**

Demographic dynamics of the transborder regions of Russia and Kazakhstan:  
A multilevel analysis

232

**Salatin S. A., Zelenyuk Yu. M., Barsukova D. A.**

Transformation of rural settlement systems in the taiga zone  
of the Irkutsk region (on the example of municipalities  
in the Middle Angara region)

239

**Ormeli E. I.**

Modern trends spatial and temporal variability of annual and seasonal  
air temperature in the Saratov region

247

**Preobrazhenskiy Y. V., Borshchov E. I.**

Artificial lighting within Saratov and the Saratov region: Territorial differences  
and dynamics in 2007–2022

254

**Zatonskaya A. V., Panin S. A.**

Travel guides of the future: The use of artificial intelligence  
in the creation of a historical and tourist product  
(using the example of a thematic route  
“Saratov–City of Labor Valor”)

265

#### Geology

**Pervushov E. M., Baraboshkin E. Yu.,  
Shelepor D. A., Biryukov A. V.**

The Albian-Cenomanian boundary in the northern part  
of the Don-Medveditsa dislocations.  
Paper 2. Oryctocoenoses analysis. Conclusions

275

**Titov Yu. V., Pavlenko K. V.,  
Rakhmatullina E. M., Galimova G. M.**

Features of the distribution of natural radioactive elements depending  
on the paleogeographic conditions of sedimentation of the Upper Jurassic  
sediments (on the example of the Kogalym-Pokachevsky region  
of Western Siberia)

289

### University Chronicle

#### Presentation of the Book

**Guzhikov A. Yu., Seltser V. B.**

Yakov Andreevich Richter: Teacher, Scientist, Personality

298

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА  
«ИЗВЕСТИЯ САРАТОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. НОВАЯ СЕРИЯ.  
СЕРИЯ: НАУКИ О ЗЕМЛЕ»**

**Главный редактор**

Макаров Владимир Зиновьевич, доктор геогр. наук, профессор (Саратов, Россия)

**Заместитель главного редактора**

Первушов Евгений Михайлович, доктор геол.-минерал. наук, профессор (Саратов, Россия)

**Ответственный секретарь**

Преображенский Юрий Владимирович, кандидат геогр. наук, доцент (Саратов, Россия)

**Члены редакционной коллегии:**

Горбатенко Валентина Петровна, доктор геогр. наук, профессор (Томск, Россия)

Гужиков Андрей Юрьевич, доктор геол.-минерал. наук, профессор (Саратов, Россия)

Диденко Алексей Николаевич, доктор геол.-минерал. наук, член-корреспондент РАН  
(Хабаровск, Россия)

Дмитриев Руслан Васильевич, доктор геогр. наук (Москва, Россия)

Казанский Алексей Юрьевич, доктор геол.-минерал. наук, профессор (Москва, Россия)

Калинин Николай Александрович, доктор геогр. наук, профессор (Пермь, Россия)

Катровский Александр Петрович, доктор геогр. наук, профессор (Смоленск, Россия)

Коробов Александр Дмитриевич, доктор геол.-минерал. наук, профессор (Саратов, Россия)

Носонов Артур Модестович, доктор геогр. наук, профессор (Саранск, Россия)

Переведенцев Юрий Петрович, доктор геогр. наук, профессор (Казань, Россия)

Рогов Михаил Алексеевич, доктор геол.-минерал. наук, профессор РАН (Москва, Россия)

Семенов Юрий Михайлович, доктор геогр. наук, профессор (Иркутск, Россия)

Хоцян Ашот Владимирович, доктор геогр. наук, профессор (Ереван, Армения)

Чумаченко Алексей Николаевич, доктор геогр. наук, профессор (Саратов, Россия)

Шурыгин Борис Nikolaevich, доктор геол.-минерал. наук, профессор,

член-корреспондент РАН (Новосибирск, Россия)

**EDITORIAL BOARD OF THE JOURNAL  
“IZVESTIYA OF SARATOV UNIVERSITY.  
EARTH SCIENCES”**

**Editor-in-Chief – Vladimir Z. Makarov (Saratov, Russia)**

**Deputy Editor-in-Chief – Evgeniy M. Pervushov (Saratov, Russia)**

**Executive secretary – Yuri V. Preobrazhenskiy (Saratov, Russia)**

**Members of the Editorial Board:**

Valentina P. Gorbatenko (Tomsk, Russia)

Andrey Yu. Guzhikov (Saratov, Russia)

Aleksey N. Didenko (Khabarovsk, Russia)

Ruslan V. Dmitriev (Moscow, Russia)

Alekssei Yu. Kazansky (Moscow, Russia)

Nikolay A. Kalinin (Perm, Russia)

Aleksandr P. Katrovsky (Smolensk, Russia)

Aleksandr D. Korobov (Saratov, Russia)

Artur M. Nosonov (Saransk, Russia)

Yuriy P. Perevedentsev (Kazan, Russia)

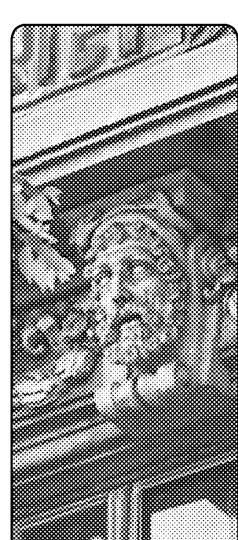
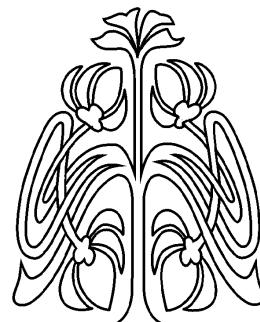
Mikhail A. Rogov (Moscow, Russia)

Yuriy M. Semenov (Irkutsk, Russia)

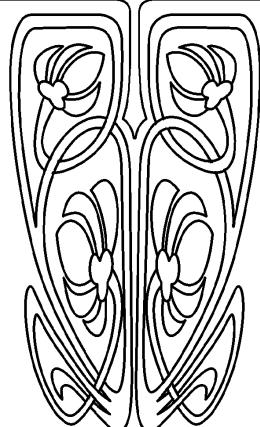
Ashot V. Khoetsyan (Erevan, Armenia)

Aleksey N. Chumachenko (Saratov, Russia)

Boris N. Shurygin (Novosibirsk, Russia)



**РЕДАКЦИОННАЯ  
КОЛЛЕГИЯ**



# ГЕОГРАФИЯ

Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2025. Т. 25, вып. 4. С. 232–238

*Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2025, vol. 25, iss. 4, pp. 232–238

<https://geo.sgu.ru> <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-4-232-238>, EDN: BGQTOW

Научная статья

УДК 911.6

## Демографическая динамика трансграничных регионов России и Казахстана: многоуровневый анализ

А. А. Соколов<sup>✉</sup>, О. С. Руднева

Федеральный исследовательский центр УрО РАН, Институт степи УрО РАН, Россия, 460000, г. Оренбург, ул. Пионерская, д. 11

Соколов Александр Андреевич, старший научный сотрудник, [sokolovaa@rambler.ru](mailto:sokolovaa@rambler.ru), <https://orcid.org/0000-0002-0093-3420>

Руднева Оксана Сергеевна, старший научный сотрудник, [ksen1909@mail.ru](mailto:ksen1909@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8425-3301>

**Аннотация.** Рассмотрены демографические процессы в трансграничных регионах (российско-казахстанском приграничье) России и Казахстана, которые, несмотря на свою стратегическую значимость, часто оказываются на периферии национальной политики. Методологической основой выступает предложенный трехуровневый подход (национальный, региональный, местный), позволяющий выявить как макродемографические тренды, так и внутрирегиональную дифференциацию. На основе анализа статистических данных за период 1989–2021 гг. установлено, что ключевыми вызовами для приграничья являются естественная убыль населения, устойчивый миграционный отток и усиливающаяся пространственная поляризация. Выявлена значительная асимметрия демографического развития: казахстанские регионы демонстрируют более глубокую депопуляцию, в то время как российское приграничье сохраняет относительную стабильность, оставаясь миграционно привлекательным. На местном уровне подтвержден общий центростремительный тренд – концентрация населения в региональных центрах и обезлюдение сельской периферии. Результаты исследования подчеркивают необходимость разработки скоординированной двусторонней политики, направленной на стимулирование экономического развития, улучшение качества жизни в приграничных регионах, а также поддержку узловых городов и агломераций, способных стать центрами демографического и экономического притяжения.

**Ключевые слова:** трансграничные регионы, демография, депопуляция, миграция, пространственная поляризация, Россия, Казахстан, многоуровневый анализ

**Благодарности.** Исследование выполнено в рамках темы государственного задания ААА-А21-121011190016-1.

**Для цитирования:** Соколов А. А., Руднева О. С. Демографическая динамика трансграничных регионов России и Казахстана: многоуровневый анализ // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2025. Т. 25, вып. 4. С. 232–238. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-4-232-238>, EDN: BGQTOW

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

**Demographic dynamics of the transborder regions of Russia and Kazakhstan:  
A multilevel analysis**

A. A. Sokolov<sup>✉</sup>, O. S. Rudneva

Orenburg Federal Research Center, Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 11 Pionerskaya St., Orenburg 460000, Russia

Alexander A. Sokolov, sokolovaa@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0093-3420>  
Оксана С. Руднева, ksen1909@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8425-3301>

**Abstract.** The article examines demographic processes in the transboundary regions (the Russian-Kazakh border area) of Russia and Kazakhstan, which, despite their strategic importance, often remain on the periphery of national policy. The methodological framework is based on a proposed three-level approach (national, regional, local), enabling the identification of both macro-demographic trends and intraregional differentiation. The analysis of statistical data for the period 1989–2021 reveals that the key challenges for the borderlands include natural population decline, persistent migration outflow, and increasing spatial polarization. A significant asymmetry in demographic development has been identified: Kazakh regions exhibit more pronounced depopulation, while the Russian border areas maintain relative stability, retaining their migration attractiveness. At the local level, a general centripetal trend is confirmed – concentration of population in regional centers and depopulation of rural peripheries. The study's results underscore the need for developing a coordinated bilateral policy aimed at stimulating economic development, improving the quality of life in border regions, and supporting nodal cities and agglomerations capable of becoming centers of demographic and economic attraction.

**Keywords:** cross-border regions, demography, depopulation, migration, spatial polarization, Russia, Kazakhstan, multilevel analysis

**Acknowledgments.** The study was carried out as part of the government assignment theme (AAAA-A21-121011190016-1).

**For citation:** Sokolov A. A., Rudneva O. S. Demographic dynamics of the transborder regions of Russia and Kazakhstan: A multilevel analysis. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2025, vol. 25, iss. 4, pp. 232–238 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-4-232-238>. EDN: BGQTOW

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

## Введение

Современные трансграничные территории, традиционно воспринимаемые как периферийные и изолированные, объективно выдвигаются в фокус региональных и национальных процессов развития. Однако стратегическое планирование зачастую осуществляется без опоры на комплексную эмпирическую базу, что обусловлено фрагментарностью и национальной ограниченностью систем статистического наблюдения, игнорирующих трансграничные потоки и функциональные взаимосвязи.

Недостаточная изученность демографических процессов на локальном уровне, отсутствие единого методического подхода к анализу трансграничных территорий и слабый учет специфики конкретных регионов (таких как, например, Саратовская область, также входящая в зону исследования) затрудняют формирование адресных мер демографической и экономической политики. Восполнение этого пробела является важной научной и практической задачей.

В данной связи мониторинг и комплексный анализ таких территорий становится необходимым условием для формирования обоснованной региональной политики. Целью настоящего исследования является многоуровневый анализ демографической динамики трансграничных регионов России и Казахстана для выявления ключевых тенденций, дисбалансов и вызовов устойчивому развитию.

Особое внимание в исследовании уделяется анализу внутрирегиональной дифференциации

демографических процессов в трансграничье России и Казахстана, что позволяет выявить не только общие тенденции, но и особенности развития отдельных территорий. Это представляется особенно важным для разработки адресных мер региональной политики, учитывающих уникальные социально-экономические и географические характеристики каждого приграничного региона.

## Материал и методика исследований

Методология исследования строится на трехуровневом подходе [1–3].

**Национальный уровень:** сравнительный анализ основных демографических показателей (рождаемость, смертность, миграция) России и Казахстана в целом для выявления общих макродемографических тенденций и дисбалансов в развитии двух стран.

**Региональный уровень:** анализ приграничных субъектов Российской Федерации и областей Республики Казахстан для оценки межрегиональных различий демографической динамики.

**Локальный уровень:** анализ на уровне муниципалитетов для идентификации процессов концентрации и депопуляции расселения, т. е. для оценки внутрирегиональной дифференциации.

В тесте статьи и при составлении рисунков использованы данные официальной статистики России (Росстат)<sup>1</sup> и Казахстана (Бюро национальной статистики)<sup>2</sup>, а также материалы переписей населения 1989 и 2021 гг.<sup>3</sup> Обработка данных

<sup>1</sup> Муниципальная статистика // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 28.07.2025).

<sup>2</sup> Разделы статистики // Бюро Национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан : [сайт]. URL: <https://taldau.stat.gov.kz/ru/Search/SearchByKeyWord> (дата обращения: 28.07.2025).

<sup>3</sup> Итоги Всесоюзной переписи населения 1989 года // Демоскоп Weekly [сайт]. URL: <https://www.demoscope.ru/weekly/ssp/census.php?cy=6> (дата обращения: 28.07.2025); Итоги Национальной переписи населения 2021 года // Бюро Национальной



проводилась с применением методов сравнительного и картографического анализа.

## Результаты и их обсуждение

### 1. Национальный уровень: макро-демографические дисбалансы в трансграничье

Комплексный анализ на национальном уровне выявил существенную асимметрию в демографическом потенциале приграничных территорий России и Казахстана. На российскую часть приграничья приходится 23.8 млн чел. (80.6% от общего населения зоны), на казахстанскую – 5.7 млн чел. (19.4%). Данный дисбаланс обусловлен историческими особенностями освоения территорий: российские регионы относятся к основной полосе расселения, тогда как казахстанские располагаются в зоне очагового расселения [4].

Динамика доли населения российско-казахстанского приграничья в общей численности стран свидетельствует о разнонаправленных тенденциях. В Казахстане этот показатель снизился с 39% (1989 г.) до 30% (2021 г.), что указывает на опережающую депопуляцию в приграничных областях. В России доля осталась стабильной (~16–17%), что синхронизировано с общероссийскими демографическими процессами.

Ключевым вызовом для всей трансграничной зоны является кризис естественного воспроизводства населения. За рассматриваемый период (1989–2021 гг.) в обоих государствах наблюдается резкое снижение рождаемости (в России с 14.4 до 9.7%; в Казахстане с 21 до 18.8%) и рост смертности (в России с 10.4 до 17.4%; в Казахстане с 8.1 до 12.1%), что привело к процессу естественной убыли. Позитивной тенденцией является значительное снижение младенческой смертности, однако ожидаемая продолжитель-

ность жизни остается очень низкой (69.2 в России и 69.5 в Казахстане).

Миграционные процессы усугубляют депопуляцию. В России миграционный прирост сменился убылью (с +0.9 до –0.4%), а в Казахстане наблюдается резкий отток населения (с +6.3 до –7%), что является одним из наиболее важных факторов, вызывающих озабоченность (таблица).

### 2. Региональный уровень: внутрирегиональная дифференциация и контрасты

Анализ в региональном разрезе демонстрирует значительную неоднородность демографических процессов, что позволяет выделить несколько ключевых тенденций.

Динамика численности населения характеризуется ярко выраженной поляризацией. Рост населения зафиксирован лишь в 6 из 19 регионов, наибольший – в ресурсодобывающих областях Казахстана: Атырауской (+54%), Актюбинской (+27%), а также в Тюменской области России (+12%). Сокращение населения отмечается в 13 регионах, наиболее значительное – в аграрных Северо-Казахстанской (–36%), Курганской и Костанайской (по –26%) областях. Общим отражением депопуляции на российской стороне является Саратовская область, где за период 1989–2021 гг. численность населения сократилась более чем на 9%, а негативные демографические тенденции (естественная убыль, миграционный отток молодежи) носят устойчивый и структурный характер (рис. 1, 2) [5].

Миграционная привлекательность регионов асимметрична. Российское приграничье в целом остается более привлекательным [6]: в 5 регионах положительное миграционное сальдо частично компенсирует естественную убыль. Все казахстанские регионы, входящие в зону российско-казахстанского приграничья, имеют отри-

#### Динамика основных демографических показателей в трансграничье России и Казахстана

Показатель	Российское приграничье		Казахстанское приграничье	
	1989	2021	1989	2021
Численность населения, млн. чел.	25.7	23.8	6.3	5.7
Рождаемость, %	14.4	9.7	21	18.8
Смертность, %	10.4	17.4	8.1	12.1
Младенческая смертность, %	18.5	5	27.2	8.8
Ожидаемая продолжительность жизни, лет	69.1	69.2	68.7	69.5
Миграция, %	0.9	–0.4	6.3	–7
Доля численности населения по обе стороны границы, %	80.6	80.4	19.4	19.6
Доля численности населения от общего населения своих стран, %	17	16	39	30

статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан : [сайт]. URL: <https://stat.gov.kz/ru/national/2021/> (дата обращения: 28.07.2025); Всероссийская перепись населения 2020 года. Т. 1 : Численность и размещение населения // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. URL: [https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1\\_Chislenost\\_i\\_razmeshchenie\\_naseleniya](https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1_Chislennost_i_razmeshchenie_naseleniya) (дата обращения: 28.07.2025).

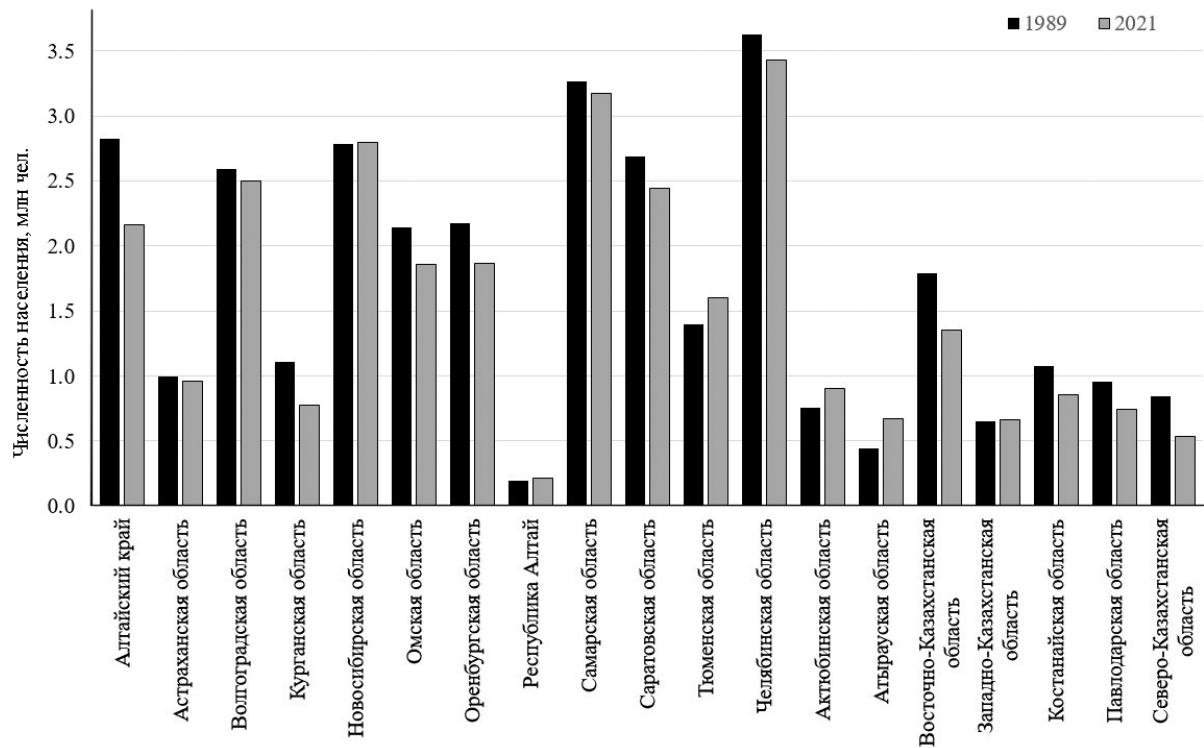


Рис. 1. Изменение численности населения в регионах трансграничья России и Казахстана

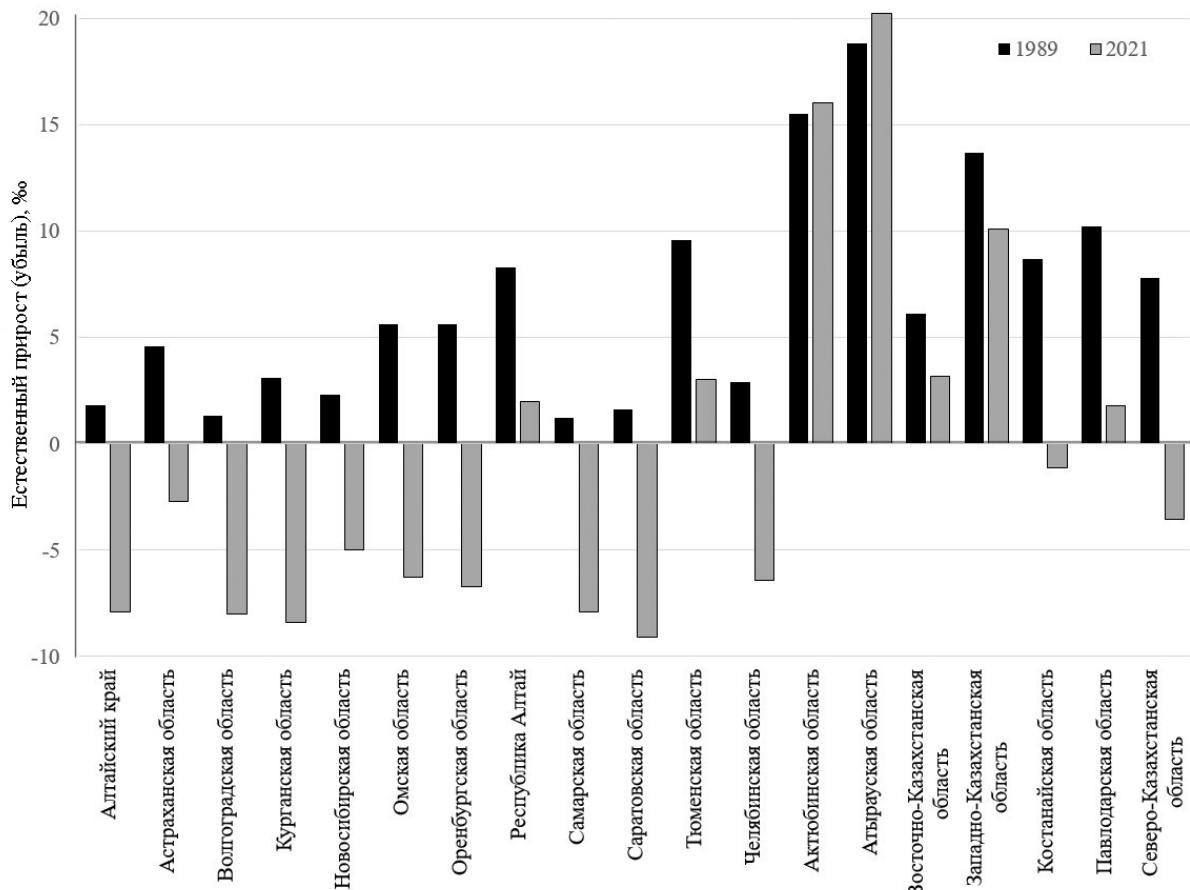


Рис. 2. Изменение показателя естественного прироста (убыли) населения в регионах трансграничья России и Казахстана

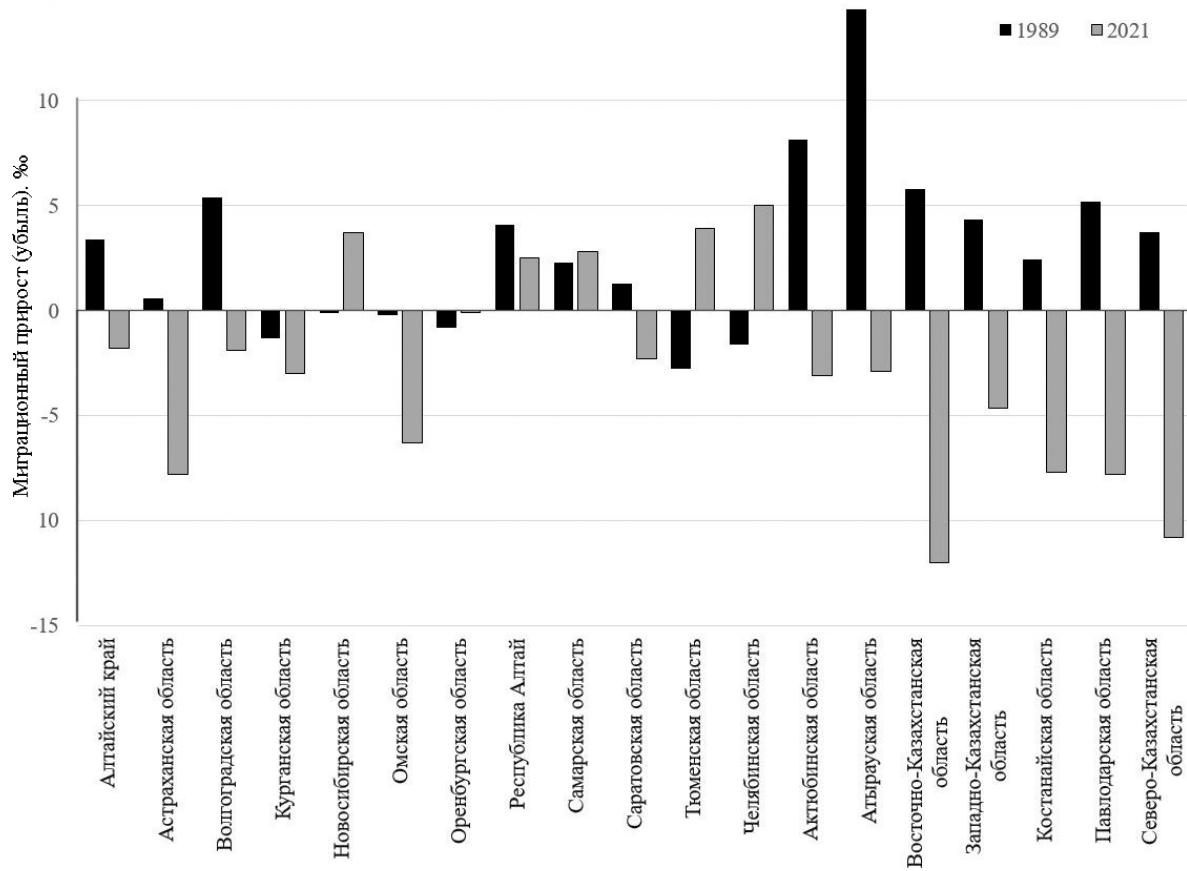


Рис. 3. Изменение показателя миграционного прироста (убыли) населения в регионах трансграничья России и Казахстана

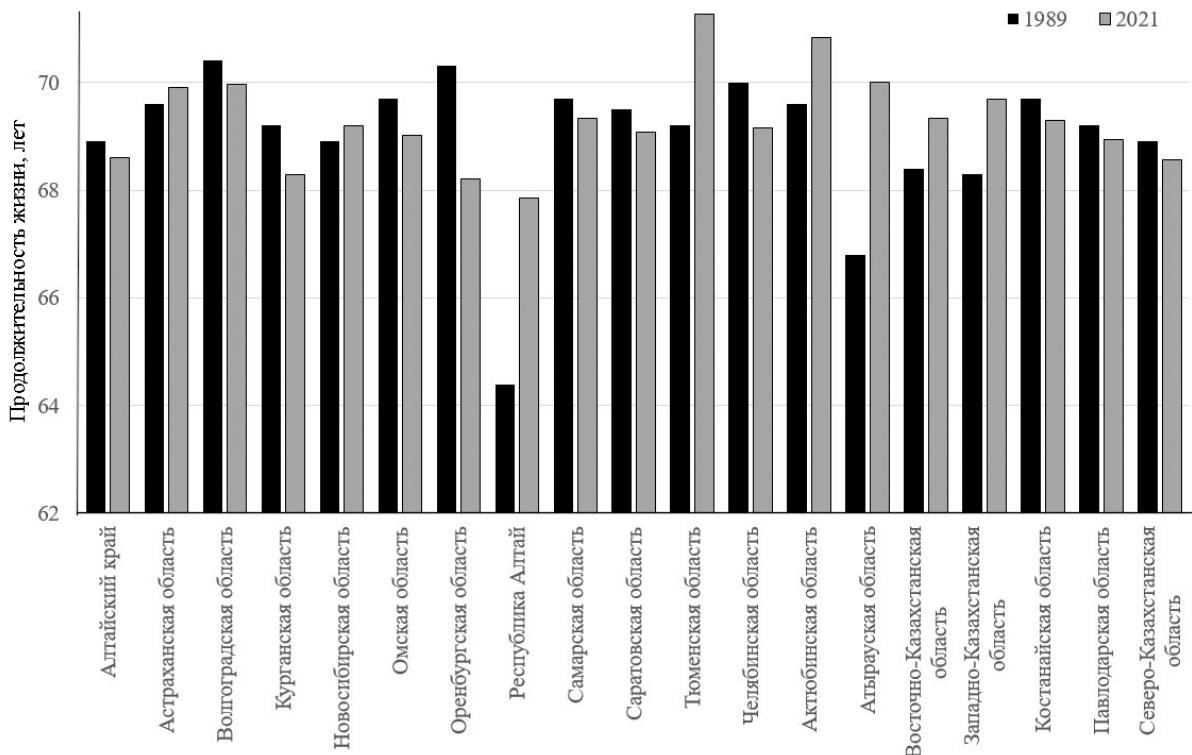


Рис. 4. Изменение ожидаемой продолжительности жизни населения в регионах трансграничья России и Казахстана

цательное миграционное сальдо, что усугубляет их демографические проблемы (рис. 3).

Ожидаемая продолжительность жизни также варьируется. Максимальные значения зафиксированы в Тюменской (71.3 лет) и Актюбинской (70.8 лет) областях, минимальные – в Республике Алтай (67.9 лет) и Северо-Казахстанской области (68.6 лет). Наиболее значительное падение показателя отмечено в Оренбургской области (-2.1 года), рост – в Республике Алтай (+3.5 года) (рис. 4).

### 3. Местный уровень: поляризация рассеяния

Анализ на уровне муниципальных образований на основе данных переписей 1989 и 2021 гг. позволил выделить шесть типологических групп по характеру демографических изменений и подтвердил преобладание общих центrostремительных механизмов. Критерием типологии выступила интенсивность и направленность изменения численности населения за межпереписной период. Были выделены следующие группы (рис. 5):

- 1) муниципалитеты с интенсивным ростом (более 50% к уровню 1989 г.): как правило, административные центры субъектов/областей и прилегающие к ним территории (окрестности Тюмени, Актюбинска);
  - 2) муниципалитеты с высоким ростом (25–50%): малые города с устойчивой экономикой, пригородные зоны крупных региональных центров;
  - 3) муниципалитеты с умеренным ростом (0–25%): сельские районы в регионах с высокой рождаемостью (Атырауская область, Республика Алтай);
  - 4) муниципалитеты с умеренной убылью (0–25%): большинство сельских районов;

- 5) муниципалитеты с сильной убылью (25–50%): депрессивные сельские и старые индустриальные районы;

- 6) муниципалитеты с катастрофической убылью (более 50%): глубокая периферия, удаленные сельские поселения (в основном в северном Казахстане).

Данная типология подтвердила преобладание общих центростремительных механизмов:

- поляризация расселения: интенсивное сокращение численности населения в периферийных сельских районах при одновременном росте малых городов и региональных центров;
  - концентрация населения: формирование агломерационных эффектов – кумулятивного роста социально-экономического потенциала и притяжения населения за счет концентрации экономической активности, рабочих мест и инфраструктуры – вокруг региональных центров (например, Тюмень, Актюбинск, Атырау) и в их пригородных зонах.

Эта динамика свидетельствует о «сжатии» демографического пространства приграничья, усиении его периферийности по отношению к столичным и крупнейшим экономическим центрам (Москва, Санкт-Петербург, Астана, Алматы) и росте внутренней асимметрии между урбанизированными центрами и сельской местностью внутри самого приграничья.

## Заключение

Проведенное исследование с применением сравнительно-географического анализа на трех уровнях выявило, что демографическая ситуация в трансграничных регионах России и Казахстана

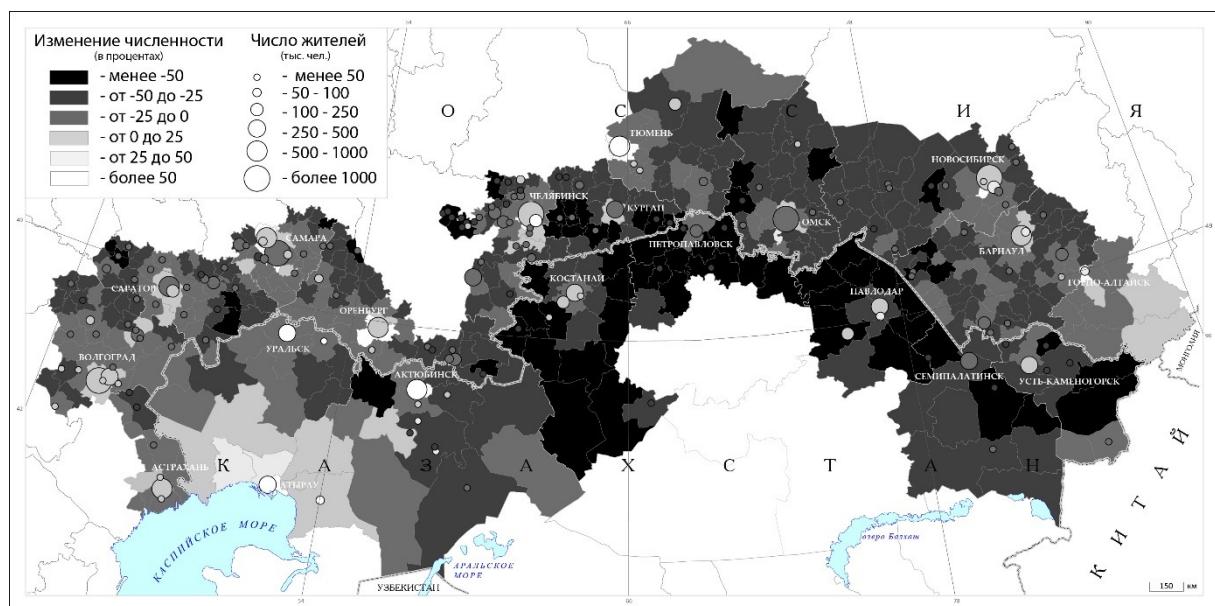


Рис. 5. Динамика населения в трансграницье России и Казахстана в период 1989–2021 гг.



стана характеризуется комплексом негативных тенденций: естественной убылью, старением, устойчивым миграционным оттоком и усиливающейся пространственной поляризацией.

Несмотря на общность макропроцессов, на региональном и локальном уровнях наблюдается заметная дифференциация. Ключевое различие заключается в том, что казахстанское приграничье испытывает более глубокую и системную депопуляцию, усугубляемую масштабным миграционным оттоком, часто в соседние регионы России. В России демографический кризис носит более сглаженный характер и частично компенсируется миграцией [7].

Локальный анализ подтвердил общий для России и Казахстана тренд «сжатия» заселенного пространства и концентрации населения в ключевых узлах (региональных центрах), что ведет к постепенному опустынию и заброшенности обширных периферийных территорий.

Выявленная значительная асимметрия демографического развития, синхронность негативных трендов и интенсивные трансграничные миграционные потоки свидетельствуют о том, что традиционные национальные подходы к территориальному планированию, не учитывающие трансграничный контекст, неэффективны для данных регионов. В качестве мер региональной политики представляется необходимым:

- разработка и внедрение совместных российско-казахстанских программ мониторинга демографических и миграционных процессов, учитывающих трансграничные потоки;
- реализация скоординированных экономических и инфраструктурных проектов, направленных на стимулирование роста в депрессивных приграничных кластерах;
- разработка целевых программ по закреплению населения, особенно молодежи, в приграничных регионах, включая меры по улучшению качества жизни и развитию человеческого капитала.

Проведенный анализ демонстрирует, что, несмотря на общность вызовов, стоящих перед трансграничью России и Казахстана, меры политики должны разрабатываться с учетом региональных специфических особенностей. Для казахстанских регионов приоритетом должно стать создание условий для закрепления населения и снижения миграционного оттока, в то время

как для российских регионов важнейшей задачей является смягчение последствий естественной убыли населения и поддержание миграционной привлекательности.

Перспективы дальнейших исследований видятся в углубленном социологическом анализе мотивации принятия миграционных решений жителями приграничных регионов и детальном социально-экономическом анализе ключевых факторов регионального роста и депопуляции в трансграничном контексте.

### Библиографический список

1. Зайончковская Ж. А. Демографическая ситуация и расселение. М. : Наука, 1991. 132 с.
2. Сдыков М. Н. Казахстан и Россия в системе приграничных миграций. Россия-Казахстан: фронтъерские миграции / под научной редакцией Ж. А. Зайончковской и М. Н. Сдыкова. М. ; Уральск : Центр изучения проблем вынужденной миграции в СНГ, 2002. 236 с. EDN: VUVMSH
3. Белозеров В. С., Чихичин В. В., Панин А. Н. Российско-казахстанское приграничье: теория и практика исследования социально-демографических процессов // Региональные исследования. 2012. № 3. С. 117–127. EDN: PFSBGJ
4. Соколов А. А., Руднева О. С. Российско-казахстанский трансграничный регион: динамика демографических процессов за 25 лет // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия : Биологические, технические науки и науки о Земле. 2017. № 1. С. 49–53. EDN: YRIESX
5. Уставщикова С. В. Демографическая ситуация в Саратовской области (2010–2021 гг.) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 2. С. 101–106. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-2-101-106>, EDN: ANUOKT
6. Карпенко М. С., Себенцов А. Б. Демографические и социокультурные вызовы приграничному сотрудничеству на российско-казахстанской границе // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2022. Т. 67, № 3. С. 454–474. <https://doi.org/10.21638/spbu07.2022.304>, EDN: ZAZGEO
7. Голунов С. В. Приграничное сотрудничество России и Казахстана: проблемы и пути развития // Мировая экономика и международные отношения. 2009. № 6. С. 84–91. EDN: KMLQPF

Поступила в редакцию 09.08.2025; одобрена после рецензирования 03.09.2025;  
принята к публикации 18.09.2025; опубликована 25.12.2025

The article was submitted 09.08.2025; approved after reviewing 03.09.2025;  
accepted for publication 18.09.2025; published 25.12.2025

Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2025. Т. 25, вып. 4. С. 239–246

*Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences, 2025, vol. 25, iss. 4, pp. 239–246*

<https://geo.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-4-239-246>, EDN: FODIVF

Научная статья

УДК 911.373(571.53)

# Трансформация сельских систем расселения таёжной зоны Иркутской области (на примере муниципальных образований Среднего Приангарья)



С. А. Салатин<sup>1,2✉</sup>, Ю. М. Зеленюк<sup>2</sup>, Д. А. Барсукова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, Россия, 664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, д. 1

<sup>2</sup>Иркутский государственный университет, Россия, 664003, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, д. 1

Салатин Сергей Александрович, <sup>1</sup>аспирант, <sup>2</sup>старший преподаватель кафедры гидрологии и природопользования, salatin.s@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5648-5768>

Зеленюк Юлия Михайловна, кандидат географических наук, доцент кафедры географии, картографии и геосистемных технологий, zelenyuk.jm@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0004-7504-6481>

Барсукова Дарья Александровна, магистрант географического факультета, dashaaa.barsukova@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0722-5478>

**Аннотация.** На примере нескольких районов Среднего Приангарья раскрываются изменения в системе сельских населенных пунктов таежной зоны Иркутской области в период с первой после распада Советского Союза Всероссийской переписи населения 2002 г. до последней 2021 г. В системно-динамическом анализе был затронут и период становления районных систем расселения, который пришелся на советский период и сыграл большую роль в их генезисе. Геоинформационное картографирование и анализ систем расселения осуществлялись на разных уровнях: районном, межмуниципальном, локальном, элементарном. Результаты проведенного исследования выявили, что функциональные изменения затронули большинство сельских населенных пунктов и происходили за счет потери аграрной и лесопромышленной специализации поселений, особенно в Братском районе. Утрата производственных функций сельскими населенными пунктами в совокупности с многолетней депопуляцией меняет сформировавшиеся системы расселения. Исчезают преимущественно низовые части систем расселения. Остаются только центры этих в прошлом систем, жизнеспособность которых обеспечивается относительно высокой численностью населения поселений, сохранностью объектов социальной инфраструктуры, возможностью трудоустройства. В перспективах изменения в структуре систем расселения потребуют административного реформирования внутри муниципальных образований.

**Ключевые слова:** системы расселения, депопуляция, муниципальные центры, сельские населенные пункты, Среднее Приангарье, Иркутская область

**Для цитирования:** Салатин С. А., Зеленюк Ю. М., Барсукова Д. А. Трансформация сельских систем расселения таёжной зоны Иркутской области (на примере муниципальных образований Среднего Приангарья) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2025. Т. 25, вып. 4. С. 239–246. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-4-239-246>, EDN: FODIVF

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

## Article

### Transformation of rural settlement systems in the taiga zone of the Irkutsk region (on the example of municipalities in the Middle Angara region)

S. A. Salatin<sup>1,2✉</sup>, Yu. M. Zelenyuk<sup>2</sup>, D. A. Barsukova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS, 1 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk 664033, Russia

<sup>2</sup>Irkutsk State University, 1 K. Marx St., Irkutsk 664003, Russia

Sergey A. Salatin, salatin.s@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5648-5768>

Yulia M. Zelenyuk, zelenyuk.jm@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0004-7504-6481>

Daria A. Barsukova, dashaaa.barsukova@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0722-5478>

**Abstract.** Using the example of several districts of the Middle Angara region, the changes in the system of rural settlements in the taiga zone of the Irkutsk region in the period from the first All-Russian Population Census in 2002 after the collapse of the Soviet Union to the last one in 2021 are revealed. The system-dynamic analysis also touched upon the period of formation of regional settlement systems, which fell during the Soviet period and played a major role in their genesis. Geoinformation mapping and analysis of settlement systems were carried out at different levels: regional, inter-municipal, local, elementary. The results of the study revealed that functional changes affected the majority of rural settlements and occurred due to the loss of agricultural and forestry specialization of settlements, especially in the Bratsk region. The loss of production functions by rural settlements, combined with long-term depopulation, is changing the established settlement systems. Mainly



the grassroots settlement systems (elementary and local) are disappearing. Only the centers of these former systems remain, the viability of which is ensured by the relatively high population of settlements, the safety of social infrastructure facilities, and the possibility of employment. In the future, changes in the structure of settlement systems will require administrative reform within municipalities under a reactive problem response scenario, which can be seen in the example of the Chunsky district, which has transformed into a district. For proactive actions by the authorities, it is necessary to stimulate the development of small and medium-sized businesses, covering the fields of specialization of the research areas, and the formation of new industries.

**Keywords:** settlement systems, depopulation, municipal centers, rural settlements, Middle Angara region, Irkutsk region

**For citation:** Salatin S. A., Zelenyuk Yu. M., Barsukova D. A. Transformation of rural settlement systems in the taiga zone of the Irkutsk region (on the example of municipalities in the Middle Angara region). *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2025, vol. 25, iss. 4, pp. 239–246 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-4-239-246>, EDN: FODIVF

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

## Введение

Расселение населения – это процесс, иногда достаточно длительный, результатом которого является формирование населенных пунктов, сетей и систем расселения. При этом вся совокупность населенных пунктов, расположенных на какой-либо территории, представляет собой сеть расселения, в то время как систему расселения формирует территориальное сочетание поселений с различными функциями и пространственными связями. Системы расселения складываются исторически, под влиянием природных, социально-демографических, экономических и других факторов. Произошедшие на рубеже XX и XXI вв. изменения в обществе привели к разрушению многих связей, функционал поселений претерпел существенные изменения так же, как и численность населения. В отличие от инертной сети расселения скорость трансформации систем гораздо выше, особенно на низовых уровнях, поэтому часть изменений, которые невозможно проследить по географическим картам и статистическим базам данных, можно обнаружить при анализе систем расселения. Поэтому на данном этапе исторического развития можно остановиться и посмотреть на результаты этого процесса, сравнить с предыдущим периодом, спрогнозировать будущее развитие.

Среднее Приангарье, рассматриваемое нами в качестве района исследования, находится в среднем течении р. Ангары и включает Братский район; Чунский, Усть-Илимский и Нижнеилимский муниципальные округа Иркутской области. Этот периферийный регион находится на расстоянии 600–900 км от экономического центра области – г. Иркутска. Индустриализация данной территории началась во второй половине XX в. и была связана с формированием Братско-Усть-Илимского территориально-производственного комплекса (ТПК). В настоящее время, несмотря на нали-

чие крупного г. Братска, занимающего 2-е место по численности населения в Иркутской области (225 тыс. чел.). Среднее Приангарье является отражением центрально-периферийных территориальных контрастов. Социально-экономические изменения и ослабление государственного регулирования межрегиональных диспропорций сделали территорию Среднего Приангарья менее конкурентоспособной по сравнению с южными районами области и создали условия для выраженной и длительной депопуляции, затронувшей все типы населенных пунктов. Это стало следствием не только периферийности положения Среднего Приангарья, но и влияния агломерационного эффекта, который стимулировал перераспределение ресурсов, в том числе трудовых, в пользу Иркутской агломерации и областного центра.

## Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на основе системного подхода, раскрывающего современное состояние и динамику систем расселения во временному отрезке с первой после распада Советского Союза Всероссийской переписи населения 2002 г. до последней 2021 г. В системно-динамическом анализе был затронут и период становления районных систем расселения, который пришелся на советский период и сыграл большую роль в их генезисе. Основными методами исследования выступили: статистический, геоинформационно-картографический, математический, сравнительно-географический и др. Район исследования включил территории муниципальных образований (МО) Среднего Приангарья – Братского района и Чунского муниципального округа.

Информационной базой послужили материалы Всероссийских переписей населения 2002, 2010 и 2021 гг.<sup>1</sup> Определение функциональных ти-

<sup>1</sup>Итоги Всероссийской переписи населения 2002 г. по Иркутской области, включая Усть-Ордынский Бурятский автономный округ // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. URL: [https://38.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/1\(9\).pdf](https://38.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/1(9).pdf) (дата обращения: 24.08.2025); Численность сельских жителей в разрезе населенных пунктов Иркутской области, включая Усть-Ордынский Бурятский автономный округ (по итогам Всероссийской переписи населения 2002 г.) // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. URL: [https://38.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/2\(10\).pdf](https://38.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/2(10).pdf) (дата обращения: 24.08.2025); Итоги Всероссийской переписи населения 2010 г. по Иркутской области. Статистический бюллетень // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. URL: <https://38.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/3vpiJbEv/totals-vpn2010-2.pdf> (дата обращения:

пов поселений основывалось на годовых отчетах Братского и Чунского муниципальных образований<sup>2</sup>, Единого реестра субъектов малого и среднего предпринимательства<sup>3</sup>, которые позволили сформировать исходные базы данных по объектам социальной инфраструктуры, промышленным, сельскохозяйственным и другим предприятиям, определяющим специализацию поселений. Анализ связей внутри систем расселения осуществлялся с учетом преимущественно нормативного подхода: учитывались административные связи в границах муниципальных образований, социально-экономические (с учетом иерархического взаимодействия объектов социальной инфраструктуры, прежде всего образования и здравоохранения), т. е. связи, которые А. А. Ткаченко называет «закрепленными», или «детерминированными» [1]. Деятельностный подход (анализ связей между отдельными населенными пунктами) использовался в основном при выделении центров расселения.

Особенностью систем расселения является их множественность и иерархичность. В районе исследования на разных территориальных уровнях были выделены элементарные системы расселения, которые формируют центры с одним-двумя объектами обслуживания. Локальные системы, их центры, как правило, располагают несколькими объектами обслуживания, органами местной власти, сельскохозяйственными или иными предприятиями [2]. Межмуниципальные формируются за счет тесных социальных и экономических связей между поселениями соседних муниципальных образований. Районные системы рассмотрены в границах муниципальных образований – Братского района и Чунского муниципального округа. С учетом того, что системы расселения – это центрированные образования с выраженной иерархией, в основу картографирования и легли эти два принципа – центральность и иерархичность (отраженные в центрах расселения).

Первичные единицы системы расселения – сельские населенные пункты (СНП) – также являлись предметом исследования. Географический подход к их изучению, заложенный еще С. А. Ковалевым в 50–60 гг. ХХ в. [3], позволил сформировать одну из первых классификаций СНП. Но традиционная («советская») типология, основанная на месте СНП в системе колхозного производства, оказалась в постсоветский период рассогласованной [4]. Элементы новых типологий с акцентом на наличие или отсутствие постоянно-го населения [4], «архетипы» сельской местности, связанные с выполняемыми функциями [2 и др.],

легли в основу выделения функциональных типов СНП. Типология осуществлялась посредством системного анализа морфологических характеристик (различных рангов СНП по численности населения), социально-инфраструктурных связей между поселениями, отраслевой специализации.

Сохраняющиеся территориальные различия в динамике численности населения между разными типами населенных пунктов делают актуальными прогнозы, основанные на методологии прогнозирования численности населения (демографические прогнозы) [5]. В данной работе прогнозное исследование проводилось на основе метода экстраполяции с использованием данных о среднегодовых темпах прироста населения:

$$P_t = P_0 + \Delta \cdot t,$$

где  $P_t$  и  $P_0$  – численность населения на прогнозируемый и начальный периоды соответственно,  $\Delta$  – среднегодовой прирост,  $t$  – период прогнозирования.

Метод экстраполяции чаще всего применяется в прогнозировании численности населения небольших территорий. Длина прогнозного горизонта составила 11 лет, т. е. данный прогноз можно отнести к среднесрочному. Полученные данные легли в основу картографического и статистического материалов, отражающих структуру СНП по численности населения, а также географического анализа.

## Результаты и их обсуждение

Первичный анализ систем расселения Братского района выявил выраженную взаимосвязь между современным состоянием СНП и особенностями их формирования и развития в советский период. Поэтому в контексте данного исследования первоначально хотелось бы сделать акцент на генезисе районных систем расселения. Хозяйственное освоение территории Среднего Приангарья начинается в XVII в. на базе развития пушного промысла и сельского хозяйства. За несколько столетий это привело к развитию сети поселений в среднем течении р. Ангары и ее притоков, таких как Ия, Ока, Уда др., которые выступали в роли важнейших транспортных линий. Главной сухопутной артерией стал Тулунский тракт. В советское время созданные на месте крестьянских хозяйств колхозы и совхозы унаследовали сложившуюся сеть поселений. Таким образом, к середине XX в. (до начала крупномасштабного промышленного развития) на территории Среднего Приангарья, в таежной зоне, исторически сложился земледельческо-скотоводческий тип

24.08.2025); Численность населения на 1 января 2022 года. Статистический бюллетень // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. URL: <https://38.rosstat.gov.ru> (дата обращения: 24.08.2025).

<sup>2</sup>Муниципальное образование «Братский район» // Официальный сайт администрации Братского района. URL: <https://bratsk-raion.ru> (дата обращения: 20.05.2025); Чунский муниципальный округ // Официальный сайт администрации Чунского МО. URL: <https://chuna.mos38.ru> (дата обращения: 20.05.2025).

<sup>3</sup>Единый реестр субъектов малого и среднего предпринимательства // Федеральная налоговая служба : [сайт]. URL: <https://rmsp.nalog.ru/search.html?mode=extended> (дата обращения: 24.08.2025).



сельского расселения, обеспечивающий население продовольствием в условиях транспортной труднодоступности региона и узкосезонного характера сообщений по рекам. Однако процесс формирования Братско-Усть-Илимского ТПК, начавшийся в 50-е и 60-е гг. прошлого века, привел к коренным изменениям в системе расселения Среднего Приангарья. Со строительством западного участка Байкало-Амурской магистрали (Тайшет – Лена) появилась дополнительная ось пространственного развития в направлении запад – восток. Опорный каркас расселения составили рабочие поселки, два из которых превратились в города (Вихоревка, Братск). Создание Братско-Усть-Илимского комплекса проходило на необжитой территории с мелкими населенными пунктами в долинах рек Ангары и Иlimа, где имелись очаги земледелия [6]. При строительстве Братского гидроузла значительная часть СНП должна была оказаться в ложе будущего водохранилища ГЭС, поэтому одновременно осуществлялись два процесса: перенос ряда поселений из планируемой зоны затопления и объединение нескольких деревень и сел, т. е. укрупнение СНП. В результате формирования водохранилища большая часть сельскохозяйственных земель была выведена из производственного цикла. Новое сельскохозяйственное производство создавалось на неосвоенных таежных землях, малопригодных для его развития [7]. Несмотря на то, что для быстрорастущего в результате трудовой миграции населения требовалась хорошая продовольственная обеспеченность, сельское хозяйство Среднего Приангарья не могло приспособиться к изменившимся условиям региона. Основной причиной низких темпов наращивания производства сельскохозяйственной продукции стала острая нехватка сельскохозяйственных земель. Ослабление сельскохозяйственной специализации поселений происходило одновременно с ростом лесопромышленной. Для очистки ложа Братского водохранилища в населенных пунктах были созданы лесхозы, леспромхозы, в качестве лесопунктов создавались новые поселения. Сформировавшаяся после затопления Братского водохранилища к концу 60-х гг. XX в. сеть расселения отличалась от доиндустриального периода. Транспортные связи между поселениями улучшились не только за счет Байкало-Амурской магистрали, но и новых автодорог, развития малой авиации и регулярного в судоходный период водного сообщения.

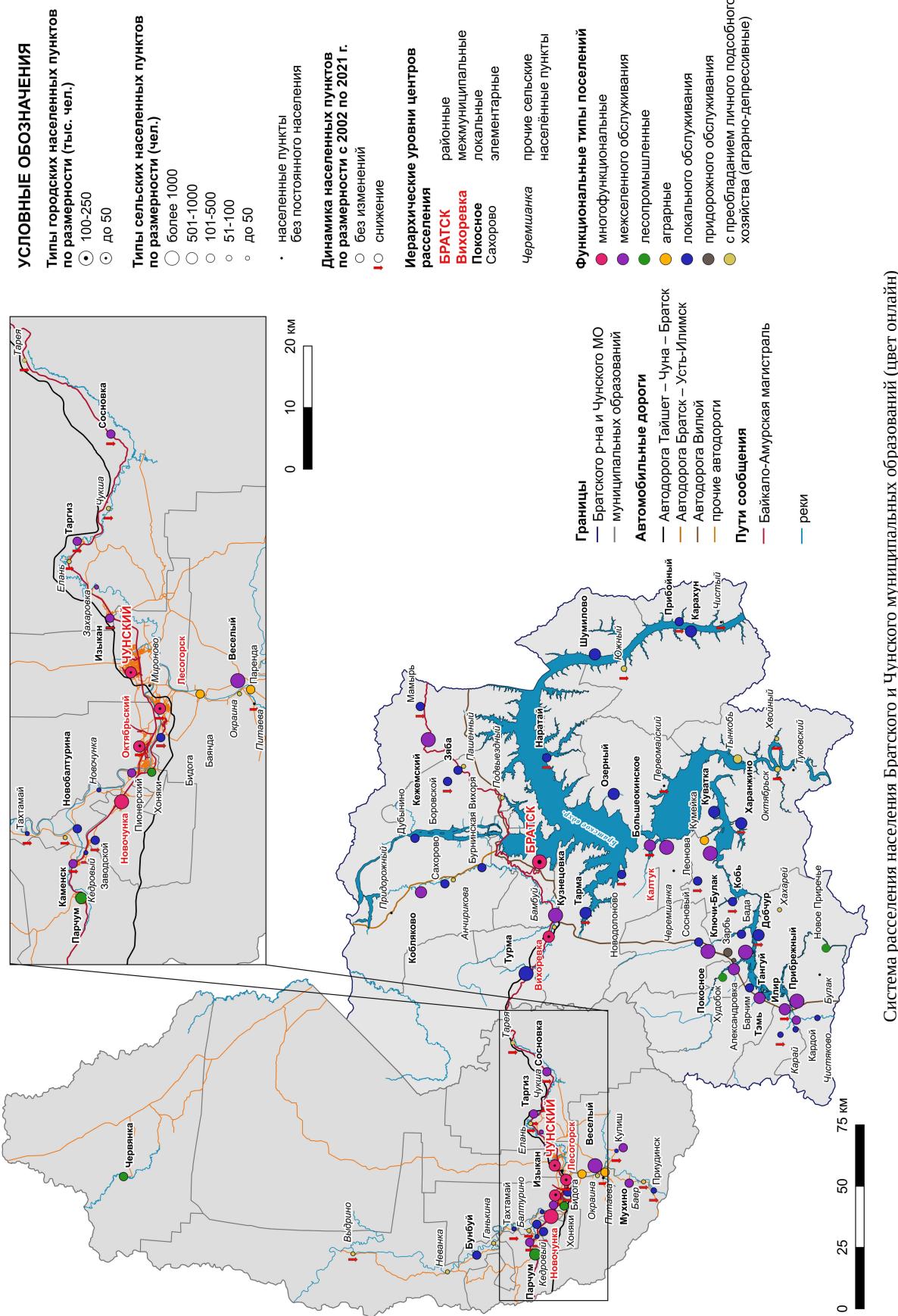
Формирование системы расселения Чунского района в советское время также во многом было обусловлено приоритетами развития северных территорий Иркутской области как природносыревой базы для развертывания заготовки и переработки лесных ресурсов. Освоение глубинных лесных массивов Иркутской области происходило вдоль главных транспортных линий (рек, железнодорожных и автомобильных дорог). Байкало-Амурская магистраль, проходящая по югу Чунского района, обеспечивала вывоз лесного сырья и его

первичную переработку в важнейших транспортных узлах. При этом развитию производств по комплексной переработке лесных ресурсов уделялось меньше внимания, что определило сложившуюся монофункциональную специализацию экономики Чунского района как лесосыревого.

Таким образом, строительство БАМа, Братской ГЭС и в целом Братско-Усть-Илимского ТПК стало ключевым фактором становления современных систем расселения Братского и Чунского районов и привело к: 1) формированию городских полнофункциональных центров по главным транспортным линиям; 2) развитию крупных СНП как результата объединения нескольких поселений, в том числе из зоны затопления при создании Братского водохранилища, и увеличению численности населения; 3) дальнейшему развитию сельскохозяйственной специализации СНП и формированию новой – лесопромышленной.

Особенности географического положения и исторического развития сформировали пространственные «рисунки» сети расселения двух муниципальных образований, которые сильно различаются (рисунок). Для Чунского района характерно сосредоточенное расселение, связанное с основными транспортными линиями, прежде всего с БАМом и автодорогой Тайшет–Чуна–Братск, где концентрируется значительная часть поселений. Относительно равномерное расселение сельского населения Братского района малотипично для северных территорий и имеет признаки расселения южных аграрных районов с четкой привязкой к долине р. Ангры и Братскому водохранилищу.

Современные социально-экономические преобразования стали причиной резких сдвигов в отраслевой и территориальных структурах хозяйства страны, что неизбежно привело к существенным изменениям в пространственной организации населения, в том числе и в сельской местности [8]. С 1990-х гг. на фоне общего экономического кризиса многие совхозы и колхозы прекратили свою деятельность, как и большинство лесозаготовительных и лесопромышленных предприятий. Население вынуждено было перейти к самозанятости – развитию личного подсобного хозяйства, вахтовым методам работы и т. д. Снизилась интенсивность внутрирайонных связей по причине разрушения не только экономических, но и транспортно-логистических (прекращение функционирования малой авиации, сокращение интенсивности автобусного сообщения и внутреннего водного транспорта). Только со временем удалось адаптироваться к новым условиям рыночной экономики. Однако сложившийся в районах хозяйственный комплекс, представленный преимущественно частными микропредприятиями, не обеспечивает существенной занятости населения. Численность же занятых на крупных и средних предприятиях стремительно падает, только за последние 15 лет, по данным





Иркутскстата<sup>4</sup>, их число сократилось в 1.5 раза (в Братском районе с 16 до 10 тыс. чел, в Чунском – с 7.5 до 5 тыс. чел.).

Длительные условия депопуляции и экономического упадка, в которых происходило развитие СНП, существенно повлияли на сформировавшуюся еще в советское время систему сельского населения [9]. За последние два десятилетия численность сельского населения Братского района сократилась с 40 477 чел. в 2002 г. до 28 376 чел. в 2021 г. (на 29.9%), в Чунском районе – с 13 370 чел. в 2002 г. до 8 214 чел. в 2021 г. (на 38.6%). Несмотря на то, что общее число населенных пунктов за анализируемый период последних переписей 2002–2021 гг. в районе исследования осталось без изменений – 2 городских и 58 сельских в Братском, а также 3 городских и 36 сельских в Чунском районе – соотношение в структуре СНП претерпело существенные изменения (таблица): появление и рост числа населенных пунктов в категории «без постоянного населения», сокращение численности

крупнейших и крупных СНП и постепенное перемещение населенных пунктов из более людных категорий в менее населенные, что объясняет рост средних и мелких населенных пунктов [9].

Система расселения предполагает, что населенные пункты, входящие в ее состав, функционируют как единое структурированное образование на основе тесных, иерархически взаимообусловленных связей (административных, социальных, транспортных, производственных и т. д.). Решающая роль в организации единого социально-экономического пространства принадлежит центрам расселения, под которыми понимаются населенные пункты, где располагаются какие-либо социально значимые объекты, способные притягивать жителей других населенных пунктов. Пространство-организующими объектами выступают органы управления, учебные и медицинские учреждения, объекты культуры и спорта и т. д. Наличие этих объектов придает населенному пункту цен-

#### Изменения в сельском расселении районов Среднего Приангарья<sup>5</sup>

Типы населенных пунктов по численности населения	Количество населенных пунктов				Численность населения			
	2002 г.	2010 г.	2021 г.	2032 г.*	2002 г.	2010 г.	2021 г.	2032 г.*
<b>Братский муниципальный район</b>								
Крупнейшие (более 1000 чел.)	13	13	8	7	23914	21064	13171	10026
Крупные (501–1000 чел.)	14	10	12	6	9906	6596	8452	4245
Средние (101–500 чел.)	18	20	20	27	6176	6444	6330	8007
Мелкие (51–100 чел.)	3	2	5	1	278	140	382	62
Мельчайшие (до 50 чел.)	10	11	7	7	203	114	41	139
Без постоянного населения	0	2	6	10	–	–	–	–
Итого	58	58	58	58	40477	34358	28376	22479
<b>Чунский муниципальный округ</b>								
Крупнейшие (более 1000 чел.)	2	2	2	0	3916	3235	2573	–
Крупные (501–1000 чел.)	6	4	1	2	4393	2611	558	1911
Средние (101–500 чел.)	15	14	15	13	4566	4209	4638	3568
Мелкие (51–100 чел.)	5	4	1	3	313	267	66	250
Мельчайшие (до 50 чел.)	7	11	14	7	182	272	379	210
Без постоянного населения	1	1	3	10	–	–	–	–
Итого	36	36	36	35	13370	10594	8214	5939

Примечание. \* – прогнозный период (данные рассчитаны авторами).

<sup>4</sup>Среднесписочная численность работников, занятых на крупных и средних предприятиях Иркутской области, по муниципальным образованиям за 2010–2024 гг. // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. URL: <https://38.rosstat.gov.ru/folder/173488> (дата обращения: 24.08.2025).

<sup>5</sup>Сост. по: Итоги Всероссийской переписи населения 2002 г. по Иркутской области, включая Усть-Ордынский Бурятский автономный округ // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. URL: [https://38.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/1\(9\).pdf](https://38.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/1(9).pdf) (дата обращения: 24.08.2025); Численность сельских жителей в разрезе населенных пунктов Иркутской области, включая Усть-Ордынский Бурятский автономный округ (по итогам Всероссийской переписи населения 2002 г.) // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. URL: [https://38.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/2\(10\).pdf](https://38.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/2(10).pdf) (дата обращения: 24.08.2025); Итоги Всероссийской переписи населения 2010 г. по Иркутской области. Статистический бюллетень // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. URL: <https://38.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/3vpjBbEv/totals-vpn2010-2.pdf> (дата обращения: 24.08.2025); Численность населения на 1 января 2022 года. Статистический бюллетень // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. URL: <https://38.rosstat.gov.ru> (дата обращения: 24.08.2025).

тральные функции и превращает его в центр расселения [1].

Анализ исходных данных позволил выделить, помимо двух очевидных – районных систем расселения, центры межмуниципального, локального, элементарного уровня. Особенностью систем низового уровня (локального, элементарного) Братского района является отсутствие как таковых систем расселения во многих муниципальных образованиях (МО). Так, из 24 сельских МО 11 не имеют в своем составе других поселений с постоянным населением, и по существу муниципальные центры являются только поселениями локального обслуживания. Также для других 7 МО характерна территориальная комбинация муниципального центра и одного населенного пункта. Таким образом, сформировавшиеся еще в период индустриализации Братского района простые системы низового расселения, представленные преимущественно крупным селом и 2-3 небольшими поселениями в их орбите влияния, в современный период трансформировались еще больше, сохранив «жизнеспособными» преимущественно только муниципальные центры, так как малые поселения перешли в категорию СНП «без постоянного населения» или с предельно малой численностью. Элементарный уровень систем расселения практически отсутствует, локальный – сильно трансформировался, их центры формально сохраняют признаки центров: имеют несколько объектов обслуживания, органы местной власти, небольшие предприятия, но по факту таковыми не являются, утратив хотя и ограниченную в прошлом, но ступенчатую структуру. Следовательно, при столь дробной системе муниципального деления Братского района (24 сельских МО) в ближайшее время потребуется административное реформирование, направленное на объединение и укрупнение МО.

Основной причиной формирования ограниченно ступенчатых или даже моноцентрических муниципальных систем расселения является деградация села, вызванная деаграризацией сельской местности и уменьшением производственных функций СНП. Анализ статистических данных и их геоинформационное картографирование (см. рисунок) показывают нетипичное, азональное функциональное состояние поселений, связанное с отсутствием выраженной лесопромышленной специализации в СНП Братского района. Сохранение зональной (связанной с таежным поясом) специализации в Чунском районе не позволяет, однако, широко представить ее географию в разрезе населенных пунктов по причине маломощности лесозаготовительных и лесоперерабатывающих предприятий. Микропроизводства не обеспечивают достаточного предложения рабочих мест, поэтому СНП зачастую были отнесены к обслуживающим центрам на основе более выраженной занятости в учреждениях социальной инфраструктуры. В малых СНП распространен «постагарний», или аграрно-депрессивный тип поселений

с доминированием личного подсобного хозяйства и сочетанием вахтовых трудовых миграций.

Моноспециализация поселений, отсутствие выраженной сельскохозяйственной или лесопромышленной специализации в условиях ограниченной занятости населения на маломощных предприятиях, ориентированных преимущественно на базовые производства с низкой степенью переработки сырья и невысокой добавленной стоимостью продукции, приводят к тому, что даже сохранность и развитие объектов социальной инфраструктуры не становятся сдерживающим фактором оттока населения и выраженной депопуляции.

Таким образом, несмотря на общность зонального типа расселения (таежного), периферийность положения и определенную схожесть депопуляционных тенденций, различия в генезисе и морфологии сельского расселения сформировали отличия в системах двух муниципальных образований, которые позволяют предположить дальнейшие пространственные изменения в расселении. С использованием метода перспективного исчисления населения (экстраполяции) со среднесрочной длиной прогнозируемого горизонта (до 2032 г.) были рассчитаны морфологические изменения в системе сельских населенных пунктов с учетом принципа иерархии. Полученные результаты показывают, что значительным изменениям подвергнутся промежуточные по численности населения звенья расселения (см. таблицу). В Братском районе в два раза (с 12 до 6) сократится количество крупных населенных пунктов (500–1000 чел.) при относительной стабильности крупнейших (более 1000 чел.), в Чунском МО отмечается исчезновение категории «крупнейших». Все это произойдет на фоне увеличения количества населенных пунктов без постоянного населения (в Чунском муниципальном образовании с 3 до 10 и с 6 до 10 в Братском). Общей особенностью двух МО станет будущее доминирование только среднего по численности населения звена в структуре расселения, в то время как по переписи 2002 г. в Братском районе все три верхних звена расселения были доминирующими и близкими по численности СНП. Постепенный «выход» из системы расселения малых и мельчайших населенных пунктов – закономерный результат, вызванный не только длительной депопуляцией в районе исследования, но и конкурентными преимуществами более крупных поселений. Постепенное исчезновение верхних звеньев расселения в Чунском МО еще больше «сожмет» освоенное пространство до узкой полосы БА-Ма. В Братском районе, благодаря укрупненным еще в период советской индустриализации СНП, останутся значимые по численности населенные пункты – в прошлом центры локальных систем расселения.



## Заключение

Таким образом, на основе анализа систем расселения муниципальных образований Среднего Приангарья можно сделать следующие выводы.

1. Формирование современных систем расселения пришлось на советский период и было связано с освоением природно-ресурсного потенциала территории, прежде всего гидроэнергетического и лесопромышленного; наиболее сложноструктурные системы расселения сложились вдоль главных транспортных линий, относительно простые – в районах переселения зоны Братского водохранилища.

2. Наиболее существенные изменения в современных системах расселения происходят на низовом уровне: исчезают элементарные и отчасти локальные системы расселения, иерархически-ступенчатая структура расселения сохраняется преимущественно на районном уровне.

3. Несмотря на размещение в таежной зоне, в последние десятилетия все больше сельских населенных пунктов теряют главный зональный тип специализации – лесопромышленный, особенно ярко это прослеживается в Братском районе; наряду с деаграризацией села это приводит к исчезновению хозяйствственно-производственной функции поселений и выводят на первый план социально-обслуживающую.

4. Территориальные различия в системах расселения разного ранга двух муниципальных образований не только прослеживаются в текущем времени, но и прогнозируются в будущем; выраженному сжатию освоенного пространства Братского района будет препятствовать как общая рассредоточенность расселения, так и значительно превосходящая по численности населения (по сравнению с Чунским МО) система локальных центров.

Поступила в редакцию 03.09.2025; одобрена после рецензирования 14.09.2025; принята к публикации 18.09.2025; опубликована 25.12.2025

The article was submitted 03.09.2025; approved after reviewing 14.09.2025; accepted for publication 18.09.2025; published 25.12.2025

## Библиографический список

1. Ткаченко А. А. Ключевые понятия теории расселения: попытка переосмысливания // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2018. № 2. С. 10–15. EDN: YUUDGI
2. Ткаченко А. А. Сельская местность: понятие и подходы к типологии // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2023. № 2. С. 3–9. <https://doi.org/10.55959/MSU0579-9414.5.78.2.1>, EDN: PRHMQM
3. Ковалев С. А. Избранные труды. Смоленск : Ойкумена, 2003. 438 с.
4. Алексеев А. И., Сафонов С. Г., Савоскул М. С., Кузнецова Г. Ю. Основные тенденции эволюции сельского расселения России в XX – начале XXI в. // ЭКО. 2019. № 4. С. 26–49. <https://doi.org/10.30680/ECO0131-7652-2019-4-26-49>, EDN: FYBUBX
5. Кириллов П. Л. Региональное геодемографическое прогнозирование (методика и опыт практических разработок) : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 2013. 22 с.
6. Цыкунов Г. А. Население Братско-Усть-Илимского комплекса: история формирования и современная демографическая ситуация // Историко-экономические исследования. 2023. Вып. 24, № 1. С. 60–74. [https://doi.org/10.17150/2308-2488.2023.24\(1\).60-74](https://doi.org/10.17150/2308-2488.2023.24(1).60-74), EDN: EZWRRJ
7. Цыкунов Г. А. Из истории сельского хозяйства Среднего Приангарья // Проблемы социально-экономического развития Сибири. 2018. № 3 (33). С. 147–152. EDN: VNCWLH
8. Рыков П. В., Шеховцова Т. Н. Территориальные системы расселения на примере Ольхонского района (Иркутская область) // География и природные ресурсы. 2013. № 1. С. 119–126. EDN: PYAWMB
9. Зеленюк Ю. М., Салатин С. А. Трансформация сельских систем расселения Иркутской области в условиях депопуляции (на примере Чунского районного муниципального образования) // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2023. Т. 46. С. 65–78. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2023.46.65>, EDN: HDHEBS



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2025. Т. 25, вып. 4. С. 247–253

*Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2025, vol. 25, iss. 4, pp. 247–253

<https://geo.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-4-247-253>, EDN: IQKOAH

Научная статья

УДК 633.551.5



## Современные тенденции пространственно-временной изменчивости годовой и сезонной температуры воздуха на территории Саратовской области

Е. И. Ормели

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83

Ormeli Екатерина Ивановна, кандидат географических наук, доцент кафедры метеорологии и климатологии, [meteokatenok@mail.ru](mailto:meteokatenok@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-0486-4047>

**Аннотация. Введение.** Анализ многолетних и внутригодовых изменений приземной температуры воздуха на региональном уровне позволяет отследить долгосрочные тренды глобального потепления и климатических изменений и является основой для принятия решений в разных отраслях экономики. **Теоретический анализ.** Изучены современные тенденции в приземной атмосфере и количественные изменения годовых и среднесезонных температур воздуха в Саратовской области в XX–XXI вв. в условиях меняющегося климата. В многолетней динамике установлен непрерывный рост температуры. За период 1961–2020 гг. температура возрастила в среднем на 0.4°C/десятилетие. Внутригодовое сезонное распределение средних температур показало ее нарастание во все сезоны, но с преобладанием в осенне-зимний период. **Заключение.** Анализ пространственной и временной изменчивости температуры воздуха на территории Саратовской области показал постоянный рост: в 1961–1990 гг. на 0.2°C/десятилетие, в 1991–2020 гг. на 0.7°C/десятилетие. За период 1991–2020 гг. значения средней годовой температуры составили: в Хвалынске 6.8°C, Балашове 6.8°C, Саратове 7.2°C, Ершове 6.5°C, Александровом Гае 7.8°C. Основной вклад в годовую динамику вносит более интенсивный прогрев приземного слоя атмосферы в холодное полугодие.

**Ключевые слова:** Саратовская область, термический режим, годовая и среднесезонная температура воздуха, региональное повышение температуры

**Для цитирования:** Ормели Е. И. Современные тенденции пространственно-временной изменчивости годовой и сезонной температуры воздуха на территории Саратовской области // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2025. Т. 25, вып. 4. С. 247–253. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-4-247-253>, EDN: IQKOAH

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

**Modern trends spatial and temporal variability of annual and seasonal air temperature in the Saratov region**

E. I. Ormeli

Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia

Ekaterina I. Ormeli, [meteokatenok@mail.ru](mailto:meteokatenok@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-0486-4047>

**Abstract. Introduction.** The analysis of long-term and intra-annual changes in surface air temperature at the regional level allows us to track long-term trends in global warming and climate change, and is the basis for decision-making in various sectors of the economy. **Theoretical analysis.** The modern trends were studied in the surface atmosphere and quantitative changes in annual and average seasonal air temperatures in the Saratov region in the 20th–21st centuries under changing climate conditions. The multiyear dynamics shows a continuous increase in temperature. In 1961–2020, the temperature increased on average by 0.4°C/decade. The intra-annual seasonal distribution of average temperatures shows an increase in all seasons of the year, but with predominance in autumn and winter. **Conclusion.** The analysis of spatial and temporal variability of air temperature in the Saratov region showed a steady increase: in 1961–1990 by 0.2°C/decade, in 1991–2020 by 0.7°C/decade. For the period 1991–2020, the average annual temperature values were: in Khvalynsk 6.8°C, in Balashov 6.8°C, in Saratov 7.2°C, in Yershov 6.5°C, in Aleksandrov Gai 7.8°C. The main contribution to the annual dynamics is made by more intense heating of the surface layer of the atmosphere in the cold half of the year.

**Keywords:** Saratov region, thermal regime, annual and average seasonal temperature, regional temperature increase

**For citation:** Ormeli E. I. Modern trends spatial and temporal variability of annual and seasonal air temperature in the Saratov region. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2025, vol. 25, iss. 4, pp. 247–253 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-4-247-253>, EDN: IQKOAH

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)



## Введение

В настоящее время имеется ряд опубликованных документов, подтверждающих устойчивый рост приземной температуры воздуха как на территории Земного шара [1], так и в России [2, 3]. Главной особенностью климатических изменений на территории Российской Федерации является проявление пространственной и сезонной неоднородности глобального потепления: темп увеличения среднегодовых температур здесь в 2.7 раза выше среднемирового показателя [2, 3], а зимнее потепление в Саратовском регионе быстрее, чем летнее [4–6].

Радиационные и циркуляционные процессы, орография, физико-географическое положение территории – основополагающие факторы, формирующие термический режим приземного слоя атмосферы. Подвижность климатической системы обусловлена непрерывным переносом и трансформацией воздушных масс атлантического и внутриконтинентального происхождения на европейскую часть России.

Современное глобальное потепление находит разный отклик на локальном уровне, формируя аномальные отклонения основных климатических составляющих, проявляющихся, прежде всего, в межгодовых и межсезонных колебаниях температуры воздуха, в неравномерности распределения количества осадков и изменениях их вида, смещении границ сезонов года, видоизменении ландшафтной структуры.

Саратовская область – традиционно аграрный регион, занимающий лидирующие позиции среди субъектов РФ по производству сельскохозяйственной продукции<sup>1</sup>. По официальным данным Правительства Саратовской области, на долю сельского хозяйства в структуре валового регионального продукта приходится 20%. Общая площадь сельскохозяйственных угодий составляет около 8.5 млн гектаров, из которых 6 млн. гектаров отведены под пашню<sup>2</sup>. Поэтому оценка влияния климатических изменений на природные и хозяйствственные системы, на население является на сегодня актуальной задачей [3, 8], а также своевременно позволит выделить как потенциально негативные последствия, характеризующие рост частоты и интенсивности опасных гидрометеорологических явлений, так и позитивные – рост повторяемости благоприятных типов погодных условий зимнего сезона, увеличение продолжительности вегетационного периода и теплообеспеченности сельскохозяйственных культур.

Цель данного исследования: оценить современные количественные изменения среднемесячной и среднегодовой температуры воздуха на территории Саратовской области в период 1961–2020 гг.

## Материалы и методы исследования

В качестве исходных данных в работе применялись результаты наблюдений за приземной температурой воздуха на пяти метеорологических станциях (м/с) Саратовской области: Хвалынск, Балашов, Саратов, Ершов, Александров Гай<sup>3</sup>.

Анализ фактических данных проводился за последние 60 лет, что соответствует требованиям к статистической точности расчетов. В работе использовались методы статистической обработки, математического моделирования, корреляционного и сравнительного анализа. Для выполнения расчетов применялись программные продукты MSExcel и Statistica.

## Результаты и их обсуждение

Физико-географическое положение Саратовской области – юго-восточная часть Восточно-Европейской равнины. Протяженность региона с севера на юг составляет 330 км, с запада на восток – 575 км. В меридиональном направлении регион разделен р. Волгой на соразмерные по площади районы: приподнятое Правобережье ( $46948.4 \text{ км}^2$ ) и низменное Левобережье (Заволжье) ( $54.2 \text{ км}^2$ ). Наличие трех природно-климатических зон на территории Саратовской области (лесостепная, степная, полупустынная) является главной отличительной чертой региона и обуславливает орографическую неоднородность подстилающей поверхности, что, в свою очередь, приводит к значительным различиям в микроклиматическом режиме.

Пространственное расположение выбранных автором м/с представлено на картосхеме региона (рис. 1).

Температура воздуха – главный показатель состояния приземной атмосферы. Многолетние и внутригодовые изменения температуры являются одним из доминирующих факторов нарушения сложившегося равновесия. На территории региона отмечается неуклонный рост приземной средней годовой температуры воздуха.

На метеостанции Саратов, расположенной в зоне засушливой степи, четко прослеживается

<sup>1</sup>Министерство сельского хозяйства Саратовской области : [сайт]. URL: <http://minagro.saratov.gov.ru/> (дата обращения: 05.02.2025).

<sup>2</sup>Правительство Саратовской области : [сайт]. URL: <https://sararov.gov.ru/> (дата обращения: 01.04.2025).

<sup>3</sup>Основные метеорологические параметры (срочные данные) // Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных : [сайт]. URL: <http://meteo.ru/data/basic-parameters/> (дата обращения: 10.03.2025); Архив погоды (Саратовская область, Россия) // Погода и климат : [сайт]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/archive.php?id=ru&region=64> (дата обращения: 10.03.2025).

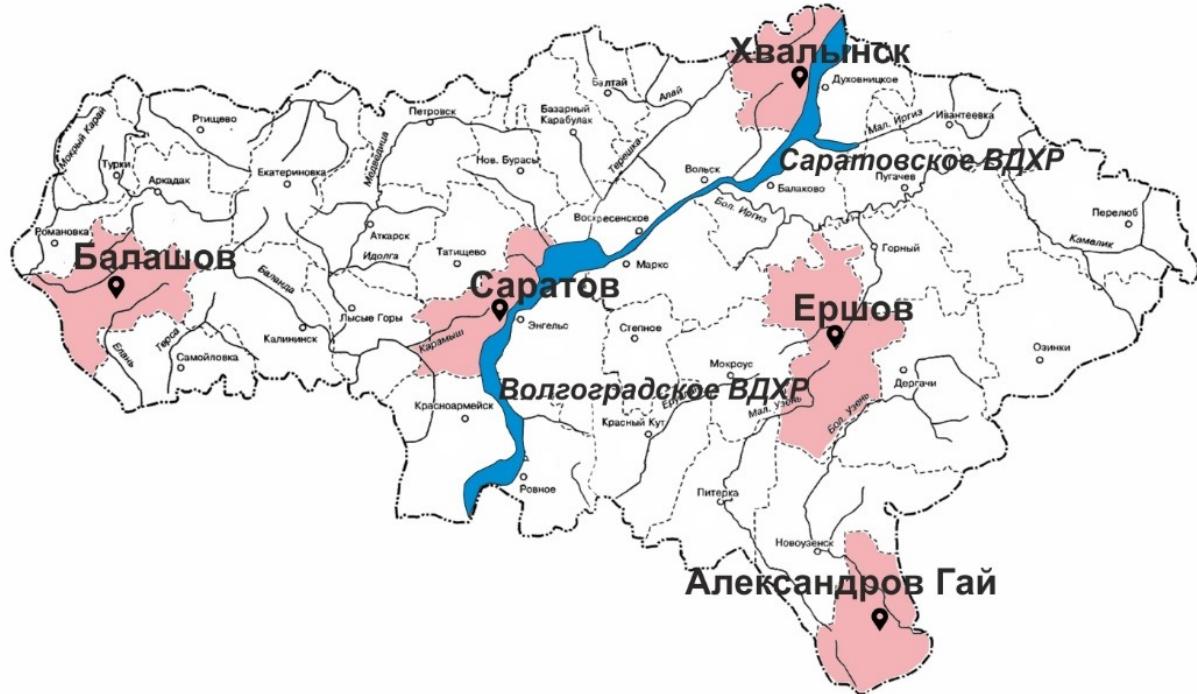


Рис. 1. Расположение метеорологических станций на территории Саратовской области (цвет онлайн)

неравномерное нарастание среднегодовой температуры воздуха (рис. 2). Начиная с 60-х гг. прошлого столетия увеличение средних значений составляло 0.3–0.1°C, резкое увеличение на 0.9°C отмечалось в начале XXI столетия, в последнем десятилетии оно составило 0.2°C (табл. 1).

Максимальная разница значений в среднегодовой температуре составила 4.3°C и 4.2°C соответственно в 1975 ( $T_{\text{ср. год}} = 8.1^{\circ}\text{C}$ ) – 1976 ( $T_{\text{ср. год}} = 3.8^{\circ}\text{C}$ ) и в 1994 ( $T_{\text{ср. год}} = 4.1^{\circ}\text{C}$ ) – 1995 ( $T_{\text{ср. год}} = 8.3^{\circ}\text{C}$ ). В текущем столетии средняя годовая температура воздуха не опускалась ни-

же 6.2°C. В целом за последние два десятилетия рост среднегодовой температуры составил 1.2°C.

Аналогичная динамика температурного режима с небольшими индивидуальными отклонениями складывается и по другим метеостанциям области (табл. 2, рис. 3). Региональный процесс потепления отмечается с середины прошлого века и продолжается в текущем столетии. Нарастание температуры по области происходит с северо-запада на юго-восток: от Балашова до Александрова Гая.

На рис. 2 представлен ход средней годовой температуры воздуха на метеостанциях

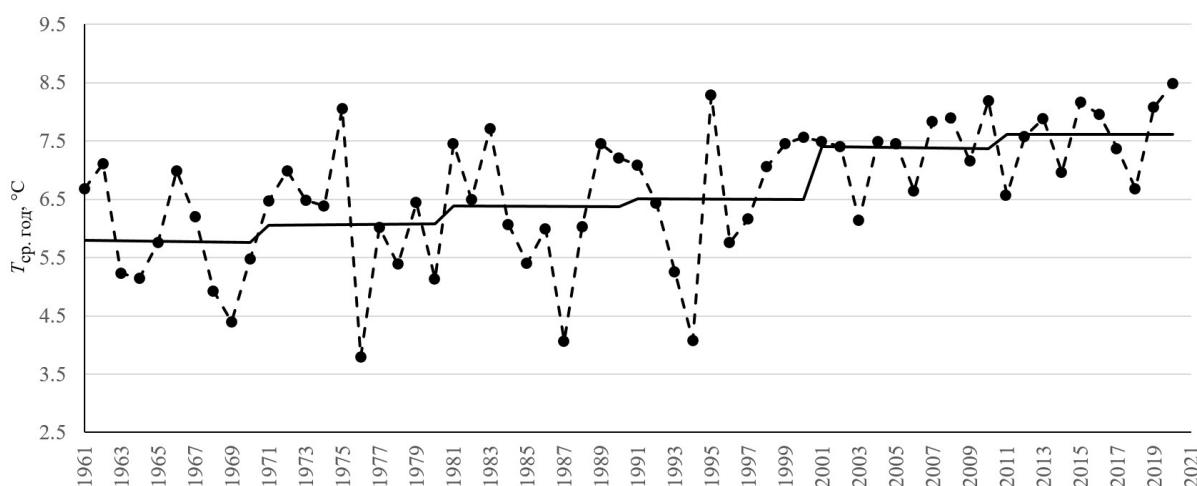


Рис. 2. Среднегодовые и средние по десятилетиям температуры воздуха по данным метеостанции Саратов, °С



Таблица 1

**Средние месячные и средние годовые по десятилетиям температуры воздуха на метеостанции Саратов за период 1961–2020 гг., °C**

Месяцы	Периоды					
	1961–1970	1971–1980	1981–1990	1991–2000	2001–2010	2011–2020
I	-11.4	-11.1	-8.2	-7.5	-7.6	-8.2
II	-10.3	-10.0	-8.7	-7.9	-8.0	-7.6
III	-3.9	-3.5	-3.6	-3.2	-1.1	-1.6
IV	7.3	8.0	7.8	8.1	8.3	8.8
V	15.7	16.2	15.6	16.0	16.0	17.2
VI	19.2	19.8	20.1	20.8	19.9	20.8
VII	21.6	21.7	22.2	22.1	22.9	23.1
VIII	20.0	20.1	20.0	18.8	21.6	21.8
IX	14.0	14.1	13.9	13.5	15.1	15.0
X	6.2	4.8	6.4	6.7	7.1	7.6
XI	-08	-0.5	-2.0	-2.4	0.9	-0.3
XII	-7.8	-6.2	-6.3	-6.6	-6.4	-5.3
Год	5.8	6.1	6.4	6.5	7.4	7.6

Таблица 2

**Средние годовые температуры воздуха по полупериодам на метеостанциях Саратовской области, °C**

Метеостанция	Правобережье									Левобережье					
	Хвалынск			Балашов			Саратов			Ершов			Александров Гай		
Период	1	2	$\Delta T$	1	2	$\Delta T$	1	2	$\Delta T$	1	2	$\Delta T$	1	2	$\Delta T$
$T, ^\circ$	5.8	6.8	1.0	5.7	6.8	1.1	6.1	7.2	1.1	5.5	6.5	1.0	6.6	7.8	1.2

Примечание. 1 – период с 1961 по 1990 г., 2 – период с 1991 по 2020 г.;  $\Delta T, ^\circ$  – разница в температуре воздуха между 1961–1990 и 1991–2020 гг.

Саратовской области за полупериоды: 1961–1990 гг. и 1991–2020 гг. Наименьшие значения годовой температуры от 3.1°C в Хвалынске до 4.4°C в Александровом Гае отмечались в 1976 г. (за исключением юго-востока территории региона – в Александровом Гае минимальное значение годовой температуры 4.1°C было зафиксировано в 1969 г.). Вся территория Саратовской области характеризовалась аномально низким температурным режимом с января по март и достаточно холодным летним периодом. Февраль отличался глубокой отрицательной аномалией температуры: среднемесячная температура воздуха в Хвалынске составила -15.3°C, Балашове -16.2°C, Саратове -14.7°C, Ершове -17.9°C, Александровом Гае -16.8°C (-19.6 в 1969 г.). Средняя месячная температура воздуха летних месяцев была ниже нормы на 1–2°C в правобережных районах области и центральной части Левобережья и не превышала 19.0°C, на юго-востоке территории температура не превышала 21.0°C (норма 23.3°C).

Максимальные значения средней годовой температуры, превышающие 8.0°C, отмечались в 1995 г. Наибольший вклад внесла аномально высокая температура воздуха в феврале, кото-

рая превысила норму на 5.2–6°C и составила в Балашове -2.4°C, Хвалынске -2.8°C, Саратове -3.8°C, Ершове -4.5°C, Александровом Гае -3.3°C.

Рост температуры в регионе за последние три десятилетия составил 1.0–1.2°C (0.03–0.04°C/год), со средним максимальным значением 7.8°C в Александровом Гае (зона полупустыни), с минимальным значением -6.5°C в Ершове (зона сухой степи).

Статистическая значимость полученных линейных трендов определялась классическим способом расчета коэффициента детерминации  $R^2$ . Известно, что величина

$$F(k-1, n-k) = \frac{R^2}{1-R^2} \cdot \frac{n-k}{k-1}, \quad (1)$$

где  $k$  – число параметров модели (для линейного тренда  $k = 2$ ), имеет распределение Фишера с числами степеней свободы  $k-1$  и  $n-k$ ;  $n$  – объем выборки. Проверялась гипотеза об отсутствии линейного тренда, что означает  $R^2 = 0$ , на заданном уровне значимости  $\alpha = 0.05$ . Были рассчитаны значения  $F$  и критическое значение  $F_{cr}$ . Если  $F > F_{cr}$ , то гипотеза об отсутствии линейного тренда отвергается с вероятностью

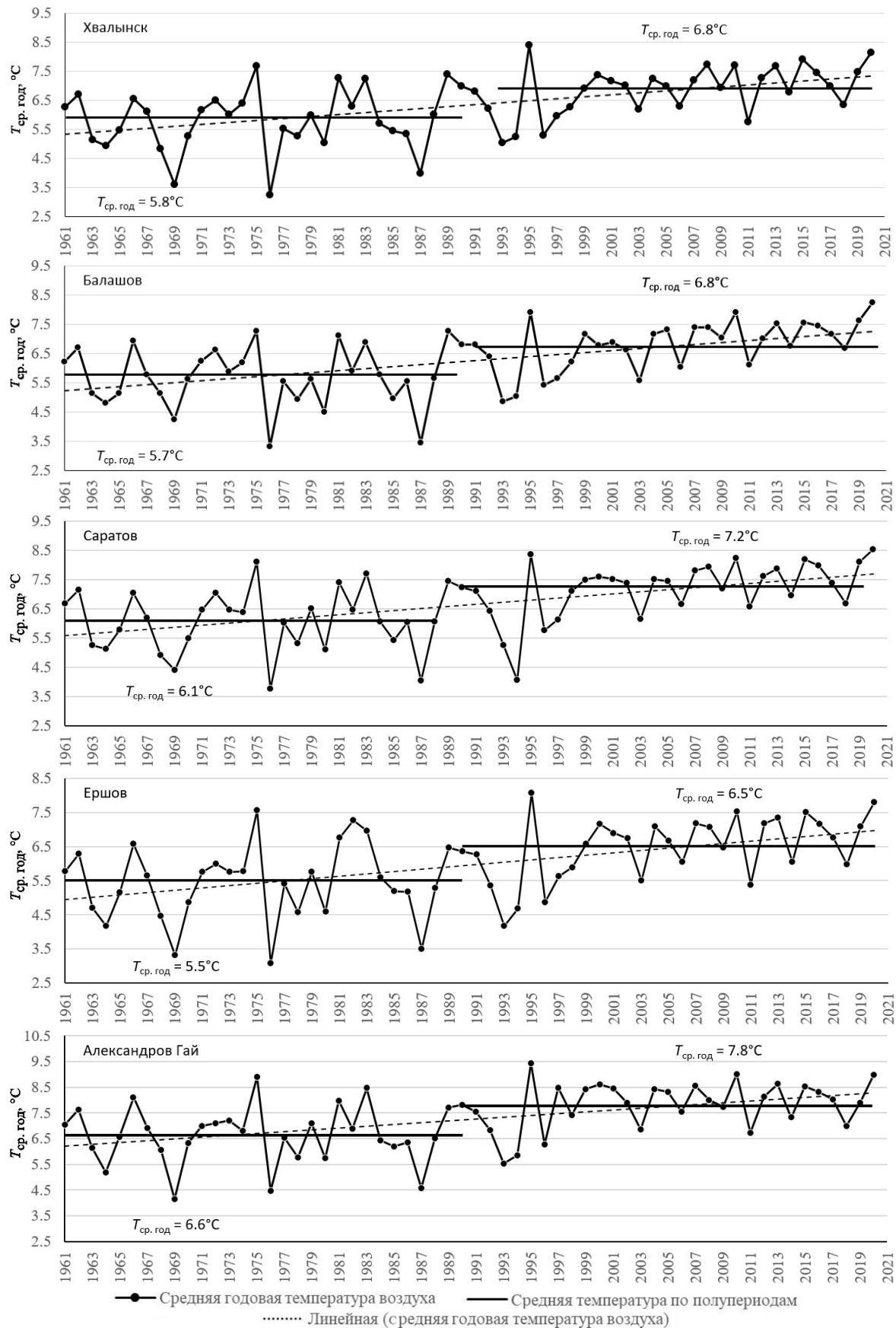


Рис. 3. Средние годовые температуры воздуха по полупериодам по данным метеостанций Саратовской области,  $^{\circ}\text{C}$



$P = 1 - \alpha$ . Если это неравенство не выполняется, то гипотезу об отсутствии линейного тренда нельзя отвергнуть.

В табл. 3 приводятся значения коэффициентов детерминации  $R^2$ , для уровня значимости  $\alpha = 0.05$  по всем м/с выполняется условие  $F > F_{\text{кр}}$ .

Таблица 3

**Оценка значимости линейных трендов средней годовой температуры воздуха на метеостанциях Саратовской области**

Метеостанция	Коэффициент детерминации, $R^2$	$F > F_{\text{кр}}$
Хвалынск	0.2963	$24.4215 > 4.0069$
Балашов	0.3115	$26.2411 > 4.0069$
Саратов	0.2945	$24.2112 > 4.0069$
Ершов	0.27	$21.4521 > 4.0069$
Александров Гай	0.2594	$20.3149 > 4.0069$

В табл. 4 представлены результаты вычислений средней сезонной температуры за два периода (1961–1990, 1991–2020 гг.), рекомендованные Всемирной метеорологической организацией для анализа временных изменений климатических характеристик.

В результате проведенного исследования отмечается, что больший вклад в региональное потепление вносит вариативность изменения температуры холодного полугодия. В осенний период процесс повышения температуры интенсивнее всего проходит на севере региона –  $1.7^{\circ}\text{C}$

(метеостанция Хвалынск) и менее интенсивно –  $1.3^{\circ}\text{C}$  – на востоке Правобережья (метеостанция Саратов); в зимний период максимальное значение приращения температуры  $1.5^{\circ}\text{C}$  отмечается на метеостанции Саратов, минимальное –  $1.1^{\circ}\text{C}$  – в центральной части Левобережья (метеостанция Ершов).

Приращение температуры весенне-летнего периода по территории региона находится в диапазоне  $0.4$ – $0.9^{\circ}\text{C}$  и сопоставимо по величине и знаку.

### Заключение

Динамика среднегодовой температуры воздуха на территории Саратовской области за период с 1961 по 2020 г. сохраняет общий тренд роста. В среднем по региону годовая температура в первый полупериод 1961–1990 гг. составляла  $5.9^{\circ}\text{C}$ , начиная с 90-х гг. прошлого столетия отмечался прогрессивный рост годовой температуры. За второй рассматриваемый полуperiод (1991–2020 гг.) ее значение увеличилось до  $7.0^{\circ}\text{C}$ , таким образом, приращение годовой температуры в среднем по территории составило  $0.04^{\circ}\text{C}/\text{год}$ .

В годовой динамике и в теплое полугодие отмечается нарастание значений температуры с северо-запада на юго-восток; в холодное полугодие, особенно в центральные зимние месяцы (январь, февраль), нарушается общая тенденция распределения температур за счет значительного выхолаживания на территории равнинных ле-

Таблица 4

**Среднесезонные температуры воздуха по полупериодам на метеостанциях Саратовской области,  $^{\circ}\text{C}$**

Метеостанция	Период	Сезон			
		зима	весна	лето	осень
Правобережье					
Хвалынск	1961–1990	–6.7	6.9	18.1	5.7
	1991–2020	–5.5	7.5	18.9	7.4
	$\Delta T, ^{\circ}$	1.2	0.6	0.8	1.7
Балашов	1961–1990	–6.1	7.3	17.2	5.4
	1991–2020	–4.7	8.0	18.1	6.8
	$\Delta T, ^{\circ}$	1.4	0.7	0.9	1.4
Саратов	1961–1990	–6.3	7.7	18.3	5.8
	1991–2020	–4.8	8.4	19.0	7.1
	$\Delta T, ^{\circ}$	1.5	0.7	0.7	1.3
Левобережье					
Ершов	1961–1990	–7.5	7.3	18.2	5.1
	1991–2020	–6.4	7.7	19.0	6.7
	$\Delta T, ^{\circ}$	1.1	0.4	0.8	1.6
Александров Гай	1961–1990	–6.7	8.6	19.7	6.1
	1991–2020	–5.3	9.3	20.5	7.7
	$\Delta T, ^{\circ}$	1.4	0.7	0.8	1.6



вобережных районов, здесь их значения ниже в сравнении с правобережными районами.

В ряду наблюдений прошлому столетию присущи экстремальные скачки в ходе годовой температуры: 1987 г. характеризуется экстремально низкой годовой температурой ( $4.0^{\circ}\text{C}$ ), 1995 г. – экстремально высокой ( $8.5^{\circ}\text{C}$ ).

В новом столетии повсеместно в регионе наблюдается более слаженное, без ярко выраженных экстремумов распределение годовой и сезонной температуры, что сказывается на смягчении климата и уменьшении степени континентальности. Значительному росту годовой температуры способствует интенсивное нагревание атмосферы в осенне-зимний период на фоне умеренного роста в весенний и летний сезоны.

### Библиографический список

1. Шестой оценочный доклад МГЭИК. Изменение климата 2022: последствия, адаптация и уязвимость. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/> (дата обращения: 25.01.2025).
2. Бардин М. Ю., Егоров В. И., Громов С. А., Козлова С. А., Платова Т. В., Ранькова Э. Я., Са-мохина О. Ф., Алексеев Г. В., Александров Е. И., Иванов Н. Е., Радионов В. Ф., Смолянцкий В. М., Дементьева Т. В., Давлетшин С. Г., Коршунова Н. Н., Клещенко Л. К., Лавров А. С., Стерин А. М., Хохлова А. В., Шерстюков А. Б. [и др.]. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год. М. : Государственный гидрологический институт Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Российской Федерации, 2021. 104 с. EDN: YCZS2W
3. Акентьева Е. М., Алейникова А. М., Алексеев Г. В., Амосова В. М., Ананичева М. Д., Андреева А. П., Анисимов О. А., Аржанова Н. М., Афанасьев Д. Ф., Бардина С. В., Бакланов А. А., Балошикова Ж. А., Барабанов В. В., Бардин М. Ю., Белоусов В. Н., Богданович А. Ю., Варенцов М. И., Вертянкина В. Ю., Волошук Е. В., Гаврилова С. Ю. [и др.]. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации / – Санкт-Петербург : Изд-во «Наукомкие технологии», 2022. 676 с. EDN: JNIXIE
4. Макаров В. З., Чумаченко А. Н., Червяков М. Ю., Морозова С. В., Гусев В. А., Пичугина Н. В., Данилов В. А., Федоров А. В., Пряхина С. И., Шлапак П. А., Ормели Е. И., Проказов М. Ю., Неврюев А. М., Нейштадт Я. А. Глобальное потепление и его влияние на климат, ландшафты и хозяйство Саратовской области : монография / под ред. В. З. Макарова. Саратов : Изд-во Саратовского ун-та, 2024. 172 с. <https://doi.org/10.18500/978-5-292-04884-8>, EDN: LMBGGG
5. Пряхина С. И., Ормели Е. И. Агроклиматическая характеристика сезонов года Саратовской области // Известия Саратовского университета. Новая Серия. серия : Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 4. С. 243–247. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2018-18-4-243-247>, EDN: VNGXHG
6. Ормели Е. И. Оценка степени континентальности климата Саратовской области в начале XXI века // Вестник Удмуртского университета. Серия : Биология. Науки о Земле. 2022. Т. 32, вып. 4. С. 476–484. <https://doi.org/10.35634/2412-9518-2022-32-4-476-484>, EDN: GLDFKH
7. Ормели Е. И., Пряхина С. И., Цетва Н. М., Цетва И. С., Милованов И. В. Влияние агрометеорологических факторов на продуктивность зерновых культур по муниципальным районам Саратовской области // Метеорология и гидрология. 2023. № 10. С. 37–46. <https://doi.org/10.52002/0130-2906-2023-10-37-46>, EDN: BCKBID
8. Оганесян В. В. Климатические изменения как факты риска для экономики России // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2019. № 3 (373). С. 161–184. EDN: UALRGV
9. Макаров В. З., Волков Ю. В., Буланый Ю. И., Проказов М. Ю., Мукало А. С. Уникальные степные природные комплексы дальнего Саратовского заволжья // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : Науки о Земле. 2009. Т. 9, вып. 1. С. 27–32. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2009-9-1-27-32>, EDN: KXKYNT
10. Макаров В. З., Пичугина Н. В., Чумаченко А. Н., Молочко А. В., Гусев В. А., Затонский В. А., Волков Ю. В., Данилов В. А., Хворостухин Д. П., Муравьёва М. Э., Проказов М. Ю., Пятницына Т. В., Федоров А. В. Ландшафтное районирование муниципальных районов Саратовской области : учебное пособие. Саратов : Изд-во «Техно-Декор» ; ИП Кирсанова М. В., 2020. 60 с. EDN: PCWGDC

Поступила в редакцию 02.09.2025; одобрена после рецензирования 16.09.2025;  
принята к публикации 18.09.2025; опубликована 25.12.2025

The article was submitted 02.09.2025; approved after reviewing 16.09.2025;  
accepted for publication 18.09.2025; published 25.12.2025



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2025. Т. 25, вып. 4. С. 254–264

*Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2025, vol. 25, iss. 4, pp. 254–264

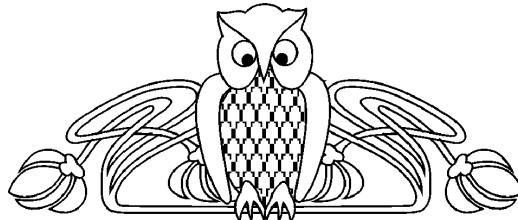
<https://geo.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-4-254-264>, EDN: LIVACU

Научная статья

УДК 504.055

# Искусственное освещение в пределах г. Саратова и Саратовской области: территориальные различия и динамика в 2007–2022 гг.



Ю. В. Преображенский<sup>✉</sup>, Е. И. Борщёв

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83

Преображенский Юрий Владимирович, кандидат географических наук, доцент кафедры экономической и социальной географии, [topofag@yandex.ru](mailto:topofag@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2774-0554>

Борщёв Евгений Игоревич, магистрант географического факультета, [borsheveugeni@yandex.ru](mailto:borsheveugeni@yandex.ru), <https://orcid.org/0009-0009-5293-583X>

**Аннотация.** Рост освещённости населённых пунктов (в том числе в результате реализации ряда федеральных проектов) поднимает проблему светового загрязнения искусственным освещением. В связи с этим встают вопросы по выявлению районов и городов, в которых значительно выросли удельные значения искусственного освещения, а также оценка влияния этого роста с позиций экологического подхода. В рамках последнего рассматривается световое загрязнение как одна из категорий физического. В работе на материале Саратовской области был произведён анализ динамики абсолютных и относительных значений (в расчёте на метр улицы, на жителя) освещённости искусственным освещением за период 2007–2022 гг. Были выявлены районы и города опережающего развития в этом отношении, а также отстающие, предпринята попытка анализа причин и факторов показанной динамики. Также было произведено зонирование территории г. Саратова для оценки ситуации со световым загрязнением. Анализ динамики в период 2012–2024 гг. показал снижение уровня светового загрязнения в старых районах г. Саратова, но его рост в новом Гагаринском районе и на окраинах. Также выявлены территории города с критической ситуацией. Обсуждаются последствия влияния искусственного освещения на природный парк «Кумысная поляна».

**Ключевые слова:** искусственное освещение, световое загрязнение, Саратовская область, г. Саратов, экологическая ситуация, условия освещения

**Для цитирования:** Преображенский Ю. В., Борщёв Е. И. Искусственное освещение в пределах г. Саратова и Саратовской области: территориальные различия и динамика в 2007–2022 гг. // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2025. Т. 25, вып. 4. С. 254–264. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-4-254-264>, EDN: LIVACU

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

**Artificial lighting within Saratov and the Saratov region: Territorial differences and dynamics in 2007–2022**

Yu. V. Preobrazhenskiy<sup>✉</sup>, E. I. Borshchayov

Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia

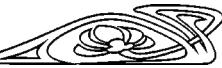
Yuri V. Preobrazhenskiy, [topofag@yandex.ru](mailto:topofag@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2774-0554>

Eugen I. Borshchayov, [borsheveugeni@yandex.ru](mailto:borsheveugeni@yandex.ru), <https://orcid.org/0009-0009-5293-583X>

**Abstract.** The increase in illumination levels in populated areas, including as a result of the implementation of several federal projects, has raised concerns about light pollution caused by artificial lighting. This has led to questions about identifying areas and cities where artificial lighting levels have significantly increased, as well as evaluating the impact of this increase on the environment. Light pollution is considered one of the types of physical pollution, and within this framework, it has been analyzed in the context of the Saratov region.

Based on data from the region, the absolute and relative (per street meter and per inhabitant) values of illumination from artificial lighting were analyzed over the period 2007 to 2022. Districts and cities with advanced and lagging development in terms of lighting were identified, and attempts were made to analyze the causes and factors behind the observed dynamics. The territory of Saratov was zoned to assess the current situation regarding light pollution. The analysis of the dynamics in the period 2012–2024 showed a decrease in the level of light pollution in the old districts of Saratov, but its increase in the new Gagarin district and on the outskirts. The territories of the city with a critical situation have also been identified. This study focuses on the effects of artificial lighting in the Kumysnaya Polyana Nature Park.

**Keywords:** artificial lighting, light pollution, Saratov region, Saratov, environmental situation, lighting conditions



**For citation:** Preobrazhenskiy Yu. V., Borshchayov E. I. Artificial lighting within Saratov and the Saratov region: Territorial differences and dynamics in 2007–2022. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2025, vol. 25, iss. 4, pp. 254–264 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-4-254-264>, EDN: LIVACU

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

## Введение

Экологические проблемы, связанные с искусственным освещением, как правило, рассматриваются значительно менее активно, чем более очевидные (прежде всего химическое загрязнение), однако и они привносят свой значимый вклад в урбэкологическую ситуацию того или иного города. Особенно актуальной проблема становится с учётом динамического роста интенсивности освещения в городах в последнюю четверть века. Саратовская область, её административный центр во многом являются достаточно типичными примерами рассматриваемой проблемы.

Основной целью данной работы является выявление динамики освещённости районов и городов Саратовской области, а также зонирование территории Саратова по уровню светового загрязнения, вызванного искусственным освещением.

### Искусственное освещение как показатель качества городской среды и экологическая проблема

Искусственное освещение является многоаспектной темой для исследования. Это и признак городской культуры, и важная составляющая комфорtnости городской среды и фактор физического (светового) загрязнения. Для многих поволжских городов искусственное освещение, эффективно выделяющее город на побережье, является одной из визитных карточек, одним из составляющих географического образа («Огней так много золотых на улицах Саратова») [1]. «Правильное» освещение можно считать одной из важных задач в рамках т. н. светоурбанистического подхода, связанного с интеграцией искусственного освещения в городскую среду. «Проектирование в светоурбанистической области является преимущественно концептуальным процессом, который может включать в себя разработку световых планов, ансамблей и функционального художественного освещения ландшафта» [2, с. 189].

Проблемы светопланировочного характера О. Р. Бокова видят в следующем:

- «значительное количество световых, освещаемых, светящих объектов разной ведомственной принадлежности;

- отсутствие единого светового планирования для оптимального распределения акцентов и доминант в пространстве города;
- размытость масштабной иерархии» [3, с. 742].

Решение задач комфорtnости городской среды с помощью городского освещения не должно приводить к негативным экологическим последствиям, или, по крайней мере, они должны быть минимизированы. В городских условиях проблема усугубляется тем, что для городов характерна, как правило, запылённость воздуха [4] (что приводит к необходимости формировать более интенсивный световой поток). Другая сложность состоит в том, что город формирует существенное число экотонов [5] по своему períметру, который достаточно активно освещён.

Комплексное влияние освещения на состояние городских экосистем до сих пор представляет собой сложное и пока еще мало изученное явление, поскольку имеет тесные связи с «...различными метеорологическими, биологическими и физико-энергетическими факторами городской среды» [6, с. 66]. Зарубежные исследователи отмечают, что нарушение естественных циклов и спектра освещения вносит сбои в поведение представителей фауны, деструктивно влияет на их экологические взаимодействия [7].

### Материалы и методы

Для описания обеспеченности населения искусственным освещением использовались данные Росстата в разрезе муниципальных образований. Для оценки степени обеспеченности искусственным освещением в пределах региона был использован показатель протяженности освещенных частей улиц, проездов, набережных районов (в километрах). При пересчете на душу населения как в административных районах, так и в крупных городах Саратовской области для удобства данный параметр был переведен в метры. Данные для составления иллюстративного материала (рис. 1–3) были взяты из базы данных показателей муниципальных образований<sup>1</sup>.

Интенсивность искусственного освещения в пределах города Саратова определялась на основе данных космоснимков. Существует несколько единиц измерения и, соответственно, шкал, по которым возможно оценивать

<sup>1</sup>Общая протяженность освещенных частей улиц, проездов, набережных на конец года, 2007–2022 гг. // База данных показателей муниципальных образований : [сайт]. URL: <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/munst63/DBInet.cgi> (дата обращения: 09.05.2024).



интересующее нас явление. В качестве единиц измерения световых величин используются люкс, кандела, люмен и др. Однако величина яркости поверхности на большинстве карт, созданных на основе космоснимков, измеряется в магнитудах на квадратную угловую секунду ( $\text{mag}/\text{arcsec}^2$ ). Чем ниже значение в  $\text{mag}/\text{arcsec}^2$ , тем ярче небо. В настоящей работе интенсивность искусственного освещения в пределах города Саратова оценивалась на основе данных космической съемки ночной Земли по данным SNPP VIIRS DNB (Suomi National Polar-orbiting Partnership (национальное партнерство Suomi для полярно-орбитального спутника) – название спутника; VIIRS: Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (комплект радиометров видимого и инфракрасного диапазонов) – название инструмента на спутнике SNPP; DNB: Day/Night Band (канал «День/Ночь») – конкретный канал VIIRS, предназначенный для обнаружения слабых источников света в ночное время) с пространственным разрешением 15 угловых секунд ( $\sim 500$  м на экваторе). Алгоритм обработки спутниковых данных для оценки светового загрязнения подробно освещен в работе [8] (см. также сайт по диагностике исследуемого явления<sup>2</sup>).

Для лучшего представления о наблюдаемых значениях нами было добавлено сопоставление с естественной освещенностью ночью, а также с баллами по шкале Бортля (показывает яркость ночного неба и, соответственно, условия для наблюдения небесных объектов в определенном месте, по девятибалльной шкале, где 1 – идеально темное небо, а 9 – небо в центре крупного города).

В отечественной практике регламентирующим исследуемое явление документом является СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение»<sup>3</sup>. В нем даны требования к освещению селитебных территорий, в частности, улиц, дорог, площадей, пешеходных переходов и пространств и др.

## Результаты

Рассмотрим развитие искусственного освещения в Саратовской области в 2007–2022 гг. Системы уличного освещения в Саратовской области распределены по ее территории крайне неравномерно. На это повлияло множество факторов: тип населенного пункта, его географическое расположение, категория дорог и улиц, тип и яркость дорожного покрытия, интенсивность движения.

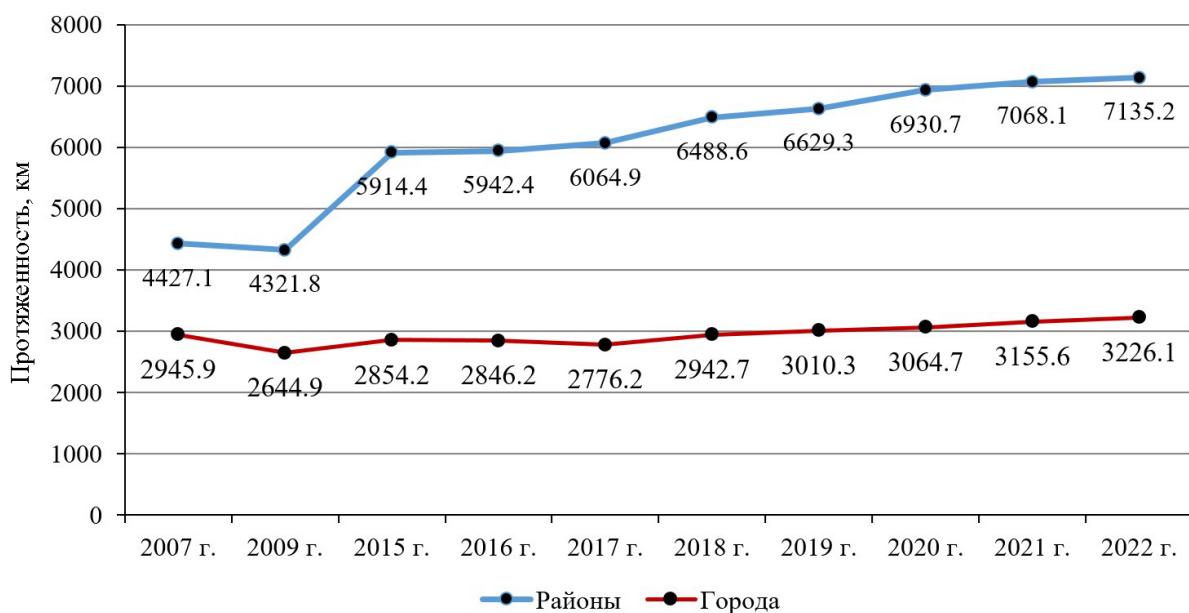


Рис. 1. Протяженность освещенных частей улиц, проездов, набережных районов и городов Саратовской области, 2007–2022 гг., км<sup>4</sup> (цвет онлайн)

<sup>2</sup>See the World at Night // Earth observation group : [сайт]. URL: <https://eogdata.mines.edu/products/vnl/> (дата обращения: 13.04.2024).

<sup>3</sup>СП 52.13330.2016. Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23–05–95\* (утв. Приказом Минстроя России от 07.11.2016 № 777/пр) // Минстрой : [сайт]. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/14366/> (дата обращения: 19.04.2024).

<sup>4</sup>Сост. по: Общая протяженность освещенных частей улиц, проездов, набережных на конец года, 2007–2022 гг. // База данных показателей муниципальных образований : [сайт]. URL: <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/munst63/DBInet.cgi> (дата обращения: 09.05.2024).

Оценивая протяженность освещенных частей улиц, проездов, набережных в районах области за период 2007–2009 гг. (рис. 1), стоит отметить, что она уменьшилась на 2.4%. Объясняется это тем, что с начала 1990-х вплоть до 2007 г. уличные фонари со стороны местных властей не проходили своевременную модернизацию из-за отсутствия должного финансирования из областного бюджета, и, по всей видимости, в середине 2000-х гг. ввод световых приборов отставал от их выбытия.

За короткий период большое число фонарей было демонтировано, процесс замены был довольно трудоемким и требовал значительно больше времени. Аналогичная тенденция наблюдалась и в городских населенных пунктах области, где произошло снижение протяженности освещенных частей улиц и проездов на 10.3%. С 2007–2009 гг. в г. Саратове выполнялась Программа восстановления «Золотых огней» магистральных улиц г. Саратова, её сменила программа «Светлый город», продолжавшаяся до 2015 г. В результате были заменены устаревшие и пришедшие в негодность светильники на современные энергосберегающие<sup>5</sup>.

В регионе с 2017 г. начал осуществляться федеральный проект «Формирование комфортной городской среды», его деятельность была продлена до 2030 г. в рамках «Национальных проектов России 2019–2024 гг.». Благодаря ему с 2017 по 2022 г. показатели освещённости выросли на 17.6% и 16.2% соответственно<sup>6</sup>.

На 2024 год протяженность освещенных частей улиц, проездов и набережных в Саратовской области составляла 3929 км. По этому показателю регион существенно отстает от своих соседей по Приволжскому федеральному округу, уступая Республике Татарстан (7579 км), Республике Башкортостан (6657 км), Нижегородской области (6181 км), Самарской области (4805 км) и Пермскому краю (4496 км)<sup>7</sup>, поскольку эти регионы достаточно крупные.

Рассматривая динамику протяженности освещенных частей улиц, проездов, набережных районов Саратовской области за период 2007–2022 гг., стоит отметить следующих лидеров по приросту: Перелюбский (1058.0%),

Новобурасский (988.5%), Екатериновский (964.3%), Ровенский (472.0%) и Краснокутский (315.6%) районы. Определяющим здесь является категория дорог и интенсивность движения по ним. Например, через Новобурасский, Екатериновский и Ровенский районы проходят автомобильные дороги федерального и международного значения: М5 «Урал», Е38 (участки Р-298 и Р-229). Запущенный федеральный проект «Безопасные и качественные дороги» в 2017 г. стал своеобразным толчком для модернизации уличного освещения вдоль важнейших дорог региона. Так, с 2017 по 2022 г. протяженность освещенных частей улиц и проездов в Екатериновском районе выросла на 74.7%. В рамках национального проекта «Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры» планируется электрификация участка «Новоперелюбская – Сенная» в период 2025–2030 гг., реконструкция металлических опор ж/д в Краснокутском районе. Подготовительные работы по замене устаревших светильников и трансформаторов были осуществлены за период 2015–2022 гг.<sup>8</sup>. Программа развития отдаленных районов Саратовской области на 2019–2021 гг.<sup>9</sup> (регулярно продлеваемая на новый трёхлетний период) способствовала развитию инженерной инфраструктуры для повышения привлекательности отдаленных территорий, одной из которых является Перелюбский район.

Однако в регионе есть и те административные районы, где наблюдалась и отрицательная динамика. К ним относятся: Петровский (−8.2%), Романовский (−9.8%), Балаковский (−21.8%) и Гагаринский (−23.4%). В Петровском и Балаковском районах данная тенденция связана с прекращением функционирования организаций и демонтажем подстанций, от которых были запитаны объекты освещения, а также из-за отсутствия точек подключения, принадлежащих сетевым организациям<sup>10</sup>. Романовский район расположен на периферии от важнейших федеральных трасс, несмотря на то, что территории района пересекает Юго-Восточная

<sup>5</sup>Свет от центра до окраин. Новости Саратова // Новости Саратова : [сайт]. URL: <https://www.saratovnews.ru/newspaper/article/2011/03/02/svet-ot-centra-do-okrain/> (дата обращения: 08.05.2024).

<sup>6</sup>Эффективная транспортная система // Национальные проекты России : [сайт]. URL: <https://xn--80aa9apramtmcchfmo7a3c9ehj.xn--v-p1ai/projects/> (дата обращения: 10.05.2024).

<sup>7</sup>Общая протяженность освещенных частей улиц, проездов, набережных на конец года // Емисс : [сайт]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/36703> (дата обращения: 19.05.2024).

<sup>8</sup>Об утверждении Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года // Правительство России : [сайт]. URL: <http://government.ru/docs/34297/> (дата обращения: 10.04.2024).

<sup>9</sup>Об утверждении Комплексной программы развития отдаленных районов Саратовской области на 2019–2021 годы // Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации : [сайт]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/467721097> (дата обращения: 15.04.2024).

<sup>10</sup>Балаковские чиновники винят в отсутствии света местную промышленность // Информационное агентство «Общественное мнение» : [сайт]. URL: <https://om-saratov.ru/social/04-december-2023-i135814-xot-glaz-vykoli-balakovsk> (дата обращения: 10.05.2024).



железная дорога. Вследствие этого система уличного освещения не получила должного развития, в отличие от соседнего Балашовского района, где протяженность освещенных улиц и проездов выросла на 95.6% за рассматриваемый период. В Гагаринском районе, входящем с 1 января 2022 г. в состав городского округа Саратов, данная ситуация связана с неравномерностью социально-экономического развития отдельно взятых районов области. Сельская местность отстает по численности населения, к тому же инженерная инфраструктура в ней развита слабо. Все это требует дополнительных бюджетных средств, выделение которых ограничено тем, что большинство жителей не заинтересованы проживать в селе [9, 10].

В городах области в период 2007–2022 гг., была отмечена следующая динамика освещенности: наибольший прирост зафиксирован в Красном Куте (189.3%), Новоузенске (162.6%) и Энгельсе (73.4%). Полная стагнация отмечается в Аркадаке и Красноармейске (0%), а в Хвалынске (0.2%), Ртищево (0.8%), Вольске (1.2%) и Балашове (1.6%) показатели близки к данному состоянию. Высокие показатели в Красном Куте объясняются теми же причинами, которые присущи и всему Краснокутскому району в целом. Система уличного освещения за данный период в Новоузенске получила широкое развитие благодаря национальному проекту «Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры», одной из задач которого является реконструкция контактной сети Приволжской ж/д, проходящей через населенный пункт. Энгельс находится в непосредственной близости от областного центра, по совместительству это крупный транспортный узел в Саратовской области, это обусловило создание в нем системы искусственного освещения в рамках федеральной программы «Формирование комфортной городской среды». Отрицательная динамика отмечается в таких городах области как Балаково (−26.4%) и Ершов (−81.6%). Причины этого связаны, на наш взгляд, как и в районах, чьими центрами они являются, с экономической деградацией.

На основе статистических данных<sup>11</sup> были осуществлены расчеты протяженности освещенных частей улиц, проездов, набережных административных районов и городов Саратовской области на душу населения за 2007 и 2022 г. Разработанная классификация относительной протяженности освещенных частей улиц, проездов, набережных в расчете на человека включает в себя следующие группы:

- очень высокая (свыше 12 м/чел.);
- высокая (от 9 до 12 м/чел.);

средняя (от 6 до 9 м/чел.);  
низкая (от 3 до 6 м/чел.);  
очень низкая (менее 3 м/чел.).

В 2022 г. группировка районов Саратовской области в зависимости от подушевого показателя, представленного на карте (рис. 2), по сравнению с 2007 г. значительно усложнилась. Положительной тенденции способствовали различные региональные и национальные проекты («Безопасные и качественные дороги», «Светлый город», «Формирование комфортной городской среды»), которые предусматривали полную модернизацию уличного освещения на всей территории региона. В частности, власти обращали повышенное внимание на те районы, которые расположены вблизи крупных автомобильных трасс или железнодорожных путей (Екатериновский, Хвалынский, Калининский).

Ситуация с подушевым показателем протяженности освещенных участков городов Саратовской области кардинально изменилась за рассматриваемый период. Так, в 2007 г. единственным городским населенным пунктом области, где подушевой показатель в 2007 г. был средним, стал Красноармейск со значением 8.1 м/чел. Остальные города относятся к группе с низкими (Аркадак, Петровск, Маркс, Хвалынск) и очень низкими значениями (Балашов, Аркадак, Ртищево, Калининск, Саратов, Энгельс, Красный Кут, Вольск, Балаково, Пугачев, Ершов, Новоузенск).

В 2022 г. Красноармейск остался лидером среди остальных городов региона по подушевому показателю (рис. 3), он относится к группе с высокими значениями (9.5 м/чел.). Вместо него в средней группе оказался Красный Кут (6.2 м/чел.). Большая часть городских пунктов относится к группе либо с низкими значениями (Ртищево, Калининск, Аркадак, Петровск, Маркс, Хвалынск, Новоузенск), либо с очень низкими (Саратов, Энгельс, Балашов, Аркадак, Вольск, Балаково, Пугачев, Ершов).

Через Красноармейск проходит федеральная трасса Р-228 «Сызрань–Саратов–Волгоград», имеющая в течение года повышенную загруженность благодаря качественному обслуживанию дороги специальными службами в рамках федерального проекта «Безопасные и качественные дороги». Все это обусловило создание в окрестностях города качественной системы уличного освещения, так как Красноармейск на этом пути является ключевым транзитным пунктом. Причины, способствующие ощутимому росту протяженности освещенных улиц в Красном Куте за данный период, были перечислены выше.

Нам показалось интересным сравнить подушевой показатель освещенности крупнейших

<sup>11</sup>Общая протяженность освещенных частей улиц, проездов, набережных на конец года, 2007–2022 гг. // База данных показателей муниципальных образований : [сайт]. URL: <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/munst63/DBInet.cgi> (дата обращения: 09.05.2024).

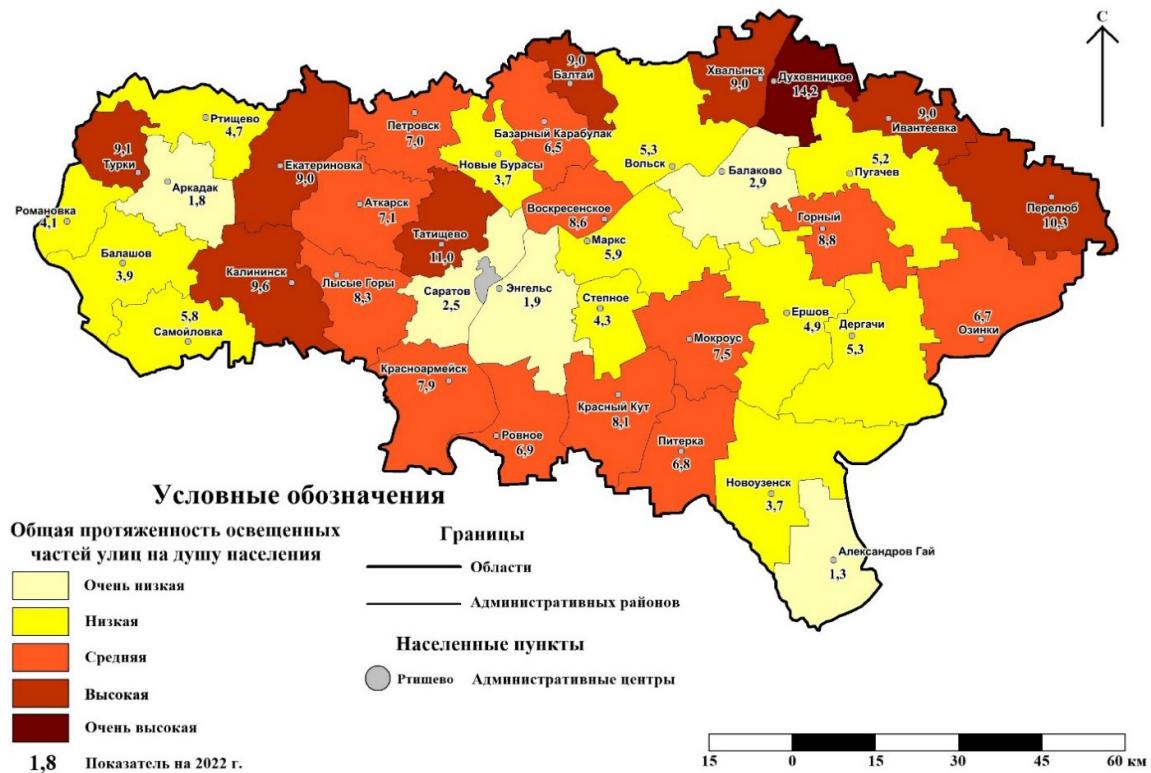


Рис. 2. Протяженность освещенных частей улиц на душу населения по административным районам Саратовской области, м/чел., 2022 г.<sup>12</sup> (цвет онлайн)

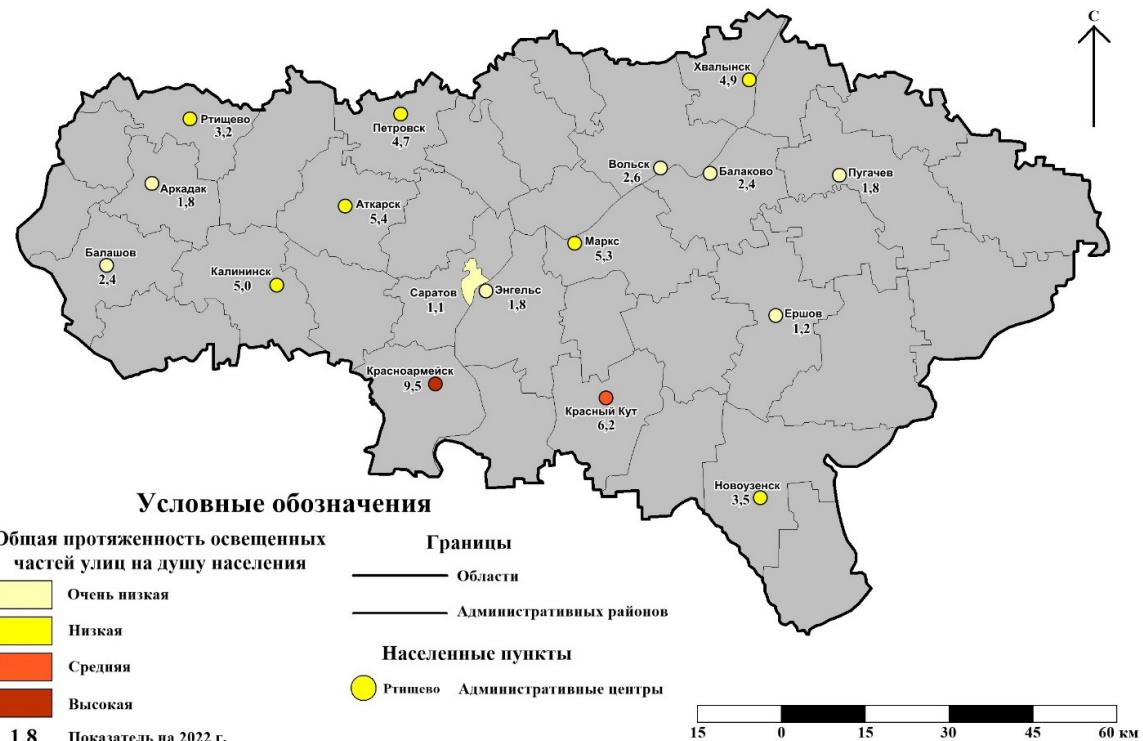


Рис. 3. Протяженность освещенных частей улиц на душу населения по городам Саратовской области, м/чел. 2022 г.<sup>13</sup> (цвет онлайн)

<sup>12</sup>Сост. по: Общая протяженность освещенных частей улиц, проездов, набережных на конец года, 2007–2022 гг. // База данных показателей муниципальных образований : [сайт]. URL: <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/munst63/DBInet.cgi> (дата обращения: 09.05.2024).

<sup>13</sup>Там же.



городов области с некоторыми крупными городами России. Так, в 2022 г. протяженность освещенных частей улиц на душу населения в Балакове (2.4 м/чел.), Энгельсе (1.8 м/чел.) и Саратове (1.1 м/чел.) превосходила показатели Москвы (0.5 м/чел.). Однако Саратов уступает таким городам как Тюмень (1.3 м/чел.), Краснодар, Самара (1.4 м/чел.), Волгоград (1.5 м/чел.) из-за присоединения в том же году к областному центру Саратовского (совр. Гагаринского) района, в состав которого входили преимущественно сельские населенные пункты (например, пос. Дубки, с. Александровка и прочие), не обладавшие развитой городской инфраструктурой. Подобная ситуация привела к тому, что за рассматриваемый промежуток времени удельный показатель в Саратове вырос всего лишь на 9.1%, несмотря на активную работу в рамках федеральных программ по благоустройству городов России.

На уровне города различия в интенсивности искусственного освещения и сопутствующего ему светового загрязнения могут существенно различаться в пределах разных районах и даже кварталов.

В пределах г. Саратова нами были определены зоны, различающиеся по условиям освещенности (таблица).

Как следует понимать приведенные в таблице числа? Нужно учитывать, что естественная яркость неба соответствует 21.25 магнитудам на квадратную угловую секунду, 20.5 примерно в три раза ярче, 19 в 15.5 раз ярче, а 18 в 30 раз. Ясно, что столь значительные превышения по сравнению с естественным фоном не могут не сказаться негативно на физиологии живых организмов (см., например, [11]).

К 2022 г. ситуация с искусственным освещением в г. Саратове была следующей (рис. 4): районы с удовлетворительной экологической ситуацией по световому загрязнению остались

на границах города (в старых границах), а относительно благоприятная и благоприятной ситуация наблюдается за пределами города. Для большей же части города характерна напряженная и критическая ситуация.

В каких районах города наблюдаются наибольшие значения искусственного загрязнения, фиксируется кризисная ситуация? Выделяются три района. Во-первых, это центр города (квадрат от ул. Рабочей до ул. Б. Горной и от ул. Астраханской до ул. Радищева). Во-вторых, это нефтеперерабатывающий завод. В-третьих, это теплицы «Совхоза Весна» (на рис. 4 последние не представлены, но видны на в другом масштабе).

В центральной части города преобладают следующие виды светового загрязнения: переосвещение, нарушение освещения, яркий свет, световой беспорядок. В основном чертеже «Генерального плана города Саратова до 2030 года» в пределах указанных границ действует зона многофункциональной общественно-деловой застройки различных типов: историко-культурного центра, локальных и специализированных центров обслуживания<sup>15</sup>. Все это свидетельствует о повышенной деловой активности в рассматриваемых частях города, отсюда и напряженная работа искусственного освещения как днем, так и ночью [12].

Особый интерес представляют окрестности Саратовского НПЗ (южная окраина Заводского района) и тепличного хозяйства «Совхоз-Весна» (пос. Дубки), географически относящихся к периферии г. Саратова. Круглогодичное выращивание овощных культур в теплицах и производство таких нефтепродуктов как бензина, дизеля, мазута, битума путем крекинга требует большого количества электроэнергии. В результате здесь фиксируются так называемые «очаги света», вызванные не только постоянно растущими потребностями населения в данных видах

Критерии зон города по уровню освещенности в ночное время<sup>14</sup>

Характеристика зоны по уровню светового загрязнения	Магнитуд/с <sup>2</sup>	Класс по Бортлю
Благоприятная	Более 20.5	4 – переходный между пригородом и сельской местностью
Относительно благоприятная	20–20.5	
Удовлетворительная	19.5–20	5 – небо над пригородом
Напряженная	19–19.5	6 – яркое загородное небо
Критическая	18–19	7 – переходное от загородному к городскому,
Кризисная	Менее 18	8–9 (ниже 18.38) – городское небо

<sup>14</sup>Сост. по: Bortle Dark Sky Scale // Handprint : [сайт]. URL: <https://www.handprint.com/ASTRO/bortle.html> (дата обращения: 22.04.2024).

<sup>15</sup>Генеральный план города. Документы // Официальный сайт администрации МО «Город Саратов» : [сайт]. URL: <https://sararovmer.ru/documents/rubrics/7/2438.html> (дата обращения: 21.04.2024).

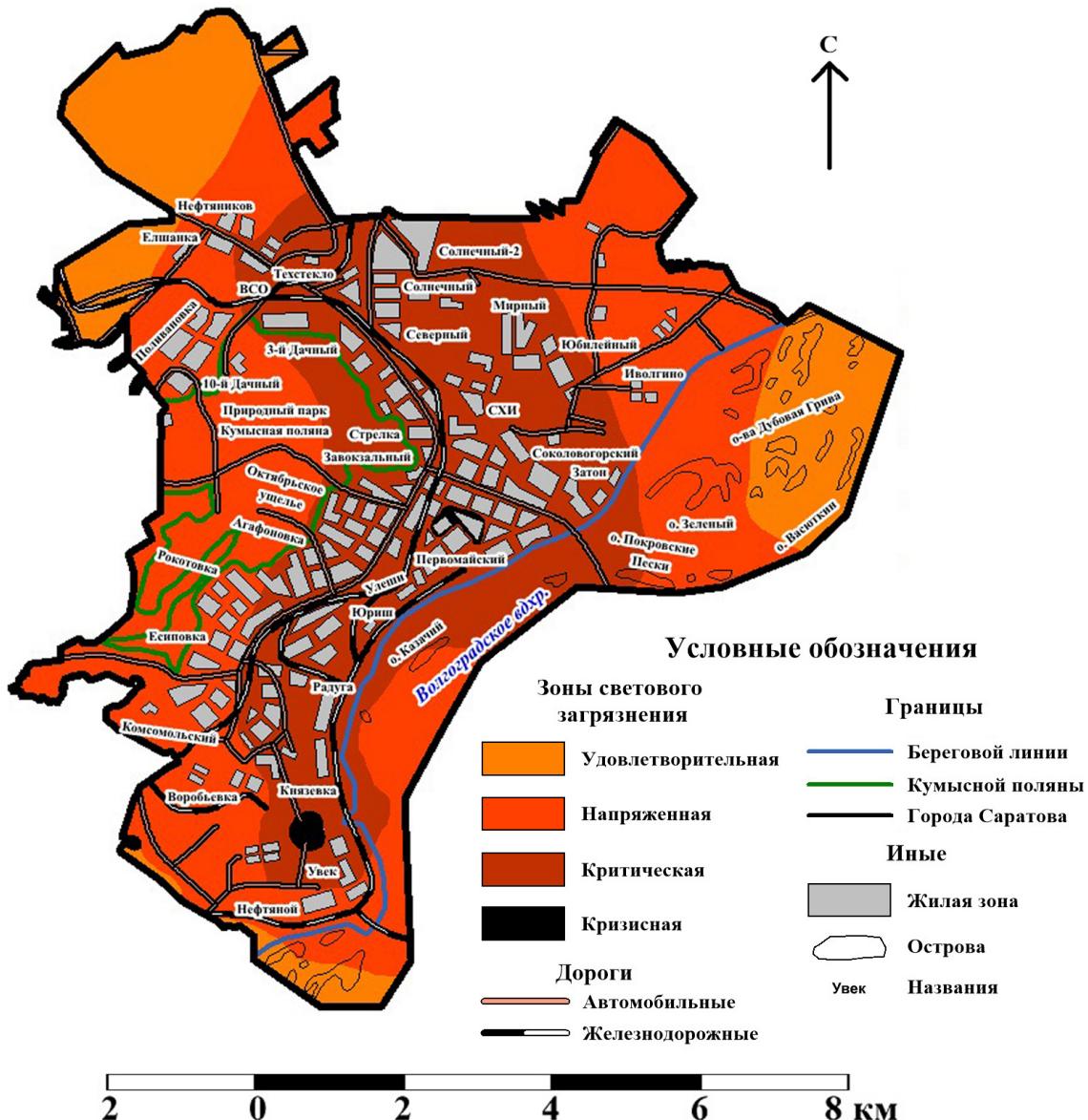


Рис. 4. Зонирование территории г. Саратова по степени светового загрязнения, 2022 г.<sup>16</sup> (цвет онлайн)

продукции, но и промышленным развитием областного центра в целом<sup>17</sup>. К тому же пригородное положение данных предприятий создает оптимальные условия для беспрепятственного использования искусственных источников света, несмотря на строгие требования экологического стандарта GREEN ZOOM, разработанного российскими специалистами в 2014 г.<sup>18</sup> Основной задачей подобного документа является сокраще-

ние светового загрязнения окружающей среды на антропогенных участках.

Если рассмотреть динамику исследуемого показателя, то в период 2012–2024 гг. можно зафиксировать интересные результаты (рис. 5).

Так, для г. Саратова в старых границах в целом наблюдается улучшение экологической ситуации по световому загрязнению (хотя в абсолютных цифрах она остаётся на отдель-

<sup>16</sup> Сост. по: Light Pollution Atlas : [сайт]. URL: <https://djlorenz.github.io/astronomy/lp/overlay/dark.html> (дата обращения: 26.06.2024).

<sup>17</sup> «Мы продлеваем световой день»: специалист объяснил происхождение «аномального свечения» над ночным Саратовом // Версия Саратов : [сайт]. URL: <https://nversia.ru/news/my-prodlevaem-svetovoy-den-specialist-obyasnili-proishozhdenie-anomalnogo-svcheniya-nad-nochnym-saratovom/> (дата обращения: 19.04.2024).

<sup>18</sup> GREEN\_ZOOM\_Standard // Российская гильдия управляющих и девелоперов : [сайт]. URL: [https://rgud.ru/proekty/green-development/GREEN\\_ZOOM\\_Standard.pdf?ysclid=mda4uskh5i615498656](https://rgud.ru/proekty/green-development/GREEN_ZOOM_Standard.pdf?ysclid=mda4uskh5i615498656) (дата обращения: 28.04.2024).

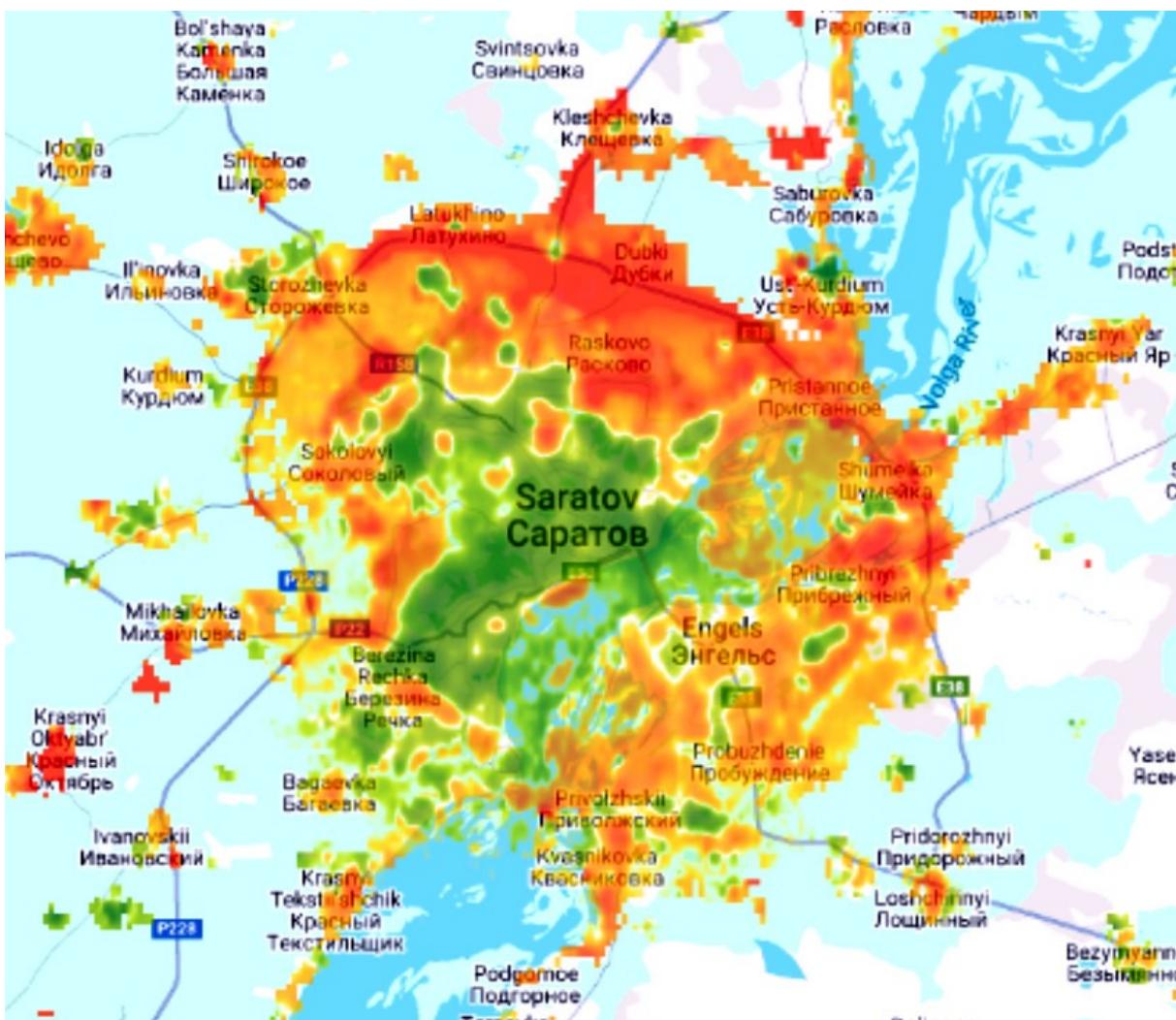


Рис. 5. Динамика искусственного освещения в г. Саратове и его окрестностях, 2012–2024 гг.<sup>19</sup> (зелёным выделены зоны снижения яркости освещения, оранжевым и красным – её рост) (цвет онлайн)

ных участках кризисной и критической), однако по границам города наблюдается негативная динамика. Это связано с введением в эксплуатацию линейной инфраструктуры, установкой световых приборов в городах-спутниках.

Особое внимание следует уделить влиянию чрезмерного искусственного освещения на условно-естественные участки в пределах города и зеленые насаждения. В этой связи опасение вызывает экологическое равновесие территории природного парка «Кумысная поляна» в черте города, парк попадает в зону с напряженной ситуацией из-за застройки отдельных областей, несмотря на особо охраняемый статус лесной зоны (например, создание одноименного коттеджного поселка недалеко от пос. Рейник). Для благоустройства новых жилых участков потребовалась качественная инфраструктура, включа-

ющая в себя и расстановку уличных фонарей для освещения улиц в темное время суток. Для этого напрямую через лесной парк осуществлялось поэтапное строительство высоковольтных линий электропередач, в ходе чего произошла избирательная вырубка деревьев, задерживающих излишне поступающий свет. Подобная ситуация стала провоцировать проникновение искусственного свечения вглубь природного парка. Неблагоприятные последствия для местной экосистемы выразились в нарушении циркадных ритмов флоры и фауны, губительные для последних.

Можно предположить, что световое загрязнение является одним из виновников того, что на территории лесопарка распространены растения, занесенные в Красную книгу Саратовской области [13]. К таковым относятся: гнездов-

<sup>19</sup> Сост. по: Light pollution map : [сайт]. URL: <https://www.lightpollutionmap.info> (дата обращения: 08.05.2024).

ка настоящая, эфедра двуколосовая, клаусия солнцелюбивая, любка двулистная и многие другие особо охраняемые виды. Однако изменение естественного облика способно оказывать и положительное воздействие на видовое разнообразие рассматриваемого ООПТ. Оно выражается в том, что селективная вырубка леса снижает сомкнутость древостоя отдельных участков Лысогорского плато. В свою очередь это приводит к росту количества солнечной радиации, которая поступает на открытую поверхность. Травянистая и кустарниковая растительность, составляющая основу подлеска, вследствие этого лучше освещается и способствует многообразию природных ландшафтов.

Основное предложение, которое можно внести для снижения светового загрязнения – это необходимость перехода к четкому соблюдению стандартов и регламентов, связанных с освещением в тех или иных функциональных зонах города.

За скобками исследования остался ряд вопросов, связанных с искусственным освещением, в частности, его цветовой спектр (в том числе соответствие архитектурной колористике города), пульсация, локальная неравномерность. Данные вопросы требуют адресных локальных исследований и последующей интерполяции в более мелком масштабе. Особенно важное значение это имеет для относительно нового района Саратова – Гагаринского.

### Заключение

Световое загрязнение является комплексной социально-экологической проблемой, которая особенно выпукло проявляется в пределах городов. С одной стороны, обеспеченность линейной инфраструктуры и населения искусственным освещением является важным фактором и индикатором социально-экономического благополучия района или поселения и способствует повышению его аттрактивности, с другой стороны, необходимо предvosхищать те негативные экологические эффекты, которые вызывает рост искусственного освещения до такой степени, что можно говорить о световом загрязнении. Проведенное исследование показало в целом значительный рост освещенности улиц, проездов и набережных по районам и городам Саратовской области за исследуемый период, при этом особого внимания заслуживают те районы и города, где происходил обратный процесс, который можно связать с процессом маргинализации территорий [14].

Зонирование территории города Саратова по степени светового загрязнения показывает преимущественно напряженную и критическую ситуацию, однако в динамике заметны локальные как положительные, так и негативные

изменения. Особое опасение вызывает проникновение светового загрязнения на территорию Кумысной поляны.

### Библиографический список

1. Преображенский Ю. В., Башкатов А. Н. Проблема презентации географического образа территории (на примере городов Среднего и Нижнего Поволжья) // География и туризм. 2024. № 1 (13). С. 12–20. EDN: HXGGCG
2. Птичникова Г. А., Казакова А. В. Светоурбанистическое проектирование пространства городских событий (на примере проекта «Мост Памяти» в город-герое Волгограде) // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 188–195. <https://doi.org/10.17673/Vestnik.2025.01.23>, EDN: GBWHDB
3. Бокова О. Р. Визуально-образный комфорт восприятия архитектурной среды в условиях искусственного освещения (на примере г. Челябинска) // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2023. Т. 13, № 4. С. 739–750. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2023-4-739-750>, EDN: AAWJRI
4. Короткова Н. В., Семенова Н. В. Влияние метеорологических условий на загрязнение атмосферного воздуха в Саратове // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : Науки о Земле. 2019. Т. 19, вып. 3. С. 168–173. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2019-19-3-168-173>, EDN: XAFJGR
5. Ошмарина М. А. Анализ классификаций городских экотонов // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : Науки о Земле. 2017. Т. 17, вып. 3. С. 139–141. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2017-17-3-139-141>, EDN: ZDNKRL
6. Попов Б. А., Хахулина Н. Б., Драпалюк Н. А. О методике дистанционного мониторинга светового загрязнения городов // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2021. № 2 (17). С. 66–75. EDN: WHUOTG
7. Fleury G., Masís-Vargas A., Kalsbeek A. Metabolic Implications of Exposure to Light at Night: Lessons from Animal and Human Studies // Obesity. 2020. № 1. P. 18–28. <https://doi.org/10.1002/oby.22807>, EDN: IICOJT
8. Elvidge C. D., Zhishin M., Ghosh T., Hsu F. C., Taneja J. Annual time series of global VIIRS nighttime lights derived from monthly averages: 2012 to 2019 // Remote Sensing. 2021. Vol. 13, № 5. P. 922. <https://doi.org/10.3390/rs13050922>, EDN: XYIAZF
9. Трофимова В. И. Основные проблемы сельского развития Саратовского региона // Никоновские чтения. 2018. № 23. С. 258–261. EDN: YWBRID
10. Преображенский Ю. В. Неравномерность регионального развития Волго-Уральского макрорегиона: уязвимая провинция // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : Науки о Земле. 2025. Т. 25, вып. 1. С. 20–29. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-1-20-29>, EDN: GNEDVX
11. Курочкина В. А., Жирякова А. Е. Световое загрязнение как фактор влияния на человека и окружающую



- среду // Вестник евразийской науки. 2022. Т. 14, № 1.  
URL: <https://esj.today/PDF/39NZVN122.pdf> <https://doi.org/10.15862/39nzvn122>, EDN: SBGGHI
12. Сухинина Е. А. Специфика световой среды Саратова в ночное время // Творчество и современность. 2018. № 3 (7). С. 14–21. EDN: YM CUUX
13. Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные / науч. ред. Г. В. Шляхтин ; редкол. : В. А. Болдырев, В. В. Аникин,
- Е. А. Архипова [и др.] ; Министерство природных ресурсов и экологии Саратовской области. Саратов : Папирус, 2021. 496 с.
14. Преображенский Ю. В. Пространственная маргинализация: подходы и уровни исследования // Вестник Тверского государственного университета. Серия : География и геоэкология. 2020. № 2 (30). С. 5–12. <https://doi.org/10.26456/2226-7719-2020-2-5-12>, EDN: KFNOFN

Поступила в редакцию 06.04.2025; одобрена после рецензирования 26.07.2025;  
принята к публикации 18.09.2025; опубликована 25.12.2025

The article was submitted 06.04.2025; approved after reviewing 26.07.2025;  
accepted for publication 18.09.2025; published 25.12.2025



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2025. Т. 25, вып. 4. С. 265–274

*Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2025, vol. 25, iss. 4, pp. 265–274

<https://geo.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-4-265-274>, EDN: LKWBJS

Научная статья

УДК 004.8+796.02+94(470)

## Путеводители будущего: применение искусственного интеллекта при создании историко-туристского продукта (на примере тематического маршрута «Саратов – Город трудовой доблести»)



А. В. Затонская<sup>✉</sup>, С. А. Панин

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83

Затонская Анна Вячеславовна, кандидат географических наук, заведующий кафедрой экономической и социальной географии, farik26@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4877-207X>

Панин Сергей Андреевич, магистрант географического факультета, sergej.panin03@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0380-8764>

**Аннотация.** Введение. В современных условиях развития туристической индустрии особое значение приобретает создание качественного картографического обеспечения маршрутов, способствующего повышению их привлекательности и информативности. Ретроспективный анализ территории исследования. Город Саратов, удостоенный звания «Город трудовой доблести», обладает богатым историко-культурным наследием, связанным с трудовыми подвигами его жителей в годы Великой Отечественной войны. Материалы и методы. Разработка специализированного туристского маршрута с использованием современных геоинформационных технологий и искусственного интеллекта позволяет не только визуализировать объекты тематического характера, но и оптимизировать процесс планирования, навигации и персонализации туристического маршрута. Вопросы картографического обеспечения туристической деятельности широко освещены в трудах отечественных и зарубежных исследователей. Однако применение искусственного интеллекта для создания динамических карт, адаптивных маршрутов и интеллектуальных навигационных систем в контексте историко-патриотического туризма остается малоизученным направлением. Это и обусловило выбор направления исследования. Результатом исследования стали разработка туристского маршрута «Саратов – Город трудовой доблести», а также его аналоговое и цифровое картографическое сопровождение.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, туристский маршрут, туристские карты, ГИС-технологии, Город трудовой доблести, г. Саратов

**Для цитирования:** Затонская А. В., Панин С. А. Путеводители будущего: применение искусственного интеллекта при создании историко-туристского продукта (на примере тематического маршрута «Саратов – Город трудовой доблести») // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2025. Т. 25, вып. 4. С. 265–274. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-4-265-274>, EDN: LKWBJS

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

Travel guides of the future: The use of artificial intelligence in the creation of a historical and tourist product (using the example of a thematic route “Saratov–City of Labor Valor”)

A. V. Zatonskaya<sup>✉</sup>, S. A. Panin

Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia

Anna V. Zatonskaya, farik26@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4877-207X>

Sergey A. Panin, sergej.panin03@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0380-8764>

**Abstract.** Introduction. In the modern conditions of development of the tourism industry, the creation of high-quality cartographic support for routes, which helps to increase their attractiveness and information content, is of particular importance. Retrospective analysis of the study area. The city of Saratov, awarded the title of “City of Labor Valor”, has a rich historical and cultural heritage associated with the labor exploits of its residents during the Great Patriotic War. Data and methods. The development of a specialized tourist route using modern geoinformation technologies and artificial intelligence allows not only to visualize thematic objects, but also to optimize the process of planning, navigation and personalization of the tourist route. The issues of cartographic support for tourism activities are widely covered in the works of domestic and foreign researchers. However, the use of artificial intelligence to create dynamic maps, adaptive routes and intelligent navigation systems in the context of historical and patriotic tourism remains a poorly studied area. This determined the choice of the research direction. The research resulted in the development of the “Saratov–City of Labor Valor” tourist route, as well as its analog and digital cartographic support.

**Keywords:** artificial intelligence, tourist route, tourist maps, GIS technologies, City of Labor Valor, Saratov



**For citation:** Zatonskaya A. V., Panin S. A. Travel guides of the future: The use of artificial intelligence in the creation of a historical and tourist product (using the example of a thematic route "Saratov-City of Labor Valor"). *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2025, vol. 25, iss. 4, pp. 265–274 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-4-265-274>, EDN: LKWBJS

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

## Введение

На сегодняшний день туризм оказывает существенное влияние на экономику России. Так, «...внутренний туризм составляет 2.9% от общего ВВП страны, а для достижения цели в 5% к 2030 г. есть все необходимые инструменты»<sup>1</sup>. Это область крупных инвестиций, обеспечивающая рабочие места специалистам различных профессий и уровней квалификации. Развитие туризма способствует росту малого и среднего бизнеса, повышению качества жизни населения, а также является стимулом для развития множества отраслей. Особенно динамично последние годы в России развивается внутреннее направление туризма. По данным статистики, порядка 87% россиян в 2024 г. предпочли путешествовать по стране, нежели зарубежные поездки<sup>2</sup>. И эта положительная динамика только продолжит расти. По подсчетам Российского союза туриндустрии (РСТ) внутригосударственные поездки в 2024 г. составили порядка 96 миллионов, что на четверть выше предыдущего года<sup>3</sup>. Различные сервисы бронирования («Яндекс путешествия», «Ozon Travel», «МТС Travel», «OneTwoTrip» и проч.) также отмечают возросший интерес к бронированию гостиниц и билетов на наиболее популярные туристские направления, такие как Краснодарский край, Кавказские минеральные воды, Москва, Санкт-Петербург и т. п.<sup>4</sup> Немаловажную роль в этом играет государственная поддержка (в частности, национальный проект «Туризм и гостеприимство»), а также многочисленные программы субсидирования транспортной логистики. Развитие туристского потенциала Саратовской области также показывает положительную динамику. Так, в 2024 г. туристический поток в регионе превысил 824 тысячи человек. Уже в первом квартале 2025 г. в область прибыло более 146 тысяч туристов – это на 30 тысяч больше, чем за аналогичный период прошлого года. Отмечен и рост числа поездок внутри региона: если в 2023 г. было зафиксировано 621 тысяча поездок, то в 2024 г. –

уже 670 тысяч. Число размещённых туристов в 2024 г. составило свыше 681 тысячи человек, а объём доходов от средств размещения достиг 5.3 млрд рублей<sup>5</sup>.

Повышение спроса на внутригосударственные перемещения требует от игроков рынка туристских услуг расширение видового разнообразия маршрутов, их информационного обеспечения, а также привлечения современных технологических решений, одним из которых может выступить искусственный интеллект (ИИ) [1, 2].

На настоящий момент использование возможностей ИИ в туристской сфере нашло свою нишу, однако в основном может сводиться к достаточно ограниченному спектру применения [3–9].

1. Виртуальные ассистенты, чат-боты, помогающие потребителям туристских услуг в бронировании билетов, отелей, экскурсий. Эти полезные помощники также могут предоставлять доступную в интернете информацию на часто задаваемые вопросы. Однако кроме плюсов такого направления внедрения ИИ в туристскую сферу можно выделить и минусы, недостоверные сведения, большое количество рекламы или прямой работы с определенными агрегаторами услуг без возможности предоставления альтернативных решений, участившиеся мошеннические схемы обмана клиентов и т. п.

2. Мобильные приложения – переводчики, базирующиеся на принципах машинного обучения и позволяющие производить как автоматический, так и синхронный перевод с иностранных языков.

3. Анализ рынка услуг и прогнозирование, позволяющие туристским компаниям в свою очередь анализировать статистическую информацию о потенциальных потребителях их услуг, наиболее популярных направлениях отдыха, предпочтениях клиентов, сезонности и т. п. В целом указанное направление внедрения ИИ позволяет исключительно ускорить процесс

<sup>1</sup>Чернышенко: Вклад внутреннего туризма в ВВП России составляет 2.9% // ТАСС. Экономика и бизнес : [сайт]. URL: <https://tass.ru/ekonomika/24538701> (дата обращения: 13.08.2025).

<sup>2</sup>Туризм в России // Федеральная служба государственной статистики. Понятная статистика : [сайт]. URL: <https://ps/rosstat.gov.ru/tourism> (дата обращения: 10.06.2025).

<sup>3</sup>Внутренний турпоток в России в 2024 достиг исторического максимума // Сетевое издание Ведомости. Аналитика : [сайт]. URL: [https://www.vedomosti.ru/analytics/krupnyy\\_plan/articles/2025/01/19/1087103-vnutrenniy-turpotok-v-rossii-v-2024-godu-dostig-istoricheskogo-maksimuma](https://www.vedomosti.ru/analytics/krupnyy_plan/articles/2025/01/19/1087103-vnutrenniy-turpotok-v-rossii-v-2024-godu-dostig-istoricheskogo-maksimuma) (дата обращения: 10.08.2025).

<sup>4</sup>Там же.

<sup>5</sup>О развитии внутреннего туризма в России // Президентская академия РАНХиГС. Новостная лента : [сайт]. URL: [https://piu.ranepa.ru/news/o-razvitiu-vnutrennego-turizma-v-rossii/?back=/news/&utm\\_source=yandex.ru&utm\\_medium=organic&utm\\_campaign=yandex.ru&utm\\_referrer=yandex.ru](https://piu.ranepa.ru/news/o-razvitiu-vnutrennego-turizma-v-rossii/?back=/news/&utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru) (дата обращения: 10.09.2025).



обработки массивов данных, выполняя функции мощных вычислительных комплексов.

Направления применения также можно дополнить электронными туристскими гидами, виртуальной или дополненной реальностью на основе ИИ, однако в данном исследовании основной интерес был сконцентрирован на изучении и апробации возможностей применения инструментов ИИ в формировании базы пространственных данных для проектирования туристского маршрута историко-патриотической направленности, а также разработки его картографического сопровождения.

### **Ретроспективный анализ территории исследования**

Город Саратов как объект пространственного исследования представляет собой крупный административный центр, расположенный на живописном берегу Волгоградского водохранилища. Историко-культурный потенциал города многогранен: в его пределах с XIII до конца XIV в. располагался один из крупнейших татарских городов Золотой Орды – Укек; в XVIII–XIX вв. Саратов представлял собой торговый и (в конце периода) промышленный город; в советскую эпоху – важный центр обороны промышленности и инфраструктурный узел на юго-востоке европейской части СССР. Одним из последних на текущий момент значимых событий для города, вписавшихся в летопись его развития, стало присвоение в 2020 г. звания «Город трудовой доблести» [10]. Именно последнее событие было решено использовать в качестве идеи (что особенно актуально в год 80-летия Великой Победы) для проектирования историко-патриотического маршрута «Саратов – Город трудовой доблести» и картографического сопровождения к нему с помощью возможностей ИИ.

В годы Великой Отечественной войны г. Саратов стал ведущим центром военной промышленности и важным транспортным узлом, что во многом было обусловлено благоприятным экономико-географическим положением (крупный железнодорожный узел) и природными условиями (наличие крупнейшей водной артерии – р. Волга) [10]. На территории города в тот период сформировался мощный диверсифицированный оборонно-промышленный комплекс, ставший узлом снабжения фронта. В городе не просто было увеличено собственное производство, но также прошла успешная интеграция эвакуированных предприятий, что позволило органично комплексировать локальное и передислоцированное производство. Сюда были эвакуированы предприятия из западных регионов СССР, включая: авиационный завод № 292 (бывший Саратовский авиационный завод). Завод выпускал знаменитые истребители Як-1 и Як-3, которые составляли основу

советской фронтовой авиации; завод «Серп и Молот» производил боеприпасы и вооружение; крекинг-завод обеспечивал фронт горючим. Это лишь малый список объектов, работавших на территории города и обеспечивающих фронт необходимыми ресурсами для обороноспособности государства [11].

Согласно имеющимся данным, среди десятка эвакуированных предприятий наибольшее количество составили заводы пищевой промышленности, а также авиационные и электротехнические заводы, которые имели существенное значение для страны. Большая часть эвакуированных объектов поступила из Украинской ССР (около 30%) и г. Ленинграда (25%), а также значительное количество было эвакуировано из г. Москвы и районов Белорусской ССР. Украинские и белорусские фабрики и заводы в основном представляли пищевую и лёгкую промышленность, в то время как из г. Москвы и Ленинграда были эвакуированы машиностроительные и оборонные заводы или их части.

Обычно вместе с эвакуированными заводами на новые места прибывало лишь 30–40% рабочего коллектива от запланированного числа. Например, на восемь предприятий, перенесенных в г. Саратов, из ожидаемых 15540 человек фактически прибыли только 4660, что составляет 30%. Несмотря на то, что среди них были высококвалифицированные специалисты, их недостаточное количество не позволяло обеспечить полноценную работу предприятий [10].

Реконструкции подверглись несколько старых металлообрабатывающих заводов, таких как «Серп и молот», «Универсал» и завод имени Ленина (ранее Гантке). В 1937 г., перед началом Великой Отечественной войны, комбайновый завод был перепрофилирован для производства боевых самолетов. Восемь других заводов города, которые занимались производством военной техники, вооружения и боеприпасов, также были переведены в разряд военных и получили номера от соответствующих военно-промышленных наркоматов.

Эвакуация оборудования почти 80 промышленных предприятий (всего в область было эвакуировано около 100 предприятий) из западных и центральных районов страны завершила формирование оборонно-промышленного комплекса г. Саратова, который функционировал в годы Великой Отечественной войны.

Эвакуированные предприятия часто интегрировались в существующую саратовскую промышленность. Оборудование из других городов размещалось на площадях местных заводов, что приводило не только к расширению производства, но, иногда, к изменению профиля предприятий. Так, часть Первого Московского подшипникового завода была переведена на территорию ГПЗ-3. Тульские оружейные заводы



были объединены с саратовским заводом «Трактородеталь», а харьковский и ленинградский заводы – с аналогичными по названию или профилю саратовскими предприятиями. Помимо этого, в г. Саратове были созданы новые крупные и средние предприятия на базе эвакуированных производств, такие как заводы № 306, № 205 им. Н. С. Хрущева и № 572.

В годы войны практически вся промышленность города была переориентирована на нужды фронта. Предприятия производили широкий спектр военной продукции, от боеприпасов и вооружения до обмунирования и продовольствия. Наибольший вклад в обеспечение армии вносили предприятия авиационного кластера.

Также в г. Саратов было эвакуировано большое количество госпиталей, где проводилось лечение и реабилитация раненых с разных фронтов. Научно-исследовательские учреждения, располагавшиеся и эвакуированные в город во время войны работали над исследованиями, способствующими получению преимуществ в сферах научно-технического превосходства для нужд фронта [11].

## Материалы и методы

Интерес к использованию возможностей ИИ для формирования объектно-пространственной базы данных, а также непосредственному проектированию историко-культурного продукта на примере туристского маршрута продиктован современными тенденциями цифровизации и трендами в социокультурном пространстве не только нашей страны, но и мира в целом. В данном исследовании под историко-культурным продуктом в первую очередь понимается совокупность идей, реально существующих объектов и информации, несущих ценность для культуры, истории, национальной самоидентичности, а также способных к опосредованной передаче образно символических идей для формирования целостного туристского восприятия территории (как брендингованного, так и общегосударственного).

Одним из ключевых моментов исследования стало формирование объектно-пространственной базы данных о возможных местах притяжения потенциальных туристов, интересующихся историей военного периода, с использованием многократно корректированного промпта. Для чистоты эксперимента были определены 3 наиболее популярных генеративных системы: GigaChat, DeepSeeki BlackBox, странами разработчиками которых являются Россия, Китай и США соответственно. Промпт включал задачи поиска, длительность маршрута, особенности целевой аудитории, адаптивность и ва-

риативность объектов, дополнительные задачи и ограничения. В качестве целевой аудитории были выбраны лица в возрасте 14–35 лет. Выбор данной возрастной группы был обусловлен высокой мобильностью, активным использованием цифровых технологий, а также готовностью работать с QR-кодами и веб-картографическими ресурсами. Согласно федеральному закону «О молодежной политике в Российской Федерации», молодежью считаются граждане в возрасте от 14 до 35 лет включительно<sup>6</sup>. Таким образом, определенная возрастная группа представляет собой единую социально-демографическую категорию. Протяженность маршрута была ограничена 4–8 км, что при неспешной ходьбе может занять до 4 часов.

На основе составленного промпта тестируемые системы показали разный результат.

1. Популярная американская система предложила рассмотреть 5 объектов, указав, что длительность маршрута должна составить около 5 км. Однако после проведения картометрического анализа было выяснено, что предложенная системой маршрут из указанных объектов составляет порядка 17 км. Кроме того системой был предложен некорректный объект, не существовавший во время Великой Отечественной войны, а основанный только в 1991 г. Также были выявлены несоответствия в адресной привязке у трех из пяти объектов притяжения туристского интереса. Таким образом, можно сделать вывод, что использование американской системы не подтвердило свою жизнеспособность.

2. Российская система также предложила 5 объектов в рамках заявленного промпта, 1 из которых совпал с американской системой. Однако так же, как и в первом случае, протяженность маршрута оказалась значительно длиннее – 23 км вместо указанных в запросе 4–8. Кроме этого системой был предложен к рассмотрению никогда не эвакуировавшийся в г. Саратов НИИ и не совпадала одна адресная привязка. Результат российской системы оказался лучше американской, но также не смог полностью удовлетворить необходимым условиям.

3. Китайская система не смогла корректно провести адресную привязку трех объектов из пяти и так же, как другие системы, многократно удлинила протяженность маршрута (25 км).

Результат апробации трех систем генеративного искусственно интеллекта показал их непригодность к прямому запросу на составление готового туристского маршрута определенной тематической направленности. Однако системы ИИ могут быть использованы как быстрый

<sup>6</sup>О молодежной политике в Российской Федерации (с изменениями и дополнениями): федеральный закон от 30.12.2020 № 489-ФЗ // Собр. законодательства Рос. Федерации. 2020. № 53, ст. 8553.



и удобный инструмент для получения как атрибутивной, так и пространственной информации для последующего геокодирования и формирования картографического сопровождения.

Путем формирования запроса к одной из ранее тестированных систем ИИ, а именно китайской системе DeepSeek, было определено 45 объектов, связанных с деятельностью тыла во время Великой Отечественной войны (ВОВ). Выбор данной системы был обусловлен более быстрым откликом на запрос промпта и минимальным количеством ошибок в их пространственной локализации по сравнению со своими аналогами. Для удобства и наглядности в представлении дифференцированности направлений тылового обеспечения, а также для потенциального проектирования тематических маршрутов или событийных мероприятий объекты были кластеризованы в пять тематических групп (рис. 1, 2).

Третий запрос к системе ИИ, направленный на уточнения транспортной логистики, наличию/отсутствию скверов, объектов социальной инфраструктуры, оживленных автомагистралей, наличию элементов «умного» и «безопасного» города (таких как пандусы, светофоры со звуковым сопровождением, интерактивные информационные стелы и проч.), в качестве территории проектирования маршрута определил участок в западной части Фрунзенского района г. Саратова. Примечательно, что

некоторые объекты из первого запроса к системам ИИ совпали с результирующим. Общее количество объектов составило 11 наименований, очередность прохождения которых также было предложено определить системе ИИ. Общая протяженность маршрута составила чуть больше 8 км.

Для наглядности и удобства пользователей туристский маршрут «Саратов – город трудовой доблести» был представлен на карте, ставшей частью туристского буклета (рис. 3, 4)<sup>7</sup> [12]. Важным оформительским решением для аналогового буклета стал подбор цвета. Тематические группы объектов на карте, разделенные по качественному признаку, дублировались в цветовом решении обложки буклета для ускорения информационного поиска заинтересовавшего потребителя туристского продукта объекта. Лицевая сторона буклета была оформлена в авторском стиле, фальцовкой на 4 деления. Информационная справка на каждый объект маршрута и соответствующие фотографии обрамлены в цветовую рамку, интуитивно отсылающую к отрасли специализации предприятия, отраженные в легенде карты на оборотной стороне буклета. Порядок информационного содержания на каждый объект соответствует просмотру в столбец фальцовки в порядке прохождения очерёдности точек маршрута.

Кроме аналогового варианта, был подготовлен on-line web-картографический ресурс

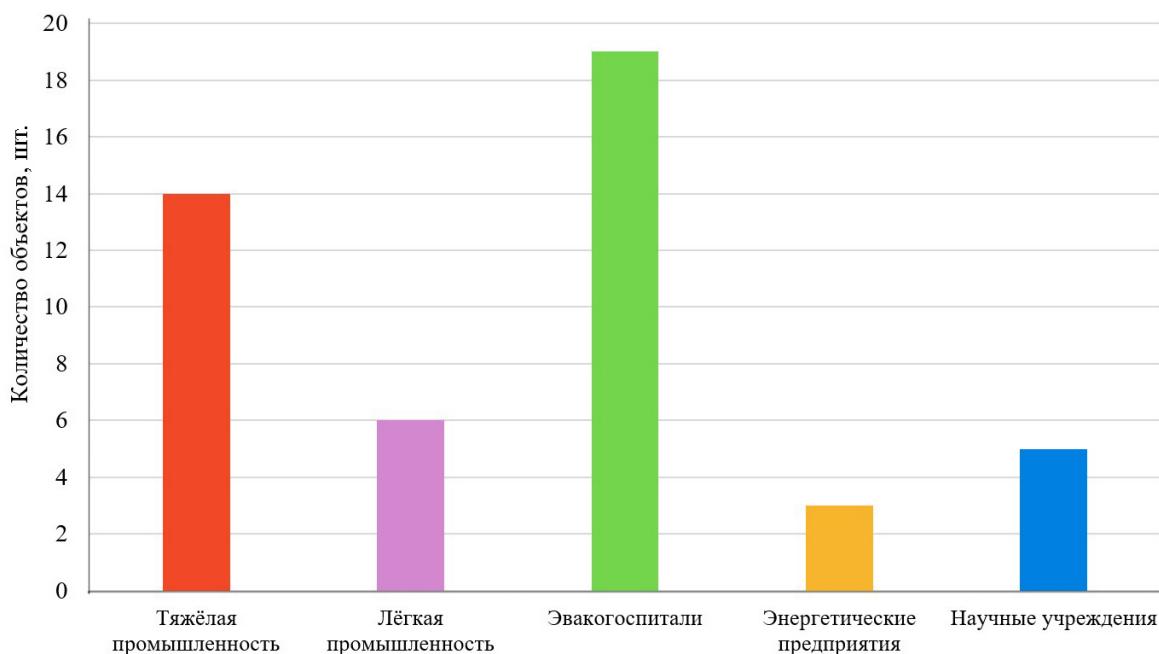


Рис. 1. Соотношение количества объектов, связанных с деятельностью тыла во время ВОВ

<sup>7</sup>Туристские карты и развитие туристской картографии : электронное учебное пособие : [сайт]. URL: [http://texts.lib.tversu.ru/texts/EOR/ucheb/12748d/1\\_1\\_start.html](http://texts.lib.tversu.ru/texts/EOR/ucheb/12748d/1_1_start.html) (дата обращения: 20.08.2025).

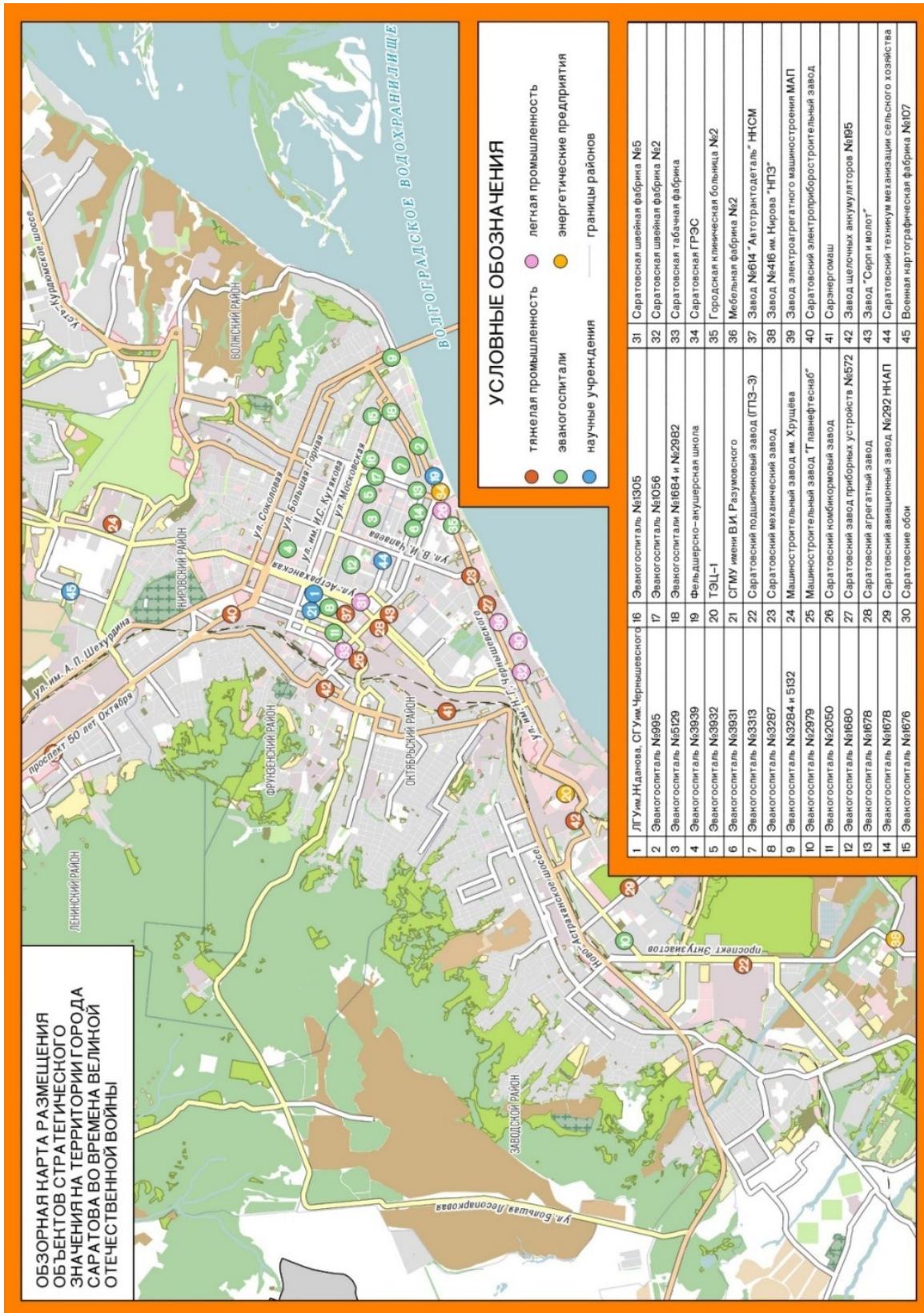


Рис. 2. Карта размещения объектов, связанных с деятельностью тыла на территории центральной части г. Саратова



Рис. 3. Обратная сторона буклета туристского маршрута «Саратов – Город трудовой доблести»



**Звукогоститаль №2050**



Хирургический и общетерапевтический профиль, принимал раненых с тяжелыми опецистальными и осколочными ранениями. Специализировался на раненных конечностями, грудной клетки и черепно-мозговых травмах.

**Швейная фабрика №5**



В 1942 году фабрика перешла на пошив парашютов, куполов, утеплителей и самолётов военных гимнастерок, перчаток и пилоток для нужд фронта. С апреля 1944 года выпускавшиеся парашютомаки брони и гимнастерки, а со второй половины 1944 года — офицерские обмундирования для Красной Армии.

**ЛГУ им.А.Нданова и СГУ им.Н.Г.Чернышевского**



ЛГУ им. А.Нданова, засекречено в Саратовской весной 1942 года. Совместно с сотрудниками СГУ им. Н.Г.Чернышевского велись научно-исследовательской работы, направленные на потребности обороны страны. Физики, химики, механики выполняли заказы оборонных предприятий, гидологии разрабатывали топливного сырья, геологи и метеорологи обслуживали нужды картографических предприятий и авиации, биологи изучали различные растительные ресурсы для изготовления лекарств и обес печивали продовольствием.

**САРАТОВ – ГОРД ТРУДОВОЙ ДОБЛЕСТИ**



**Завод "Главнефтеснаб"**



В 1941–1943 годах производили цистерны, бочки, навалерийские походные кухни, парашютно-десантные бензобаки. В 1943 году предприятие начало выпускать оборудование для нефтебаз и АЗС (капаны, хлопушки, межличинские управляемые и др.).

**Табачная фабрика**



С началом ВОВ в Саратов из Ленинграда было эвакуировано производство папирос марок «Беломор», «Север», «Патша», «Газдан».

**Завод "Автогрантодель" НГСМ**



В 1941–1945 гг производили элементы ходовой части (гусеничные тяги, катки) танковых гусеничных танков для тяжелых танков, компоненты для ЭИС-5, ГАЗ-АА – валов, шестерен, колесных элементов автомобилей, участвовал в восстановлении поврежденных танков и автомобилей, поступавших с фронта.

**Звукогоститаль №3287**



В госпитале было несколько отделений: глазное, протезно-ортопедическое, отоларингологическое, но основное направление его деятельности было лечение челюстно-лицевых ранений.

**Саратовский медицинский институт**



Весь госпиталь был отведён военно-санитарным дисциплинам, военно-полевой хирургии, инфекционным болезням с эпидемиологической и военной гигиеной. За годы войны было подготовлено 2452 врача, из которых 1633 были направлены в ряды Красной армии и звукогоститали. Подготовлено более 1500 медицинских сестер и фельдшеров.

**Агрегатный завод №614**



С началом ВОВ завод начал выпуск противоганновых ружей ППРС. С 1942 года завод дополнительно приступил к выпуску узлов для пушек Д-25 и пушки 21-К2М. В июне 1944 года выпуск ППРС был прекращён, и завод перешёл на выпуск артиллерийских систем.

**Звукогоститаль №614**



Давалась подготовка врачей широкого профиля, в учебном плане большое место было отведено военно-санитарным дисциплинам, военно-полевой хирургии, инфекционным болезням с эпидемиологической и военной гигиеной. За годы войны было подготовлено 2452 врача, из которых 1633 были направлены в ряды Красной армии и звукогоститали. Подготовлено более 1500 медицинских сестер и фельдшеров.

Рис. 4. Лицевая сторона буклета туристского маршрута «Саратов – Город трудовой доблести»

272

Научный отдел

(размещенный в виде qr-кода), реализованный на базе открытого картографического программного обеспечения. Цифровая версия объектов маршрута доступна к просмотру и редактированию как со стационарных ПК, так и, что более удобно, с мобильных устройств. Все объекты кроме пространственной составляющей содержат также и атрибутивные данные, представленные в виде краткой информационной справки по каждому из них.

### **Выводы**

Сфера туризма – перспективное направление для внедрения возможностей современных систем ИИ. Безусловно, в большей степени их использование связано с упрощением процедур поиска, покупки туристских и сопутствующих услуг, с анализом больших массивов данных, а также работой голосовых помощников, чат-ботов, мобильных приложений. Однако существуют и потенциальные направления внедрения возможностей ИИ в процессы проектирования новых, оригинальных авторских маршрутов, формирования баз пространственно-атрибутивных данных, а также разнообразных логистических процедур и направлений геомоделирования. Лучшие результаты в ходе проведенного исследования показали возможности китайской системы DeepSeek, что отражалось в быстроте отклика на запрос промпта, минимальном количестве ошибок в пространственной локализации, а также логистических решениях, альтернативных предложениях для корректировки маршрута для разных целевых аудиторий, возможностях дополнительной активности на конкретных локациях (викторины, игры и т. п.). Наиходший результат показала американская система, что обоснованно можно объяснить ограниченностью ресурсной базы, а также адресацией к устаревшим данным. Российский GigaChat в перспективе способен занять лидирующее положение в указанном сегменте туристской деятельности при условии наращивания функционального потенциала и развития системы принятия решений.

Построенный маршрут можно обсуждать в контексте историко-культурной трансформации г. Саратова [3], затронувшей как центр города, так и окраинные районы [14, 15]. По своему содержанию он может встать в ряд с другими экскурсионными маршрутами по городу [16].

### **Библиографический список**

1. Акылбекова Б. Т., Мулдагалиева М. С. Искусственный интеллект: понятие, признаки, классификации и способы разработки // Международный научный журнал «Вестник науки». 2025. Т. 3, № 3. С. 548–554. EDN: EMEAHL
2. Черепанова О. А., Ротанова И. Н. Геоинформационное туристско-рекреационное картографирование (на материалах курорта Белокуриха) // География и природопользование Сибири. 2019. № 26. С. 212–233. EDN: ARZKFP
3. Азизова Н. Т. Перспективы и риски использования искусственного интеллекта в сфере туризма // Экономическое развитие и анализ. 2024. Т. 2, № 5. С. 396–402.
4. Ясницкий Л. Н. О возможностях применения методов искусственного интеллекта в сфере туризма // Научный журнал «Сервис plus». 2010. № 4. С. 111–114. EDN: MXSNAD
5. Кумова Д. М. Использование платформ на базе искусственного интеллекта в сфере туризма // Сервис в России и за рубежом. 2021. Т.15, № 3 (95). С. 18–26. <https://doi.org/10.24412/1995-042X-2021-3-18-26>, EDN: OYZLHC
6. Алексеева Ю. П. Анализ современных информационных технологий в туризме // Московский экономический журнал. 2023. № 5. С. 571–580. [https://doi.org/10.55186/2413046X\\_2023\\_8\\_5\\_239](https://doi.org/10.55186/2413046X_2023_8_5_239), EDN: XDLWQV
7. Юсупова Р. И., Зарипова Р. С. Разработка интеллектуального мобильного приложения для туризма по России // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2025. № 2. С. 650–657. <https://doi.org/10.24412/2071-6168-2025-2-650-651>, EDN: HSGXRA
8. Гомилевская Г. А., Путилина Т. А. Интерактивный аудиогид как инструмент экскурсионной деятельности в контексте развития Smart-туризма // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета. 2024. Т. 16, № 4. С. 60–72. <https://doi.org/10.29039/2949-1258/2024-4/060-072>, EDN: TPSOIW
9. Тарасенко Э. В. Технологии искусственного интеллекта и машинного обучения как драйвер развития медицинского туризма в России // AlterEconomics. 2025. № 22 (2). С. 320–339. <https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2025.22-2.8>, EDN: LGDLFI.
10. Голуб Ю. Г., Данилов В. Н. Саратов – город трудовой доблести // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : История. Международные отношения. 2020. Т. 20, вып. 4. С. 424–436. <https://doi.org/10.18500/1819-4907-2020-20-4-424-436>, EDN: EFTCLE
11. Козурман С. О. Эвакуация промышленных предприятий в Саратовскую область и социально-бытовые проблемы рабочих кадров (1941–1945 годы) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : История. Международные отношения. 2010. Т. 10, вып. 2. С. 104–109. EDN: NHSSRL
12. Молочко А. В., Хворостухин Д. П. Геоинформационное картографирование в экономической и социальной географии. М. : ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2019. 127 с. [https://doi.org/10.12737/textbook\\_5b84fe1fa20452.76177997](https://doi.org/10.12737/textbook_5b84fe1fa20452.76177997), EDN: YALHML
13. Преображенский Ю. В., Макарцева Л. В. Территориальные аспекты и принципы трансформации культурного пространства города (на примере Саратова) // Известия Саратовского университета. Новая



- серия. Серия : Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 1. С. 22–26. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2018-18-1-22-26>. EDN: YPCDUA
14. Преображенский Ю. В. Артефакты индустриальной фазы развития: центр-периферийные различия // Вестник Тверского государственного университета. Серия : География и геоэкология. 2024. № 3 (47). С. 5–15. <https://doi.org/10.26456/2226-7719-2024-3-5-15>. EDN: FFCHYL
15. Терентьева О. В. «Центр – завод – глубинка» как основные туристические зоны в пределах крупных городов // География и туризм. 2021. № 2. С. 11–16. EDN: DTGYEJ
16. Преображенский Ю. В., Макарцева Л. В. Квест-экскурсия «в поисках хронотопов старого города» // География и туризм. 2025. № 1 (15). С. 77–83. EDN: ISILOD

Поступила в редакцию 01.09.2025; одобрена после рецензирования 13.09.2025;  
принята к публикации 18.09.2025; опубликована 25.12.2025

The article was submitted 01.09.2025; approved after reviewing 13.09.2025;  
accepted for publication 18.09.2025; published 25.12.2025

## ГЕОЛОГИЯ

Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2025. Т. 25, вып. 4. С. 275–288

*Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2025, vol. 25, iss. 4, pp. 275–288

<https://geo.sgu.ru> <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-4-275-288>, EDN: RZQGVB

Научная статья

УДК 56.116.3.074.6

### Граница альба и сеномана в северной части Доно-Медведицких дислокаций. Статья 2. Анализ орнитоценоозов. Выводы

Е. М. Первушов<sup>1</sup>✉, Е. Ю. Барабошкин<sup>2</sup>, Д. А. Шелепов<sup>1</sup>, А. В. Бирюков<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83

<sup>2</sup>Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Россия, 119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1

<sup>3</sup>Саратовский областной музей краеведения, Россия, г. Саратов, 410031, ул. Лермонтова, д. 34

Первушов Евгений Михайлович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, профессор кафедры исторической геологии и палеонтологии, [pervushovem@mail.ru](mailto:pervushovem@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-7962-0274>

Барабошкин Евгений Юрьевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор, профессор кафедры региональной геологии и истории Земли, [ejbaraboshkin@mail.ru](mailto:ejbaraboshkin@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4373-1543>

Шелепов Дмитрий Александрович, доцент кафедры петрологии и прикладной геологии, [shelepo-dmitriy@mail.ru](mailto:shelepo-dmitriy@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-3238-8532>

Бирюков Алексей Владимирович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры исторической геологии и палеонтологии, [paleoanacorax@gmail.com](mailto:paleoanacorax@gmail.com), <https://orcid.org/0002-3828-661X>

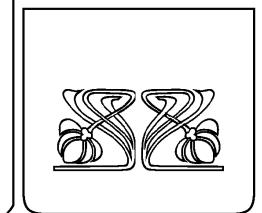
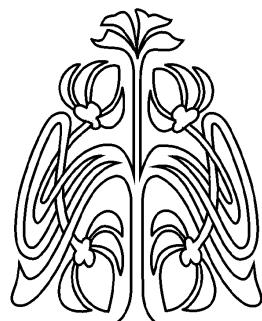
**Аннотация.** Находки аммонитов в местонахождении Мирошники, в пограничном интервале пород альба-сеномана, позволяют установить присутствие в этом разрезе аналогов зон *Mortoniceras fallax* (автохтонное захоронение в алевролитах) и *Mortoniceras rostratum* (аллохтонное залегание среди фосфоритовых желваков) верхнего альба. В этом же разрезе, из прослоев фосфоритов, выделен комплекс эласмобранхий, представленный 9 отрядами и 13 родами, в составе которого доминируют некрупные песчаные акулы *Eostriatolamia subulata* (Ag.). Сравнение состава сообщества эласмобранхий из Мирошников с аналогичными комплексами, изученными из местонахождений Меловатка и Нижняя Банновка, позволяет считать его возраст раннесеноманским, и обосновать таким образом, границу ярусов и отделов мела в разрезе Мирошники.

**Ключевые слова:** мел, альб, сеноман, аммониты, эласмобранхии, биостратиграфия, Поволжье, Доно-Медведицкие дислокации

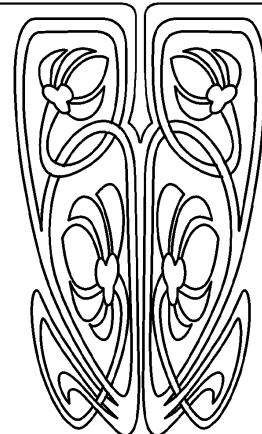
**Благодарности.** Работа выполнена в рамках тем госзадания МГУ с использованием оборудования, приобретенного по Программе развития МГУ. Авторы благодарны П. А. Прошиной (Геологический институт РАН) за обработку и анализ микрофаунистических проб, отобранных из разреза Мирошники, результаты изучения которых совпали с проведенными в 1994 г. аналогичными исследованиями в разрезе Красный Яр-1; В. А. Лопыреву (Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского), подготовившему фототаблицу зубов эласмобранхий. Авторы признательны Е. В. Попову за совместные полевые работы и анализ данных по эласмобранхиям.

**Для цитирования:** Первушов Е. М., Барабошкин Е. Ю., Шелепов Д. А., Бирюков А. В. Граница альба и сеномана в северной части Доно-Медведицких дислокаций. Статья 2. Анализ орнитоценоозов. Выводы // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2025. Т. 25, вып. 4. С. 275–288. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-4-275-288>, EDN: RZQGVB

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)



**НАУЧНЫЙ  
ОТДЕЛ**





Article

**The Albian-Cenomanian boundary in the northern part of the Don-Medveditsa dislocations. Paper 2. Oryctocoenoses analysis. Conclusions**

E. M. Pervushov<sup>1</sup>✉, E. Yu. Baraboshkin<sup>2</sup>, D. A. Sheleпов<sup>1</sup>, A. V. Biryukov<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia

<sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University, GSP-1 Leninskie gory, Moscow 119991, Russia

<sup>3</sup>Saratov Regional Museum of Local Lore, 34 Lermontov St., Saratov 410031, Russia

Evgeny M. Pervushov, [pervushovem@mail.ru](mailto:pervushovem@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-7962-0274>

Evgeny Yu. Baraboshkin, [ejbaraboshkin@mail.ru](mailto:ejbaraboshkin@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4373-1543>

Dmitry A. Sheleпов, [shelepow-dmitriy@mail.ru](mailto:shelepow-dmitriy@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-3238-8532>

Aleksey V. Biryukov, [palaeoanacorax@gmail.com](mailto:palaeoanacorax@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-3828-661X>

**Abstract.** Ammonite finds at the Miroshniki site, within the Albian-Cenomanian boundary interval, make it possible to identify the presence of the analogues of the Upper Albian zones *Mortoniceras fallax* (autochthonous burial within aleurolites) and *Mortoniceras rostratum* (allochthonous occurrence among phosphorite nodules). In this very section, an elasmobranchian assemblage has been isolated from the phosphorite interlayers; this is represented by 9 series and 13 genera. Small sand sharks *Eostriatolamia subulata* (Ag.) are dominant in its content. The comparison of the elasmobranchian community from Miroshniki with similar assemblages from the Melovatka and the Nizhnaya Bannovka sites makes it possible to assign it to the Early Cenomanian and, therefore, to substantiate the boundaries of the Cretaceous stages and series within the Miroshniki section.

**Keywords:** Cretaceous, Albian, Cenomanian, ammonites, elasmobranchians, biostratigraphy, the Volga region, the Don-Medveditsa dislocations

**Acknowledgments.** The study was made within the framework of the MSU state assignment topics, with the equipment acquired under the Program of the MSU development.

The authors are grateful to Polina A. Proshina (Geological Institute, RAS) for processing and analyzing the microfauna samples from the Miroshniki section, with the results coincident with those from similar studies made in the Krasny Yar section in 1994; to Vladimir A. Lopyrev (Saratov State University), who has prepared a photo table of elasmobranchian teeth. The authors are much obliged to Evgeny V. Popov for the joint field works and for analyzing the data on elasmobranchians.

**For citation:** Pervushov E. M., Baraboshkin E. Yu., Sheleпов D. A., Biryukov A. V. The Albian-Cenomanian boundary in the northern part of the Don-Medveditsa dislocations. Paper 2. Oryctocoenoses analysis. Conclusions. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2025, vol. 25, iss. 4, pp. 275–288 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-4-275-288>, EDN: RZQGVB

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

Окончание. Начало см.: 2025. Т. 25, вып. 4. С. 211–227.

## Введение

К настоящему времени расчленение альбасеномана на территории исследований основывалось на общих представлениях о литологическом составе терригенных отложений этого интервала. Многообразие фоссилий, среди которых выделены биостратиграфически значимые бентосные формы и хрящевые рыбы, характеризует верхние интервалы среднего и верхнего сеномана. В нижней части сеномана установлено локальное распространение брахиопод с фосфатной раковиной и редкие ядра мелких пелеципод, находки которых не способствовали установлению стратиграфического положения вмещающих пород. Пограничные интервалы альбских-сеноманских образований содержат прослои желваков фосфоритов и сцепментированных пород, насыщенных ихнофоссилиями, но находки фоссилий, тем более руководящих форм, единичны.

Литологически сходный с ранее изученными местонахождениями Меловатка и Красный Яр пограничный интервал пород альбасеномана установлен в разрезе Мирошники, в котором впервые с разных стратиграфических

уровней собраны фоссилии. Значительное количество зубов эласмобранхий выделено из прослоев фосфоритов. Ядра аммонитов разной сохранности обнаружены в прослое желваковых фосфоритов и в подстилающих алевропесчаниках. Найдки этих окаменелостей позволили детально рассмотреть состав оркитоценоза, в том числе и в целях обоснования биостратиграфического расчленения данного разреза.

## Анализ оркитоценозов

В разрезе Мирошники слой 10 слагают устойчивые к переотложению элементы подстилающих пород, предположительно и компоненты нижнего прослоя фосфоритов в породах сеномана разреза Меловатка-6 (слой 5). В этом разрезе слой 5 разубожен галькой песчаникового состава, содержит фосфоритовые стяжения концентрического строения и древесный дегрит. В этом же разрезе, в прослое фосфоритовых включений – слой 7, найдены редкие створки фосфатных раковинных брахиопод, зубы эласмобранхий и костных рыб, древесный дегрит. Элементы рассматриваемого оркитокомплекса установлены и в разрезе Меловатка-5 (слой 2). Здесь комплекс фоссилий чуть более разнообразен за счет присутствия редких



двусторчатых и лопатоногих моллюсков, элементов хрящевых рыб и фрагментов фосфатных ядер аммонитов.

В разрезе Меловатка-6 верхний прослой фосфоритов, подошва слоя 8, и слой 4 разреза Меловатка-5 отличаются максимальным количественным представительством и таксономическим разнообразием фоссилий в пограничном интервале альбских-сеноманских отложений. Найдены ядра двусторчатых, лопатоногих и брюхоногих моллюсков, аммонитов и многочисленных брахиопод, элементы эласмобранхий и костистых рыб. Примечательно обилие переотложенных, в разной степени окатанных и фосфатизированных, ядер ихноФоссилий, включая крупные веретенообразные формы.

Предполагается, что в разрезе Мирошники прослой фосфоритов, слой 10, содержит элементы рассмотренных выше оректо комплексов за исключением малакофауны. Анализ литологического состава, текстурно-текстурной характеристики нижележащих и перекрывающих этот прослой образований, палеонтологического и тафономического рассмотрения оректо комплексов позволяет заключить, что слой 10 представляет собой концентрат, сформированный при размыве подстилающих отложений и переотложении содержащихся в них фосфатных включений в конце альба – начале сеномана.

### ИхноФоссилии (табл. 1)

В изученных разрезах встречен комплекс ихноФоссилий, среди которых по фотографиям удалось идентифицировать только формы, в различной степени цементированные и происходящие из песчаных прослоев. В несцепментированных песках, алевритах и глинах ихноФоссилии не изучались, хотя биотурбационный индекс в них часто достигал 5.

В разрезах определены формы преимущественно с пассивным заполнением – т. е. заполненные осадком, проникшим в норы после гибели организма: *Thalassinoides callianassae Ehrenberg, 1944* (табл. 1, б–г), *T. suevicus* (Reith, 1932) и *T. isp.* (табл. 1, а, б, д), *Ophiomorpha nodosa* Lundgren, 1891 (табл. 1, а, б), *Ophiomorpha irregulaire* Frey, Howard et Pryor, 1978 (табл. 1, д–з), *O. isp.*, *Skolithos isp.* (табл. 1, а, б).

Ихнород *Thalassinoides* чаще всего интерпретируется как следы жизнедеятельности талассиноидных раков, в частности, ископаемых аналогов калианассид, образующих гигантские поселения на мелководье. Впрочем, этот ихнород, как и определенные нами представители, распространены гораздо шире, встречаясь и на абиссали [1].

Ихнород *Ophiomorpha* также интерпретируется как норы-жилища ракообразных, включая

тех же калианассид. Офиоморфы очень характерны для песчаного мелководья, но встречаются и в более глубоководных отложениях [1]. Определенные нами ихновиды *Ophiomorpha nodosa*, как правило, более крупные и расположены горизонтально, а *O. irregulaire* – более мелкие и вертикальные, распространены обычно в прибрежных обстановках. На некоторых образцах прекрасно сохранилась песчано-глинистая футеровка с гранулярной структурой. Это внешняя оболочка норы, образованная комочками глины и фекалий, смоченных мукусом, которым ракообразные выстилают края нор, предохраняя их от обрушения (табл. 1, е–з). В некоторых норах офиоморф присутствует менисковое выполнение (табл. 1, е), свидетельствующее о рытье осадка и складировании его внутри норы. Подобное заполнение иногда наблюдается у офиоморф, но не является типичным.

Представители ихнорода *Skolithos* до вида не определены, поскольку характер стенки и их взаимоотношения с вмещающей породой плохо прослеживаются. Подобные вертикальные норы распространены на песчаном субстрате и связываются с жизнедеятельностью анемон, червей или ракообразных [1]. Они могут быть встречены в широком спектре обстановок, но наиболее характерны для прибрежного мелководья.

Весь комплекс рассмотренных ихноФоссилий может быть отнесен к ихноФации *Skolithos* и характеризует песчаные подвижные субстраты в условиях крайнего мелководья.

### Комплексы аммонитов (табл. 2)

Находки верхнеальбских аммонитов в рассматриваемом регионе, как и вообще на Русской плате, являются большой редкостью [2]. По существу, из данного района достоверной можно признать единственную находку *Mortoniceras inflatum* Sow., описанную и изображенную в работе Н. В. Бакина [3]. Поэтому аммониты, встреченные в изученном разрезе, представляют собой исключительную ценность.

Большинство находок представлено фрагментами внутренних ядер средней сохранности, но достаточной для определения родовой и видовой принадлежности. Установлено два комплекса аммонитов, отличающихся по сохранности, привязанных к слоям 5 и 10 и отвечающих двум аммонитовым зонам.

Аммонит из слоя 5 представлен слабодеформированным фрагментом крупного фрагмона (высота оборота (В) = 42 мм) в песчанике коричневато-серого цвета с частично сохранившимся раковинным слоем и без признаков переотложения. Он определен как *Mortoniceras (Mortoniceras) fallax* Breistroffer, 1940 (табл. 2, фиг. 1). Близкий по сохранности обломок



Таблица 1

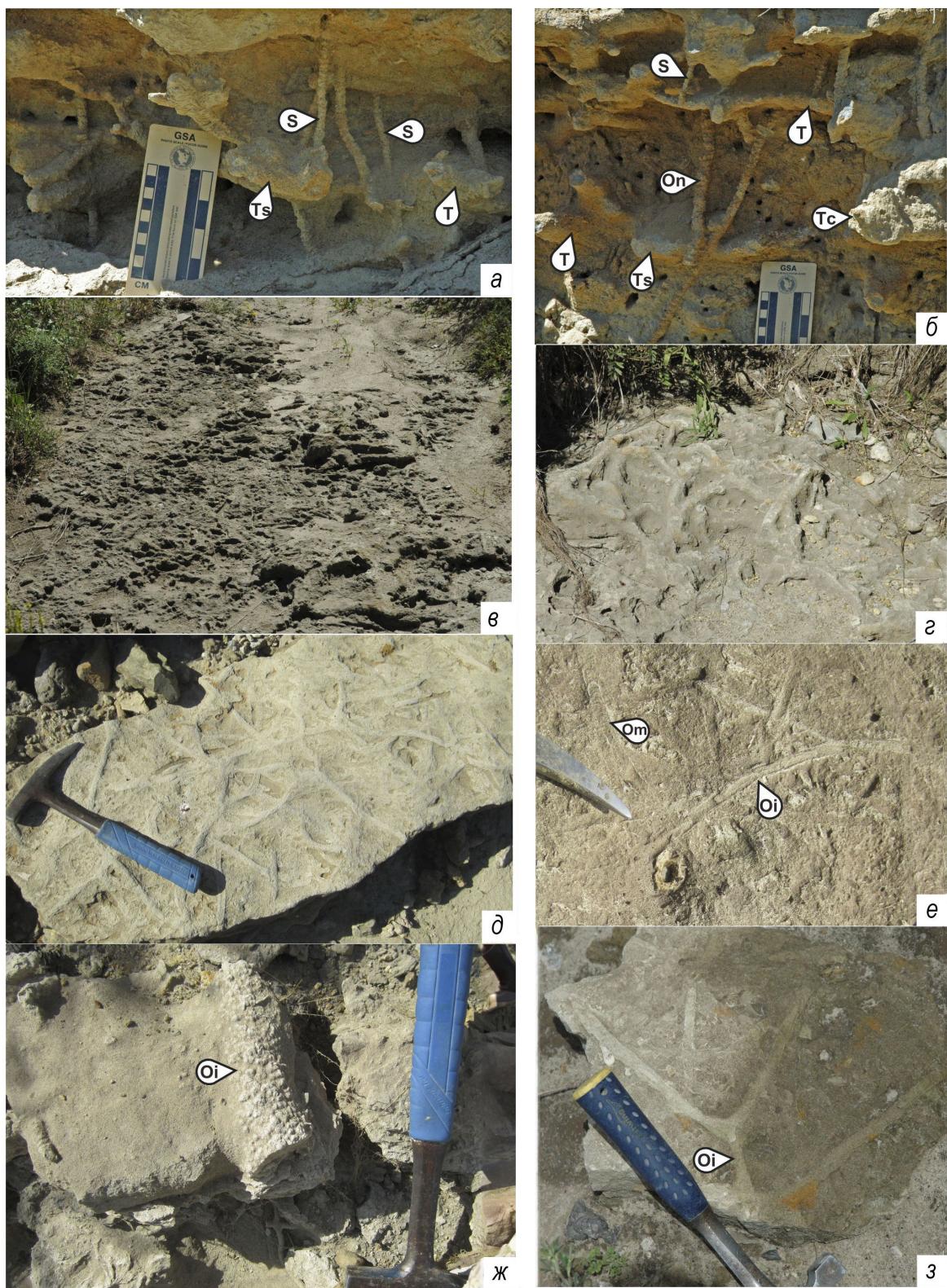


Таблица 1. Разрез Мирошники. Ихнофосилии верхнего альба. Фиг. а – слой 5, ихнофосилии в прослоях песка между алевропесчаниками. Фиг. б – слой 5, ихнофосилии в прослоях песка между алевропесчаниками. Фиг. в, г – поверхность слоя 5 с многочисленными норами *Thalassinoides callianassae* Ehrenberg, 1944. Фиг. д, ж – кровля слоя 5, *Ophiomorpha* и *Thalassinoides*. Фиг. е, з – кровля слоя 7, ихнофосилии на поверхности алевропесчаников. Условные обозначения: Oi – *Ophiomorpha irregularis* Frey, Howard et Pryor, 1978; On – *Ophiomorpha nodosa* Lundgren, 1891; Om – *Ophiomorpha* isp. с менисковым заполнением; S – *Skolithos* isp.; Tc – *Thalassinoides callianassae* Ehrenberg, 1944; Ts – *Thalassinoides suevicus* (Reith, 1932); T – *Thalassinoides* isp. Фото Е. М. Первушова и Е. В. Попова

Таблица 2

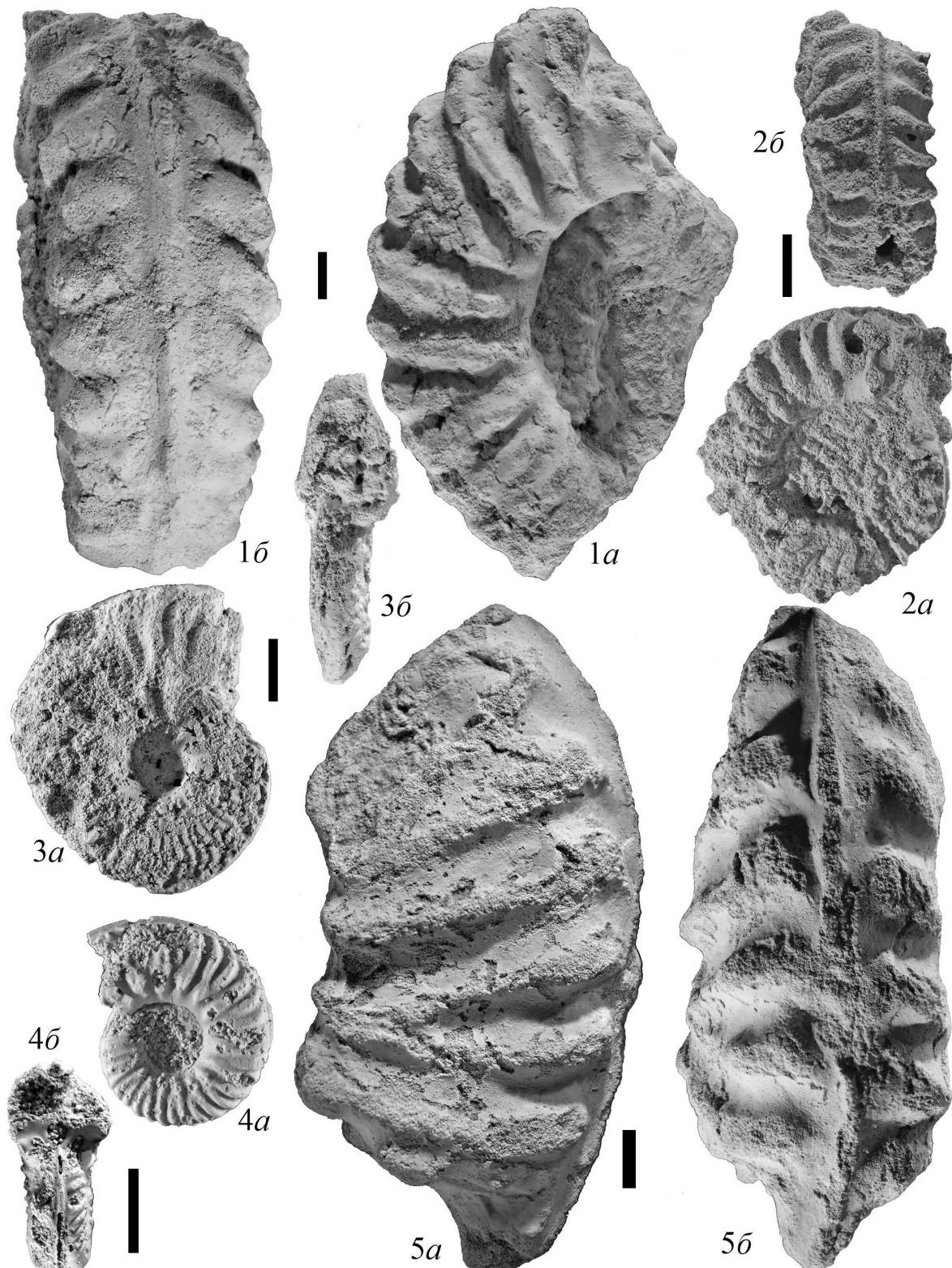


Таблица 2. Разрез Мирошники. Аммониты верхнего альба. Фиг. 1 – *Mortoniceras (Mortoniceras) fallax* Breistroffer, 1940, экз. 153–1. Фиг. 2 – *Mortoniceras (Mortoniceras) aff. nanum* Spath, 1933, экз. 153–2. Фиг. 3 – *Callihoplites leptusleptus* (Seeley, 1865), экз. 153–3. Фиг. 4 – *Mortoniceras (M.) sp.*, экз. 153–4. Фиг. 5 – *Mortoniceras (M.) sp. indet.*, экз. 153–5. Длина масштабной линейки 1 см. Для всех фото: а – вид сбоку, б – вид с вентральной стороны. Образцы покрыты хлоридом аммония. Фото Е. Ю. Барабошкина. Образцы происходят из слоя 5 (фиг. 1, 2) и слоя 10 (3–5). Сборы Е. М. Первушова (1, 2, 5) и Е. В. Попова (3, 4). Коллекция хранится в Музее Землеведения МГУ, номер 153



еще более крупного фрагмокона ( $B = 62$  мм) *Mortoniceras* (*Mortoniceras*) sp. indet. (табл. 2, фиг. 5), возможно, происходящий из того же слоя 5, найден в тальвеге оврага.

*Mortoniceras* (*Mortoniceras*) *fallax* является видом-индексом одноименной зоны терминального альба, которой уделялось повышенное внимание в последнее время [4–6], начинаяющей так называемый «вракон». Вид распространен на юго-востоке Англии и Франции, юге Бельгии, в Венгрии, на Кавказе и Мадагаскаре.

Четыре находки происходят из слоя 10. Все они представлены частями фрагмоконов из темно-коричневого, почти черного фосфорита с признаками небольшого переотложения и имеют разную сохранность. Самый мелкий обломок ( $B = 9$  мм, не изображен) предположительно относится к *Mortoniceras* sp. ind., но сохранившихся признаков недостаточно даже до родового определения.

Следующий образец – это внутренние обороты (максимальный диаметр ( $D$ ) = 21 мм) *Mortoniceras* (M.) sp. (табл. 2, фиг. 4). Он напоминает представителей рода *Cantabrigites*, но имеет преимущественно двураздельные ребра с наиболее резким умбрикальным бугорком и более слабым вентролатеральным бугорком с тенденцией к раздвоенности. Центральные окончания ребер подходят к резкому, слегка утопленному килю под небольшим углом, что сближает данную форму с *Mortoniceras*.

Третий, более крупный образец ( $D = 41$  мм), определенный как *Mortoniceras* (*Mortoniceras*) aff. *nanum* Spath, 1933 (табл. 2, фиг. 2), отличается от голотипа ощутимо более широким субквадратным сечением и более частыми ребрами. Принадлежность данного вида к *Mortoniceras*, а не *Cantabrigites*, подробно обсуждается в [5, 6]. Вид M. (M.) *nanum* распространен на востоке Англии, юге Бельгии, юго-востоке Франции, в Венгрии. По данным L. F. Spath [7], этот вид распространен в подзонах *Aequatorialis* или *?Substuder* (современные *Inflatum* и *Rostratum*

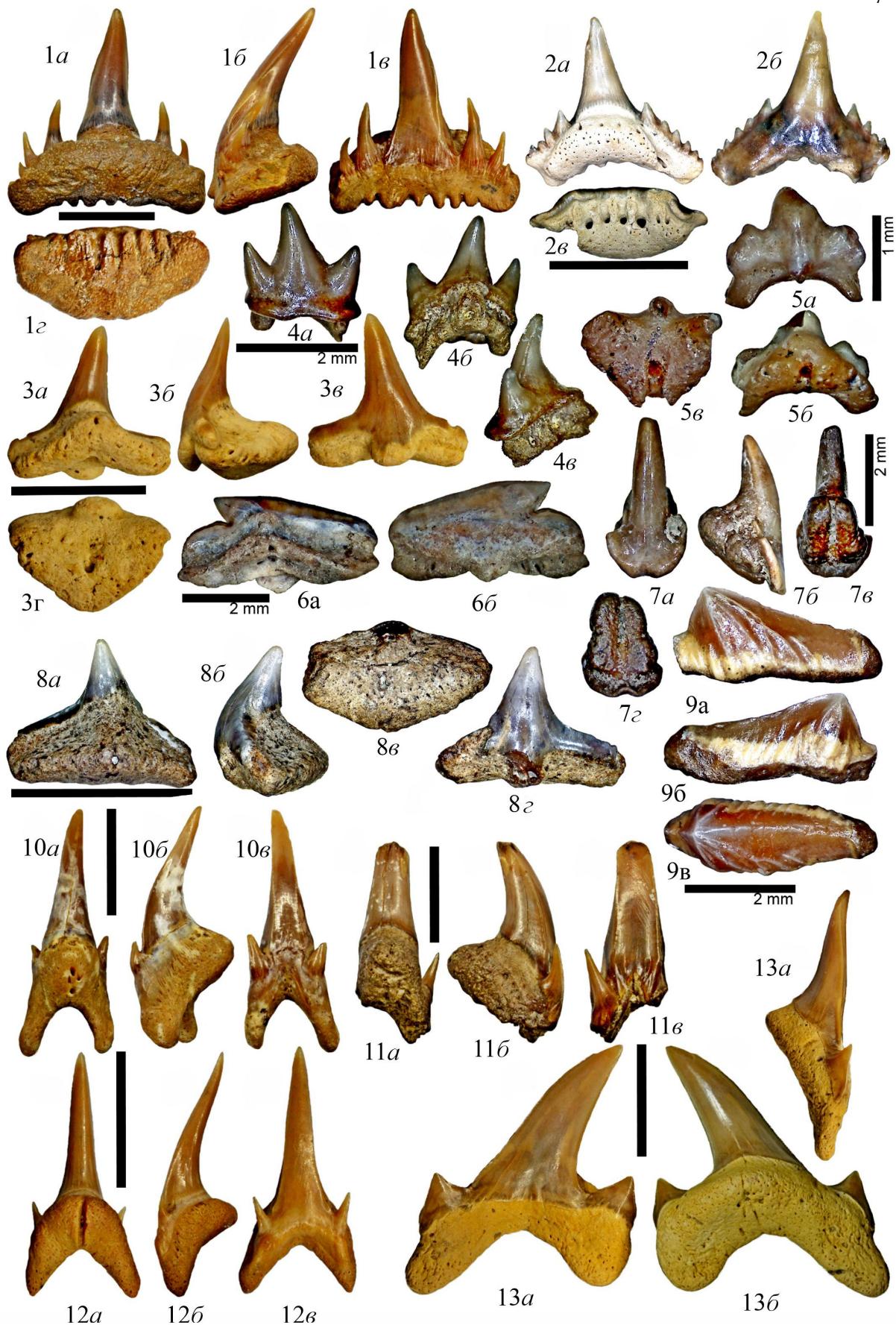
соответственно), однако W. J. Kennedy с соавт. [5] считают, что голотип вида происходит из фосфоритового горизонта в подошве сеномана. F. Amédro [4], R. Jattiot с соавт. [6] указывают его из зоны *Mortoniceras fallax*. В Альпах этот вид встречен в зонах *Fallax* и *Rostratum* [8], а в Дагестане – в зоне *Inflatum* [9]. Таким образом, этот вид имеет достаточно широкое вертикальное распространение, верхний предел которого точно не определен, но заведомо ниже сеномана.

Наконец, четвертый образец отнесен к *Callichoplites leptus leptus* (Seeley, 1865) (табл. 2, фиг. 3). Раковина слегка сплющенная, инволютная ( $D = 45$  мм) с частыми ребрами на внутренних оборотах, начинающимися на умбрикальном перегибе небольшими удлиненными бугорками и петлевидно соединяющимися на вентролатеральных бугорках. В статьях [5, 6] данный вид помещен в синонимику *Callihoplites cratus* (Seeley, 1865). Нам же, как и другим исследователям [10], вид *C. leptus* представляется самостоятельным, тем более, что в вышеупомянутых статьях материал происходит из горизонтов конденсации и говорить о видовой изменчивости затруднительно. Как и в предыдущем случае, согласно L. F. Spath [7], этот вид предполагался происходящим из подзоны *?Aequatorialis* (современная *inflatum*), но W. J. Kennedy с соавт. [5] полагают, что голотип вида происходит из фосфоритового горизонта в подошве сеномана. Вид *C. leptus* определен из основания зоны *Mortoniceras rostratum* непрерывной последовательности глин скважины Kirchrode-I вблизи Ганновера (Германия) [10], что позволяет нам отнести слой 5 к аналогам зоны *Mortoniceras rostratum*.

Таким образом, уникальные находки аммонитов позволяют впервые в данном районе установить присутствие в разрезе аналогов зон *Mortoniceras fallax* (в автохтонном залегании) и *Mortoniceras rostratum* (в аллохтонном залегании) верхнего альба.

Таблица 3. Разрез Мирошники. Слой 10. Эласмобранхии нижнего сеномана. Длина масштабной линейки 5 мм, кроме особых случаев. Фиг. 1. *Paraorthacodus recurvus* (Trautschold), экз. SSU № 155/297: 1 $a$  – лингвально, 1 $b$  – профиль, 1 $c$  – лабиально, 1 $d$  – базально. Фиг. 2. *Synechodus dubrisiensis* (Macki), экз. SSU № 155/298: 2 $a$  – лингвально, 2 $b$  – лабиально, 2 $c$  – базально. Фиг. 3. *Squatina cranei* (Woodward), экз. SSU № 155/299: 3 $a$  – лингвально, 3 $b$  – профиль, 3 $c$  – лабиально, 3 $d$  – базально. Фиг. 4. *Heterodontus canaliculatus* (Egerton in Dixon), экз. SSU № 155/300: 4 $a$  – лабиально, 4 $b$  – лингвально, 4 $c$  – профиль. Фиг. 5. *Orectoloboides parvulus* (Dalinkevičius), экз. SSU № 155/294: 5 $a$  – лабиально, 5 $b$  – лингвально, 5 $c$  – базально. Фиг. 6. *Protosqualus glickmani* Averianov, экз. SSU № 155/301: 6 $a$  – лингвально, 6 $b$  – лабиально. Фиг. 7. *Squatirhina draytoni* Guinot et al., экз. SSU № 155/302: 7 $a$  – лабиально, 7 $b$  – профиль, 7 $c$  – лингвально, 7 $d$  – базально. Фиг. 8. *Cederstroemia* cf. *triangulata* Siverson, экз. SSU № 155/303: 8 $a$  – лингвально, 8 $b$  – профиль, 8 $c$  – базально, 8 $d$  – лабиально. Фиг. 9. *Polyacrodus* sp., экз. SSU № 155/304: 9 $a$  – лабиально, 9 $b$  – лингвально, 9 $c$  – окклюзивно. Фиг. 10. *Pseudoscapanorhynchus compressidens* Herman, экз. SSU № 155/305: 10 $a$  – лингвально, 10 $b$  – профиль, 10 $c$  – лабиально. Фиг. 11. *Protolamna* cf. *sokolovi* Capetta, экз. SSU № 155/306: 11 $a$  – лингвально, 11 $b$  – профиль, 11 $c$  – лабиально. Фиг. 12. *Eostriatolamia subulata* (Agassiz), экз. SSU № 155/307: 12 $a$  – лингвально, 12 $b$  – профиль, 12 $c$  – лабиально. Фиг. 13. *Archaeolamna* ex. gr. *kopingensis* (Davis), экз. SSU № 155/308: 13 $a$  – лабиально, 13 $b$  – лингвально, 13 $c$  – профиль (цвет онлайн)

Таблица 3





### Комплекс эласмобранхий (табл. 3)

Анализ соотношения таксонов в комплексе эласмобранхий из разреза Мирошики, слой 10 (табл. 4), показывает доминирование мелких песчаных акул *Eostriatolamia subulata* (144 экз., 29%) (табл. 3, фиг. 12). Субдоминантную часть формируют синоходонтообразные акулы *Synechodus dubrissensis* (88 экз., 18%), катраны *Protosqualus glickmani* (83 экз., 17%), акулы-ангелы *Squatina cranei* (60 экз., 12%) и среднеразмерные ламнообразные *Archaeolamna cf. kopingensis* (61 экз., 12%).

Доля ковровых акул (*Cederstroemia cf. triangulata*), гитарниковых скатов (*Squatirhina draytoni*), шестижаберникообразных акул (*Paraorthacodus recurvus*), а также других мелких ламнообразных акул (*Protolamna cf. sokolovi*, *Pseudoscapanorhynchus compressidens*) не превышает 1–3%. Встречены единичные зубы разнозубовых (*Heterodontus canaliculatus*) и гибодонтообразных (*Polyacrodus sp.*) акул. Впервые в Поволжье обнаружен единственный зуб ковровой акулы *Orectoloboides cf. parvulus*, ранее известной из альба-сеномана Литвы [11], Западной Европы [12], Великобритании [13] и Казахстана [5] (рис. 1).

Комплекс эласмобранхий не содержит представителей видов-индексов [14], указывающих на детальную стратиграфическую принад-

лежность вмещающих отложений. Отсутствуют типично альбские формы, такие как *Paraisurus macrorhizus* (Pictet et Campiche, 1858) [15]<sup>1</sup>. При этом отметим, что Л. С. Гликман [16] описал комплекс эласмобранхий из альба северной части Волгоградской области, но расположение разреза, откуда происходит материал, автором не было достоверно указано. Известные фоссилии акуловых рыб в альбе региона характеризуются низкой степенью сохранности и плохо диагностируемы. Выделение Т. Сокольским и Г. Гуино [17] в качестве характерной для альба формы *Archaeolamna striata* (Rogovich, 1861) сомнительно с точки зрения диагностических признаков, которые известны и у более продвинутого представителя рода – *A. ex gr. kopingensis*. Этот вид распространен в альбе и в сеномане, а в количественном отношении зубы его представителей занимают в орбитоценозе Мирошиков второе место. Отсутствие в этом же орбитоценозе форм, известных в Поволжье в среднем (*Cretoxyrhina denticulata* (Glückman, 1957), *Protoscyliorhinus cf. bettrechiensis* (Herman, 1977), *Squalicorax curvatus* (Agassiz, 1843), *Ptychodus decurrens* (Agassiz, 1839)) и позднем (*Squalicorax falcatus* (Agassiz, 1843), *Ptychodus mammillaris* (Agassiz, 1843)), сеномане [14], позволяет предполагать раннесеноманский возраст сообщества.

Таблица 4

### Таксономический состав орбитокомплекса эласмобранхий местонахождения Мирошики\*

Отряд	Род/Вид	Количество экземпляров
Hybodontiformes	<i>Polyacrodus</i> sp. (табл. 3, фиг. 9)	3
Hexanchiformes	<i>Paraorthacodus recurvus</i> (Trautschold, 1877) (табл. 3, фиг. 1)	10
Squatiniformes	<i>Squatina cranei</i> (Woodward, 1888) (табл. 3, фиг. 3)	60
Orectolobiformes	<i>Cederstroemia cf. triangulata</i> Siverson, 1995 (табл. 3, фиг. 8)	15
	<i>Orectoloboides cf. parvulus</i> (Dalinkevicius, 1935) (табл. 3, фиг. 5)	1
Squaliformes	<i>Protosqualus glickmani</i> Averianov, 1997 (табл. 3, фиг. 6)	83
Heterodontiformes	<i>Heterodontus canaliculatus</i> (Egerton in Dixon, 1850) (табл. 3, фиг. 4)	3
Lamniformes	<i>Eostriatolamia subulata</i> (Agassiz, 1843) (табл. 3, фиг. 12)	144
	<i>Archaeolamna cf. kopingensis</i> (Davis, 1890) (табл. 3, фиг. 13)	61
	<i>Cretoxyrhinidae gen. indet.</i>	3
	<i>Pseudoscapanorhynchus compressidens</i> Herman, 1977 (табл. 3, фиг. 10)	6
	<i>Protolamna cf. sokolovi</i> Cappetta, 1980 (табл. 3, фиг. 11)	8
	<i>Lamniformes gen. indet.</i>	571
	Synechodontiformes	<i>Synechodus dubrissensis</i> (Mackie, 1863) (табл. 3, фиг. 2)
Rajiformes	<i>Squatirhina draytoni</i> Guinot et al., 2012 (табл. 3, фиг. 7)	11
Euselachii gen. ind.		323
<b>Всего</b>		<b>1390</b>

\* Объемные пробы № EL492, EL556, EL557, EL567, EL582, EL583.

<sup>1</sup> В Поволжье альбские комплексы эласмобранхий изучены недостаточно (личное наблюдение А. В. Бирюкова).

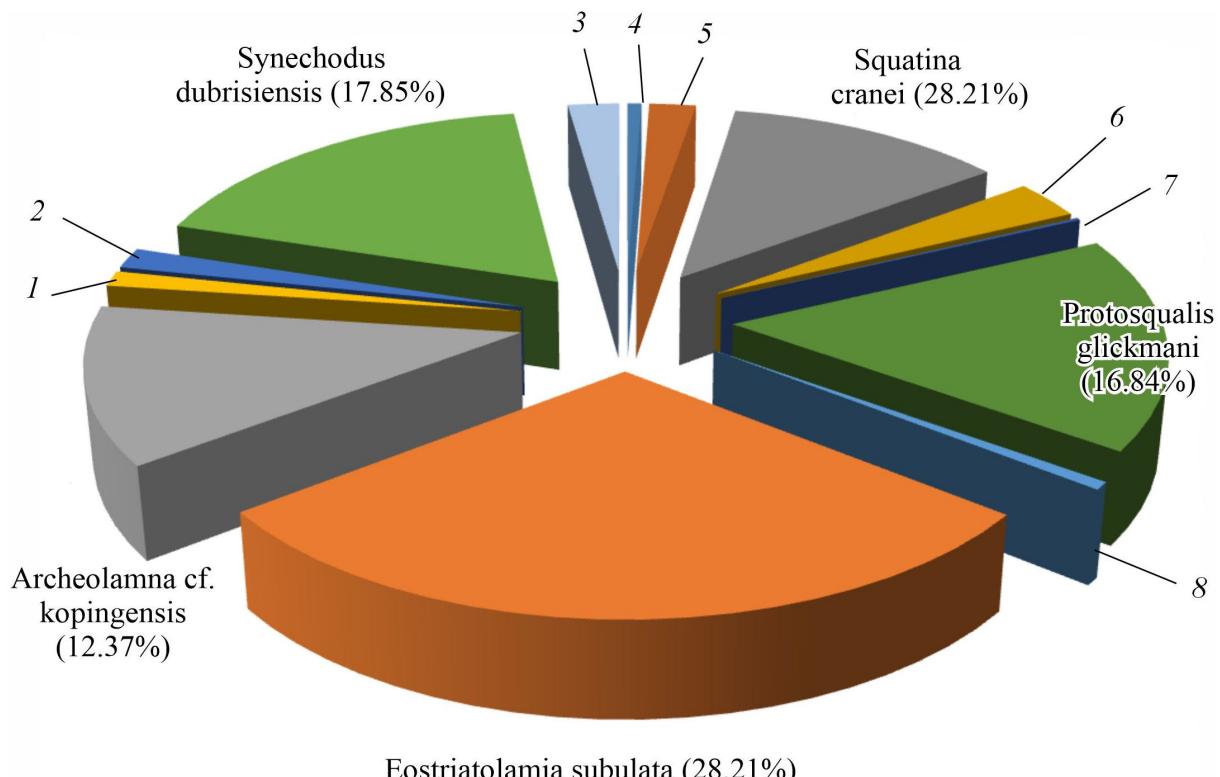


Рис. 1. Структура орнитокомплекса эласмобранхий местонахождения Мирошники: 1 – *Pseudoscapanorhynchus compressidens* (1.22%); 2 – *Protolamna cf. sokolovi* (1.62%); 3 – *Squatirhina draytoni* (2.23%); 4 – *Polyacrodus* sp. (0.61%); 5 – *Paraorthacodus recurvus* (2.03); 6 – *Cederstroemia triangulate* (3.04%); 7 – *Orectoloboides parvulus* (0.20); 8 – *Heterodontus canaliculatus* (0.61) (цвет онлайн)

В общих чертах таксономический состав ассоциации эласмобранхий характерен для раннего сеномана Поволжья [14, 18]. Вывод о раннесеноманском возрасте рассматриваемого сообщества находит подтверждение в работе Л. С. Гликмана [19], отметившего для среднесеноманского местонахождения Нижняя Банновка (ранее считалось нижнесеноманским, при двухчленном делении сеноманского яруса) крайне малую долю катранов (0.15% в комплексе). Этот факт отмечается и по данным последних исследований (табл. 5). В верхнем сеномане доля катранов тоже невелика – 6.81% [19]. В разрезе же Мирошники численность катранов (*Protosqualus glickmani*) гораздо выше – 83 зуба или 17% (см. рис. 1), в том числе и при сравнении с ранее изученными орнитокомплексами эласмобранхий из близ расположенных разрезов сеноманских отложений (см. табл. 5). Количественное представительство Squaliformes в орнитокомплексе Мирошники сопоставимо с представительством катранов в альбском комплексе Литвы (19.9%) [19], что может косвенно свидетельствовать в пользу раннесеноманского возраста вмещающих отложений.

Селективность таксономического состава эласмобранхий позволяет предположить, что рассматриваемое сообщество формировалось

в начале раннего сеномана, до проявления заметного возрастания таксономического разнообразия этой группы в регионе.

Проведено статистическое сравнение сбров эласмобранхий из Мирошников с близкими с ним по возрасту комплексами местонахождений Меловатка-5 (нижний фосфоритовый горизонт, нижний сеноман) и Нижняя Банновка (верхний фосфоритовый горизонт, низы среднего сеномана) (см. табл. 5), которые до настоящего времени считались наиболее «базальными» среди сеноманских ассоциаций акуловых рыб Поволжья [14, 18].

Для оценки сходства комплексов эласмобранхий из этих трех местонахождений применён кластерный анализ, ранее использованный при изучении верхнемеловых эласмобранхий Англо-Парижского бассейна [20]. На основе наличия или отсутствия видов в местонахождениях методом одиночной связи произведено вычисление коэффициента сходства Жаккара (КЖ) по формуле

$$K_j = c/a + b - c,$$

где  $a$  – количество таксонов в первом сравниваемом комплексе,  $b$  – количество таксонов во втором сравниваемом комплексе,  $c$  – количество таксонов, общих для обоих комплексов.



Таблица 5

**Сопоставление таксономического состава орнитокомплексов эласмобранхий местонахождений Мирошники, Меловатка-5 и Нижняя Банновка**

Отряд	Род/Вид	Местонахождение		
		Мирошники. Основание нижнего сенона	Меловатка-5. НФГ – нижняя часть нижнего сенона	Нижняя Банновка. ВФГ – нижняя часть среднего сенона
		Количество экземпляров		
Hybodontiformes	Polyacrodus sp.	3	11	2
	Acrodus sp.	–	1	2
Hexanchiformes	Paraorthacodus recurvus	10	45	7
Squatinaformes	Squatina cranei	60	32	24
Orectolobiformes	Cederstroemia cf. triangulata	15	16	3
	Orectoloboides cf. parvulus	1	–	–
Squaliformes	Protosqualus glickmani	83	1	2
Heterodontiformes	Heterodontus canaliculatus	3	1	3
Carcharhiniformes	Protoscyliorhinus cf. bettrechiensis	–	–	2
Lamniformes	Anomotodon principalis	–	4	–
	Eostriatolamia subulata	144	332	399
	Paraisurus macrorhiza	–	2	–
	Dwardius woodwardi	–	–	1
	Archaeolamna ex gr. kopingensis	61	841	116
	Cretolamna cf. catoxodon	–	29	1
	Cretoxyrhina vraconensis	–	22	–
	Cretoxyrhina denticulata	–	–	5
	Pseudoscapanorhynchus compressidens	6	71	25
	Protolamna cf. sokolovi	8	28	3
	Johnlongia allocotodon	–	7	–
	Pseudomegachasma casei	–	21	2
	Palaeoanacorax volgensis	–	108	138
	Squalicorax sp.	–	1	–
Synechodontiformes	Synechodus dubrisiensis	88	76	41
Rajiformes	Squatirhina draytoni	11	1	–
	Turoniabatis cappettai	–	2	1
<b>Всего</b>		<b>493</b>	<b>1652</b>	<b>777</b>

Примечание. НФГ – нижний прослой фосфоритов, ВФГ – верхний прослой фосфоритов. Объемные пробы: Меловатка-5 (№ EL329, EL442, EL491, EL546), Нижняя Банновка (№ EL56, EL185, EL198, EL215, EL231, EL441).

На основе полученных результатов вычисления КЖ, при использовании программы Past. Version 3.21 [21] была построена дендрограмма сходства (рис. 2).

По результатам анализа этой дендрограммы, меловатский и банновский комплексы объединяются в один кластер, показывая большее сходство между собой (КЖ 0.64), несмотря на существенную разницу в стратиграфическом положении. Значения коэффициентов

их сходства с сообществом из местонахождения Мирошники заметно ниже. Эласмобранхии из Мирошников занимают по отношению к двум рассмотренным группировкам базальное положение. Это обусловлено относительно ограниченным таксономическим составом комплекса из Мирошников и может быть интерпретировано при сравнении с группировками из Меловатки-5 и Нижней Банновки, его возрастом – как наиболее раннее

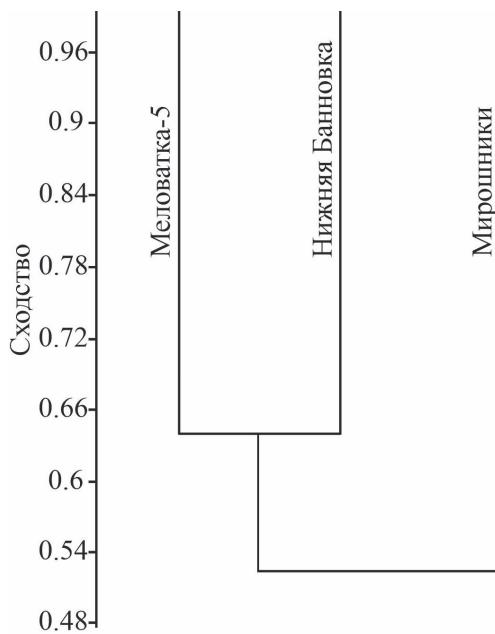


Рис. 2. Дендрограмма сходства комплексов эласмобранхий раннего и первой половины среднего сеномана (по материалам изученных местонахождений)

сообщество эласмобранхий в регионе и/или более прибрежными ареалами представителей сообщества.

Однако, несмотря на ограниченное разнообразие раннесеноманских комплексов эласмобранхий, в их структуре можно проследить некоторую динамику (рис. 3). При общем доминировании в ориктоценозах представителей ламнообразных, в Мирошниках – это 30.77%, в Меловатке-5 – 52.38% от общего числа отрядов, в ориктоценозе Меловатки-5 отмечено увеличение количества родов гибодонтообразных (появляется род *Acrodus Agassiz, 1838*) и скатов (появляется род *Turoniabatis Landemaine, 1991*) и сокращение числа родов ковровых акул (*Orectolobiformes*), лишь в начале турона фиксируется род *Orectoloboides Cappetta, 1977* [22]. Начало среднесеноманского времени ознаменовалось трансформацией сообщества эласмобранхий на уровне отрядов – впервые появляются представители отряда *Carcharhiniformes*, кошачьи акулы *Protoscyliorhinus cf. bettrechiensis Herman, 1977*. Это явление рассматривается как начало ин-

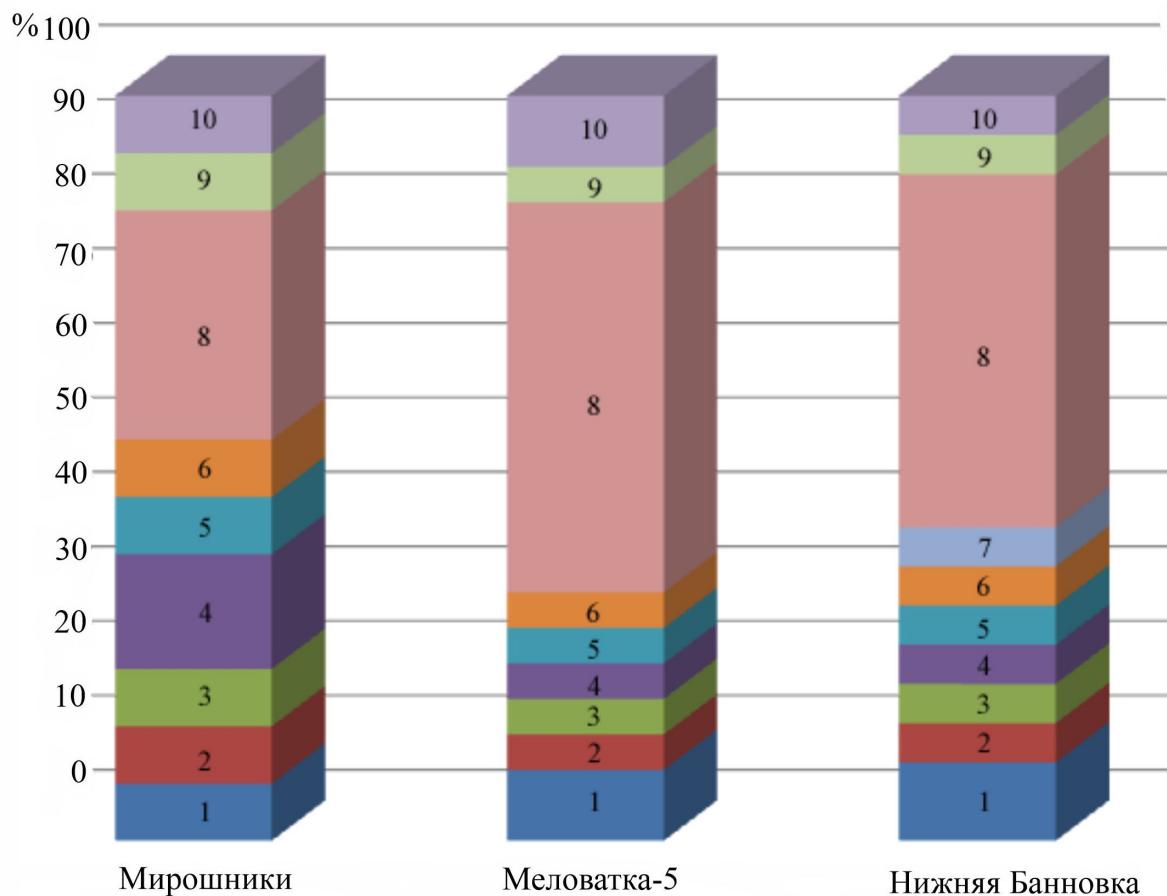


Рис. 3. Процентное соотношение представителей отрядов в сообществах эласмобранхий раннего и начала среднегеномана: 1 – *Hybodontiformes*; 2 – *Hexanchiformes*; 3 – *Squatiniformes*; 4 – *Orectolobiformes*; 5 – *Squaliformes*; 6 – *Heterodontiformes*; 7 – *Carcharhiniformes*; 8 – *Lamniformes*; 9 – *Synechodontiformes*; 10 – *Rajiformes* (цвет онлайн)



вазии, продолжившееся в регионе в среднем и позднем сеномане.

Сообщество эласмобранхий из Мирошников, даже на фоне близких по возрасту и составу орнитокомплексов, можно охарактеризовать как наиболее ограниченное в таксономическом отношении (см. рис. 3) и наиболее прибрежное вследствие преобладания мелкоразмерных (песчаные акулы, катраны) и придонных (акулы-ангелы, гитарниковые скаты, ковровые акулы, шестижаберниковые, разнозубовые) форм. Крупные пелагические эласмобранхии представлены единичными зубами *Cretoxyrhinidae*, неопределимыми до уровня рода, что отличает комплекс из Мирошников от комплексов Меловатка-5 (нижний сеноман) и Нижняя Банновка (средний сеноман). Значительная доля синеходонтообразных акул (*Synechodus dubrisiensis*) и катранов (*Protosqualus glickmani*) придают комплексу бореальный облик [20], что подтверждает и преобладание песчаных акул *Eostriatolamia subulata* [19].

Тафономический анализ орнитокомплекса эласмобранхий позволяет предположить (при сравнении с относительно синхронными интервалами отложений в разрезах Меловатка-5 и Меловатка-6), что в разрезе Мирошники нижние интервалы отложений сеномана сокращены.

При сравнении зубов нижнесеноманских эласмобранхий из разреза Меловатка-5 [15] с фоссилиями местонахождения Мирошники отмечено, что последние отличаются высокой степенью фосфатизации и худшей сохранностью, многие зубы фрагментированы и со следами окатанности.

## Выводы

1. В разрезе Мирошники, в песчаниках слоя 5, установлены аммониты *Mortoniceras* (*Mortoniceras*) *fallax* Breistroffer и *Mortoniceras* (*Mortoniceras*) sp. indet., указывающие на принадлежность к зоне *Mortoniceras fallax* верхнего альба. Находки аммонитов *Mortoniceras* sp. ind., *Mortoniceras* (M.) sp., *Mortoniceras* (*Mortoniceras*) aff. *nanum* Spath и *Callihoplites leptus leptus* (Seeley) из прослоя фосфоритов, слой 10, в основании сеномана, указывают на их принадлежность к зоне *Mortoniceras rostratum* верхнего альба. В слое 5 аммониты захоронены в автохтонном положении, а в слое 10 они являются элементами аллохтонного комплекса, захоронены в явно переотложенном состоянии. Учитывая результаты анализа комплекса эласмобранхий, мы предполагаем, что этот слой может рассматриваться в качестве подошвы сеномана на территории северной части Доно-Медведицкого вала.

2. Выделенный из прослоя фосфоритовых желваков (слой 10) орнитокомплекс эласмобранхий не содержит достоверных элементов альбского облика и существенно отличается

от известных сообществ хрящевых рыб среднего и позднего сеномана. Сравнительный анализ комплексов эласмобранхий нижнего и низов среднего сеномана (разрезы Меловатка-5 и Меловатка-6, Нижняя Банновка) позволяет предположить, что в разрезе Мирошники (слой 10) представлено наиболее раннее раннесеноманско сообщество хрящевых рыб.

3. Разработанные схемы биостратиграфического расчленения сеноманских отложений региона [23–27] на основе двусторчатых и головоногих моллюсков, брахиопод сложно использовать на практике. Это объясняется редкими находками представителей ортостратиграфических групп (иноцерамов, аммонитов и белемнитов) и их неполной сохранностью. Брахиоподы *Lingularia similis* («*Lingula krausei*») и устрицы *Amphidonte conicum* (Sow.), ранее считавшиеся руководящими формами нижнего сеномана, характеризуются более широким стратиграфическим диапазоном. В Поволжье при изучении верхнемеловых пород терригенного состава эласмобранхии приобретают значение параграфтической группы. Зубы эласмобранхий редко встречаются в автохтонном захоронении, но благодаря прослеженным по всему интервалу сеноманских отложений находкам этих фоссилий стали возможны биостратиграфические интерпретации на их основе.

4. Подошва сеноманских отложений в разных структурно-фаунистических зонах представлена прослоями пород разного литологического состава: скоплениями фосфоритов, алевропесчаниками с фосфоритами или железистыми песчаниками. Биостратиграфическое положение этого литологического репера может быть обосновано находками аммонитов и эласмобранхий. Встречающиеся в пограничных интервалах пород альба-сеномана радиолярии и спикулы кремниевых губок, образующие прослои радиоляритов и спонголитов, в регионе не изучены.

5. Подтверждены предположения о стадийной направленности сукцессии морской биоты в сеноманское время в пределах юго-востока Восточно-Европейской палеобиогеографической провинции. Эласмобранхии и представители инфаунного бентоса (декаподы, брахиоподы-лингуиды) распространялись в акватории рассматриваемой палеобиохории раньше, чем эпифонтосные формы, поселения которых проявились в среднем сеномане [28].

## Библиографический список

1. Knaust D. Atlas of Trace Fossils in Well Core: Appearance, Taxonomy and Interpretation. Springer International Publishing, 2017. 209 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-49837-9>



2. Baraboshkin E. Early Cretaceous palaeogeography of the Russian Platform // Cretaceous Project 200. Vol. 2: Regional Studies. Geological Society, Special Publications, № 545 / eds. M. B. Hart, S. J. Battenburg, B. T. Huber, G. D. Price, N. Thibault, M. Wagreich, I. Walaszczyk. London, 2024. P. 1–42. <https://doi.org/10.1144/SP545-2023-132>, EDN: NPHXF
3. Бакин Н. В. О следах зоны *Mortoniceras inflatum* Sow. в бассейне р. Голой (приток р. Балыклия Сталинградский округ) // Труды Нижне-Волжского общества краеведения. Геологический сборник. Саратов : Изд-во Нижне-Волжского общества краеведения, 1930. С. 39–45.
4. Amédro F. Support for a Vraconnian Stage between the Albian sensustricto and the Cenomanian (Cretaceous System) // Carnets de Géologie. 2008. (M02). P. 1–83. <https://doi.org/10.4267/2042/17063>, EDN: PNPLAF
5. Kennedy W. J., King C., Ward D. J. The upper Albian and lower Cenomanian succession at Kolbay, eastern Mangyshlak (southwest Kazakhstan) // Bull. de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Science de la Terre. 2008. Vol. 78. P. 117–147. EDN: MYQEMB
6. Jattiot R., Lehmann J., Latutrie B., Vuarin P., Tajika A., Vennin E. Reappraisal of the latest Albian (*Mortoniceras fallax* Zone) cephalopod fauna from the classical Salazac locality (Gard, southeastern France) // Geobios. 2021. Vol. 64, № 3. P. 1–46. <https://doi.org/10.1016/j.geobios.2021.01.001>, EDN: KPGXYE
7. Spath L. F. A monograph of the Ammonoidea of the Gault // Palaeontographical Society. London, 1933. Part 10. P. 411–442. <https://doi.org/10.1080/02693445.1933.12035622>
8. Gale A. S., Bown P., Caron M., Crampton J., Crowhurst S. J., Kennedy W. J., Petrizzi M. R., Wray D. S. The uppermost Middle and Upper Albian succession at the Col de Palluel, Hautes-Alpes, France: An integrated study (ammonites, inoceramid bivalves, planktonic foraminifera, nannofossils, geochemistry, stable oxygen and carbon isotopes, cyclostratigraphy) // Cretaceous Research. 2011. Vol. 32, iss. 2. P. 59–130. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2010.10.004>
9. Барабошкин Е. Ю., Гужиков А. Ю., Еремин В. Н. Био- и магнитостратиграфия альба в разрезе с. Акуша (Дагестан). Статья 1. Биостратиграфия // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1997. Т. 72, вып. 1. С. 30–46.
10. Wiedmann J., Owen H. G. Late Albian ammonite biostratigraphy of the Kirchrode I borehole, Hannover, Germany // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2001. Vol. 174, № 1–3. P. 161–180. [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(01\)00292-9](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(01)00292-9), EDN: APQEGU
11. Dalinkevičius J. A. On the fossil fishes of the Lithuanian chalk. I. Selachii // Mémoires de la Faculté des Sciences d'l'Université de Vytautas le Grand. 1935. Vol. 9. P. 243–305.
12. Biddle J. P. List d'élasmodranches du Crétacé inférieur du bassin de Paris // Cossmanniana. 1993. Hors-série 2. P. 49–51.
13. Ward D. J. Sharks and rays // Field Guide to Fossils Number. 12: Fossils of the Gault Clay / J. R. Young,
- A. S. Gale, R. I. Knight, Dr. Andrew B. Smith (eds.). London : The Paleontology Association, 2010. P. 275–299.
14. Бирюков А. В. О стратиграфическом значении эласмобранхий (Chondrichthyes, Elasmobranchii) в сеномане Правобережного Поволжья // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 1. С. 27–40. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2018-18-1-27-40>, EDN: YPCDUJ
15. Бирюков А. В. Комплекс эласмобранхий (Chondrichthyes) из нижнего сеномана Поволжья // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии : материалы VII Всероссийского совещания с международным участием / под ред. Е. Ю. Барабошкина. Владивосток : Дальнаука, 2014. С. 55–58. EDN: JAVOCM
16. Гликман Л. С. О возрасте нижнего фосфоритового горизонта в окрестностях Красного Яра Сталинградской области // Труды геологического музея имени А. П. Карпинского АН СССР. Вып. 1. Л. : 1957. С. 118–120.
17. Sokolskyi T., Guinot G. Elasmobranch (Chondrichthyes) assemblages from the Albian (Lower Cretaceous) of Ukraine // Cretaceous Research. 2021. Vol. 117. Art. 104603. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2020.104603>, EDN: FBYFBS
18. Бирюков А. В. Эласмобранхии сеномана Поволжья: разнообразие, палеобиогеография и стратиграфическое значение : дис. .... канд. геол.-минерал. наук. Саратов, 2024. 350 с. EDN: PGHOLY.
19. Гликман Л. С. Эволюция меловых и кайнозойских ламноидных акул. М. : Наука, 1980. 248 с.
20. Guinot G. Late Cretaceous elasmobranch palaeoecology in NW Europe // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2013. Vol. 388. P. 23–41. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2013.07.027>
21. Hammer Ø. PAST. Paleontological Statistics. Version 3.21. Reference manual. Oslo : University of Oslo, 2018. 264 p.
22. Бирюков А. В., Попов Е. В., Морова А. А., Моров В. П. Новый комплекс эласмобранхий (Chondrichthyes) из базального горизонта турона Самарского Предволжья // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии : материалы IX Всероссийского совещания / ред. Е. Ю. Барабошкин, Т. А. Липницкая, А. Ю. Гужиков. Белгород : ПОЛИТЕРРА, 2018. С. 58–61. EDN: YUFDRB
23. Флерова О. В., Гурова А. Д. Верхнемеловые отложения центральных областей Русской платформы // Мезозойские и третичные отложения центральных областей Русской платформы / ред. О. В. Флерова. М. : Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы, 1958. С. 185–226.
24. Решения Всесоюзного совещания по разработке унифицированной схемы стратиграфии мезозойских отложений Русской платформы. Л. : Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы, 1955. 90 с.



25. Решения Всесоюзного совещания по уточнению унифицированной схемы стратиграфии мезозойских отложений Русской платформы. Л. : Гостоптехиздат, 1962. 90 с.
26. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 19. Л. : ВСЕГЕИ, 1981. 89 с.
27. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 24. Л. : ВСЕГЕИ, 1989. 74 с.
28. Первушов Е. М., Иванов А. В., Попов Е. В. Средне- и позднемеловая биота юго-востока Европейской палеобиогеографической области // Палеонтол. журн. 1997. № 3. С. 1–7.

Поступила в редакцию 12.05.2024; одобрена после рецензирования 24.05.2024;  
принята к публикации 18.09.2025; опубликована 25.12.2025

The article was submitted 12.05.2024; approved after reviewing 24.05.2024;  
accepted for publication 18.09.2025; published 25.12.2025



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2025. Т. 25, вып. 4. С. 289–297

*Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2025, vol. 25, iss. 4, pp. 289–297

<https://geo.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-4-289-297>, EDN: WDTOSE

Научная статья

УДК 550.8

# Особенности распределения естественных радиоактивных элементов в зависимости от палеогеографических условий осадконакопления верхнеюрских отложений (на примере Когалымско-Покачевского региона Западной Сибири)



Ю. В. Титов<sup>1</sup>✉, К. В. Павленко<sup>1,2</sup>, Э. М. Рахматуллина<sup>1</sup>, Г. М. Галимова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>000 «ЛУКОЙЛ-Инженеринг», Россия, 628486, г. Когалым, ул. Центральная, д. 19/18

<sup>2</sup>Образовательный центр г. Когалым (филиал Пермского национального исследовательского политехнического университета), Россия, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, 628482, г. Когалым, ул. Береговая, д. 100

Титов Юрий Владимирович, кандидат геолого-минералогических наук, главный специалист, [Yuriy.Titov@lukoil.com](mailto:Yuriy.Titov@lukoil.com), <https://orcid.org/0000-0002-4205-9620>

Павленко Кирилл Викторович, <sup>1</sup>инженер 2-й категории, <sup>2</sup>ассистент, [Kirill.Pavlenko@lukoil.com](mailto:Kirill.Pavlenko@lukoil.com), <https://orcid.org/0000-0003-4537-8296>

Рахматуллина Эльвина Маратовна, техник 1-й категории, [elvina.oshimova@lukoil.com](mailto:elvina.oshimova@lukoil.com), <https://orcid.org/0009-0000-1858-2609>

Галимова Гульнаز Маратовна, старший научный сотрудник, [Gulnaz.Galimova@lukoil.com](mailto:Gulnaz.Galimova@lukoil.com), <https://orcid.org/0000-0001-9185-4877>

**Аннотация.** Рассмотрены содержание и распределение естественных радиоактивных элементов (урана, тория, калия и соотношения между ними) в верхнеюрских отложениях Когалымско-Покачевского региона, изученных по девяти скважинам. На основании комплексных исследований установлена последовательная смена восьми субстановок, включающих отложения шельфовых илов, дальней зоны, переходной зоны, предфронтальной зоны пляжа, лагуны, берегового бара, подводного вала и песчаной гряды. Для каждой субстановки выявлены определенные закономерности процессов миграции и аккумуляции естественных радиоактивных элементов и определены их предельные значения. Результаты могут являться надежными индикаторами обстановок осадконакопления и применяться как для стратиграфического расчленения разрезов, так и для корреляции разновозрастных отложений, а также выступать дополнением к палеогеографическим исследованиям.

**Ключевые слова:** естественный радиоактивный элемент, уран, калий, торий, спектрометрический гамма-каротаж, верхнеюрские отложения, палеогеографические условия, субстановки

**Для цитирования:** Титов Ю. В., Павленко К. В., Рахматуллина Э. М., Галимова Г. М. Особенности распределения естественных радиоактивных элементов в зависимости от палеогеографических условий осадконакопления верхнеюрских отложений (на примере Когалымско-Покачевского региона Западной Сибири) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2025. Т. 25, вып. 4. С. 289–297. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-4-289-297>, EDN: WDTOSE

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

## Article

### Features of the distribution of natural radioactive elements depending on the paleogeographic conditions of sedimentation of the Upper Jurassic sediments (on the example of the Kogalym-Pokachevsky region of Western Siberia)

Ю. В. Титов<sup>1</sup>✉, К. В. Павленко<sup>1,2</sup>, Э. М. Рахматуллина<sup>1</sup>, Г. М. Галимова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LUKOIL-Engineering LLC, 19/18 Tsentralnaya St., Kogalym 628486, Russia

<sup>2</sup>Educational Center (Kogalym) Perm National Research Polytechnic University, 100 Beregovaya St., Kogalym 628482, Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra, Russia

Yury V. Titov, [Yuriy.Titov@lukoil.com](mailto:Yuriy.Titov@lukoil.com), <https://orcid.org/0000-0002-4205-9620>

Kirill V. Pavlenko, [Kirill.Pavlenko@lukoil.com](mailto:Kirill.Pavlenko@lukoil.com), <https://orcid.org/0000-0003-4537-8296>

Elvina M. Rakhmatullina, [elvina.oshimova@lukoil.com](mailto:elvina.oshimova@lukoil.com), <https://orcid.org/0009-0000-1858-2609>

Gulnaz M. Galimova, [Gulnaz.Galimova@lukoil.com](mailto:Gulnaz.Galimova@lukoil.com), <https://orcid.org/0000-0001-9185-4877>

**Abstract.** The article discusses the content and distribution of natural radioactive elements (uranium, thorium, and potassium) in the Upper Jurassic deposits of the Kogalym-Pokachevsky region, based on data from nine wells. Through comprehensive studies, eight stages of deposition have been identified, including deposits from shelf silts to the prefrontal zone of the beach. Certain patterns of migration and accumulation



of these radioactive elements have been observed for each stage, and their limiting values have been determined. These results can serve as reliable indicators of sedimentation conditions, and can be useful for both stratigraphic analysis and correlation of sediments from different time periods. Additionally, they can contribute to paleogeographic research.

**Keywords:** natural radioactive element, uranium, potassium, thorium, spectrometric gamma logging, Upper Jurassic deposits, paleogeographic conditions, substitutions

**For citation:** Titov Yu. V., Pavlenko K. V., Rakhmatullina E. M., Galimova G. M. Features of the distribution of natural radioactive elements depending on the paleogeographic conditions of sedimentation of the Upper Jurassic sediments (on the example of the Kogalym-Pokachevsky region of Western Siberia). *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2025, vol. 25, iss. 4, pp. 289–297 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-4-289-297>, EDN: WDTOSE

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

## Введение

Поведение естественно-радиоактивных элементов (ЕРЭ) – урана, тория, калия и их отношений – в палеогеографических зонах седиментационных бассейнов освещено в многочисленных научных работах [1, 2 и др.]. Тем не менее, применительно к осадочным породам Западной Сибири данные исследования отражают наиболее общие закономерности в их распределении и носят фрагментарный характер, охватывая лишь отдельные участки территории. Существенный прогресс в исследовании данной проблематики стал возможен благодаря применению метода естественного гамма-излучения по керну. Метод базируется на определении массовой доли радиоактивных изотопов (излучающих радионуклидов) – калия-40, урана-238 и тория-232 в горных породах с помощью современного гамма-спектрометрического анализа. Данный подход позволяет выявить закономерности распределений естественных радиоактивных элементов, которые зависят от условий формирования осадочных пород в процессе их седиментации.

## Методика исследования

В основу представленной работы положены результаты изучения элементного состава верхнеюрских отложений по девяти скважинам месторождений Когалымско-Покачевского региона (рис. 1). Исследования проводились на установке спектрального гамма-каротажа керна ПИК-ГАММА (Россия, АО «Геологика») со спектрометром-радиометром гамма-, бета- и альфа-излучения МКГБ-01 «РАДЭК», являющимся средством измерения (рег. № 21730-13). Всего исследовано свыше 360 погонных метров кернового материала.

В рамках проведения исследования выполнено седиментологическое описание кернового материала, на основании которого установлены условия формирования осадочных отложений на рассматриваемой территории. Использована классификация обстановок осадконакопления, разработанная О. С. Черновой [4] с уточнениями автора. При реконструкции обстановок осадконакопления также применялся ихнофациальный анализ, основанный на изучении следов жизнедеятельности организмов – ихнофоссилий [5].

Изучение вещественного состава пород выполнено с помощью гранулометрических, оптико-петрографических, рентгеновских и пиролитических исследований. По данным профильных гамма-спектрометрических исследований керна были выполнены непрерывные измерения K, U, Th, и общей радиоактивности с постоянной скоростью сканирования 0.10 м/мин. Результаты выполненных исследований по скважинам приведены в таблице .

## Результаты и их обсуждение

По комплексу диагностических признаков установлено, что процесс формирования осадочных отложений на изучаемой территории протекал преимущественно в прибрежно-морских условиях с преобладанием волновой деятельности, при этом периодически, вследствие кратковременных трансгрессий, возникали мелководно-морские обстановки. Сопоставление результатов литолого-седиментологических исследований с данными спектрометрического анализа керна выявило, что содержание ЕРЭ изменяется в зависимости от субстановок осадконакопления.

Так, для субстановки шельфовых илов, представленной преимущественно глинисто-кремниевыми неравномерно углеродистыми породами, в целом характерны аномально высокие значения общей гамма-активности пород, достигающие 706 API и максимальные значения по содержанию урана – 44.00 млн<sup>-1</sup>. Выделенные особенности могут быть объяснены высокой концентрацией органического вещества в глубоководной зоне палеобассейна и восстановительными условиями среды [6, 7]. По данным проведенного минералого-петрографического анализа с привлечением пиролитических исследований подтверждено значительное содержание органического вещества в породах до 15–20%, которое пигментирует породу бурым цветом и образует нитевидные, невыдержаные слойки толщиной 0.03 мм и менее. При этом обнаружена четкая взаимосвязь между характером распределением содержания урана и степенью обогащения пород органическим углеродом (TOC): при увеличении показателя TOC наблюдается

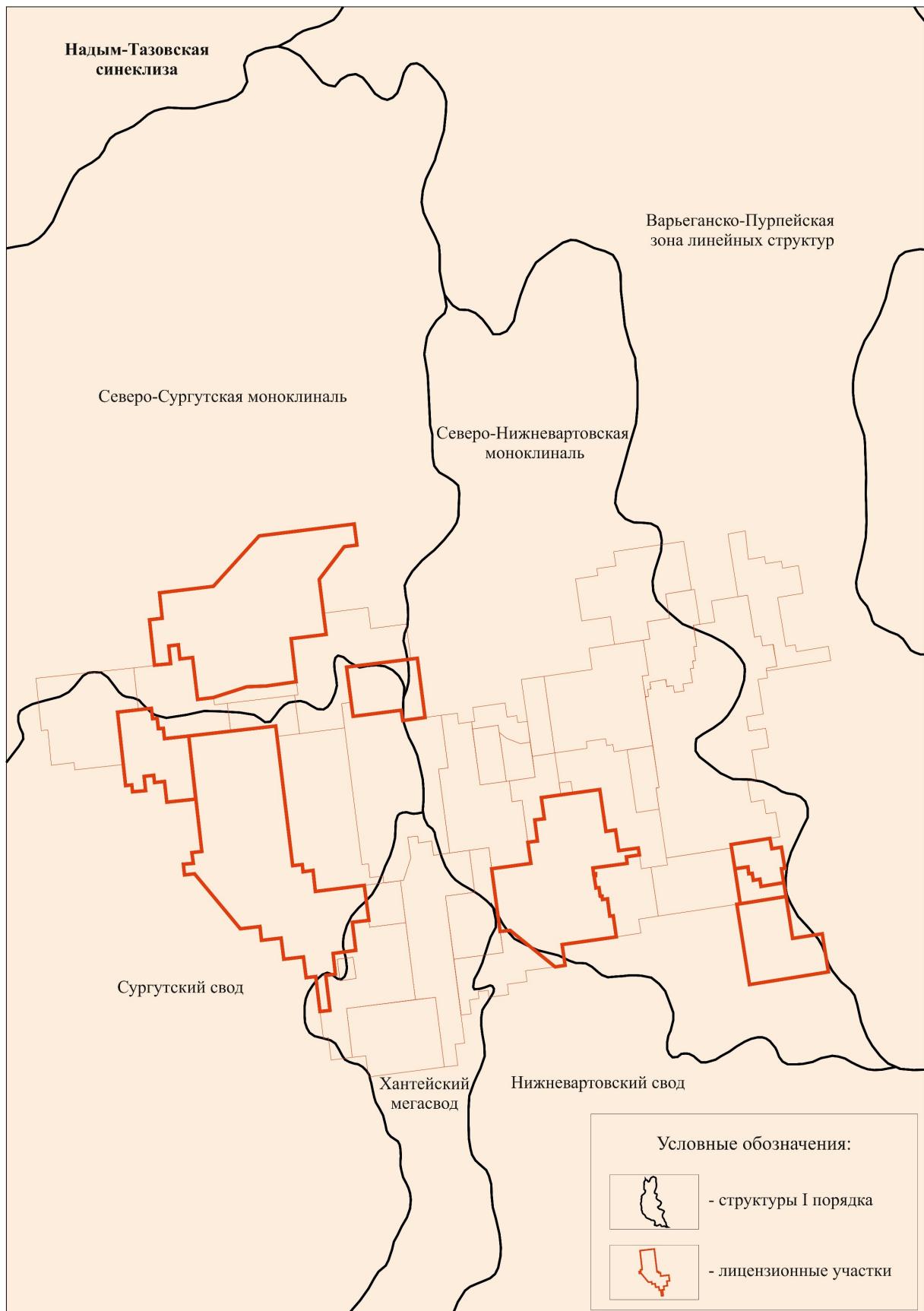


Рис. 1. Фрагмент из тектонической карты центральной части Западно-Сибирской плиты с нанесенными месторождениями [3]



**Содержание K, U, Th и их отношений в верхнеюрских отложениях Когалымско-Покачевского региона  
Западной Сибири**

Суббстановка	Общая радиоактивность, API	K, %	U, млн <sup>-1</sup>	Th, млн <sup>-1</sup>	Th/U	U/K, 10 <sup>-2</sup>	Th/K, 10 <sup>-2</sup>
Шельфовых илов	66.16–706.42 257.82	0.15–4.92 2.33	0.01–44.18 17.27	0.00–5.3 2.12	0.00–76.00 1.53	0.00–25.28 7.33	0.00–10.1 1.08
Дальняя зона	52.16–140.03 100.17	0.91–6.00 3.51	0.01–1.94 0.60	0.27–9.63 3.28	0.15–605.00 34.01	0.00–1.40 0.20	0.08–4.12 0.94
Переходная зона	33.50–134.90 93.20	1.57–6.66 3.86	0.01–1.01 0.23	0.27–8.31 3.79	0.29–692.00 78.35	0.00–0.22 0.06	0.05–3.35 1.10
Предфронтальная зона пляжа	2.99–103.98 48.81	0.17–4.50 2.18	0.00–5.49 0.35	0.00–10.53 1.74	0.00–517.00 78.09	0.00–14.16 0.28	0.00–9.24 0.98
Лагуна	20.00–184.33 106.18	0.88–5.56 3.25	0.00–7.81 0.35	0.00–12.48 3.31	0.00–557 67.42	0.00–8.49 0.15	0.00–3.58 1.05
Берегового бара	7.73–94.02 44.04	0.77–5.03 2.76	0.00–0.18 0.02	0.00–8.02 1.51	0.17–802.00 108.13	0.00–0.09 0.01	0.00–2.27 0.58
Подводного вала	48.13–81.98 60.85	1.31–4.73 2.75	0.00–0.17 0.04	0.01–5.17 2.07	1.00–391.00 96.76	0.00–0.09 0.02	0.00–1.96 0.79
Песчаной гряды	17.94–153.69 76.27	0.55–5.05 2.79	0.00–0.29 0.05	0.00–8.37 2.34	0.20–712.00 141.60	0.00–0.15 0.02	0.00–4.51 0.94

Примечание. В числителе – интервалы содержаний, в знаменателе – среднее.

ется пропорциональное возрастание содержания урана в породах (рис. 2).

Однако не стоит также исключать вхождение урана в четырехвалентной форме в структуру апатита рыбных скелетов [8]. Выявлено, что глинисто-кремниевые породы рассматриваемой суббстановки характеризуются повышенным содержанием ихтиодетрита, имеющего изначально фосфатный (апатитовый) состав (рис. 3). Его обломки имеют удлиненную, реже нитевидную, неправильную формы, размеры варьируют в пределах 0.04–0.18 миллиметров, имеют темно-

бурую до черной интерференционную окраску, часто распределены по наслоению породы.

Несмотря на то, что соединения калия отличаются высокой химической активностью и хорошей растворимостью в водной среде, его концентрация в породах суббстановки шельфовых илов остается относительно низкой, варьирует в диапазоне от 0.0 до 4.92 млн<sup>-1</sup>. Данная особенность обусловлена небольшим содержанием глинистого материала, представленного микрочешуйчатыми агрегатами гидрослюд, реже чешуйками мусковита, и полевых шпатах с пре-

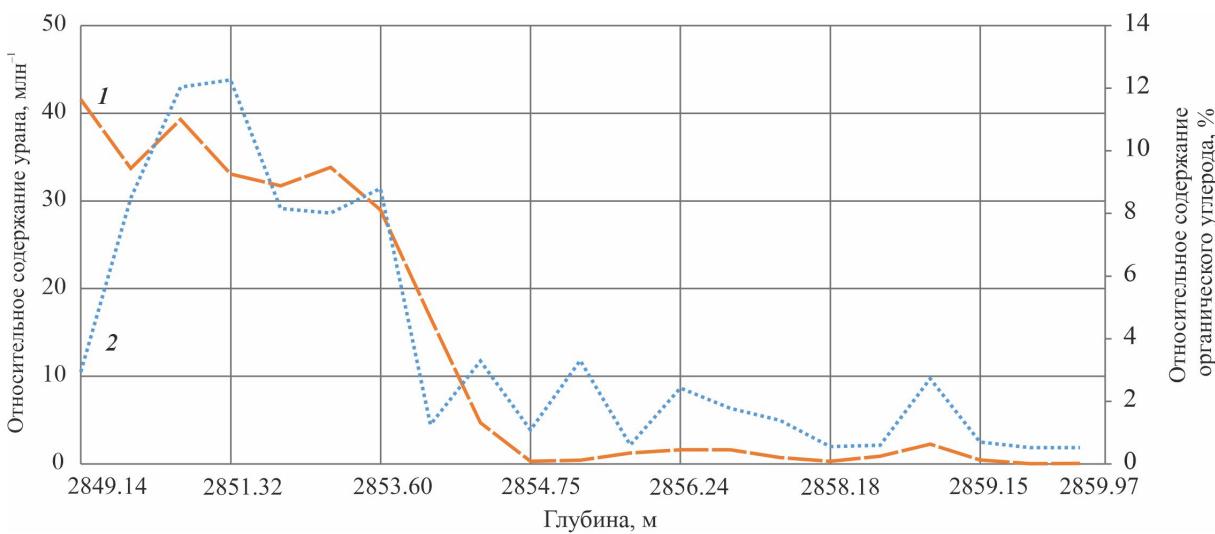


Рис. 2. Связь между относительным содержанием урана и органическим углеродом по разрезу верхнеюрских отложений: 1 – содержание урана, 2 – содержание ТОС (цвет онлайн)

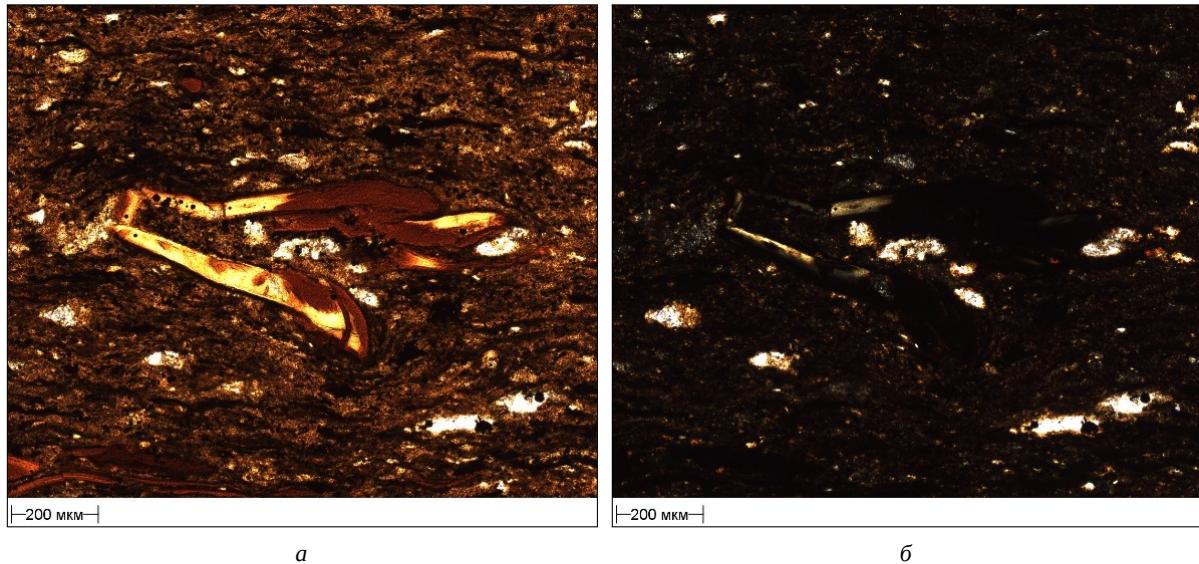


Рис. 3. Глинисто-кремниевая углеродистая порода, слабо алевритистая. Ихтиодетрит неправильной формы: *а* – без анализатора, *б* – с анализатором. Увеличение 10× (цвет онлайн)

обладанием плагиоклазов в составе отложений. В свою очередь, если калий преимущественно поступал в бассейн в большей степени в растворенной форме, тогда, как торий, содержание которого изменяется от 0 до 5.1 млн<sup>-1</sup>, в основном транспортировался в связанном состоянии – на поверхности глинистых частиц и гидроокислов железа [9].

По направлению к прибрежной части бассейна в осадках, формирующихся в штормовых условиях ниже базиса волн, существенно снижается концентрация органического вещества и увеличивается гидрослюдистый состав глинистого материала, появляется калийсодержащая

терригенная примесь (рис. 4), что приводит к резкому понижению содержаний урана до уровня 0.01–1.94 млн<sup>-1</sup> и возрастанию концентрации калия до уровня 0.91–6.00 млн<sup>-1</sup> и тория до уровня 0.27–9.63 млн<sup>-1</sup>. Параллельно отмечается тенденция к понижению параметров общей гамма-активности, которая колеблется в диапазоне 52.16–140.03 API.

Глинистые минералы в разрезе изучаемых отложений представлены каолинитом, гидрослюдой, хлоритом и др. Преобладающим минералом в данной ассоциации выступает гидрослюда, по результатам рентгеноструктурного анализа ее содержание колеблется от 1 до 14% от объ-

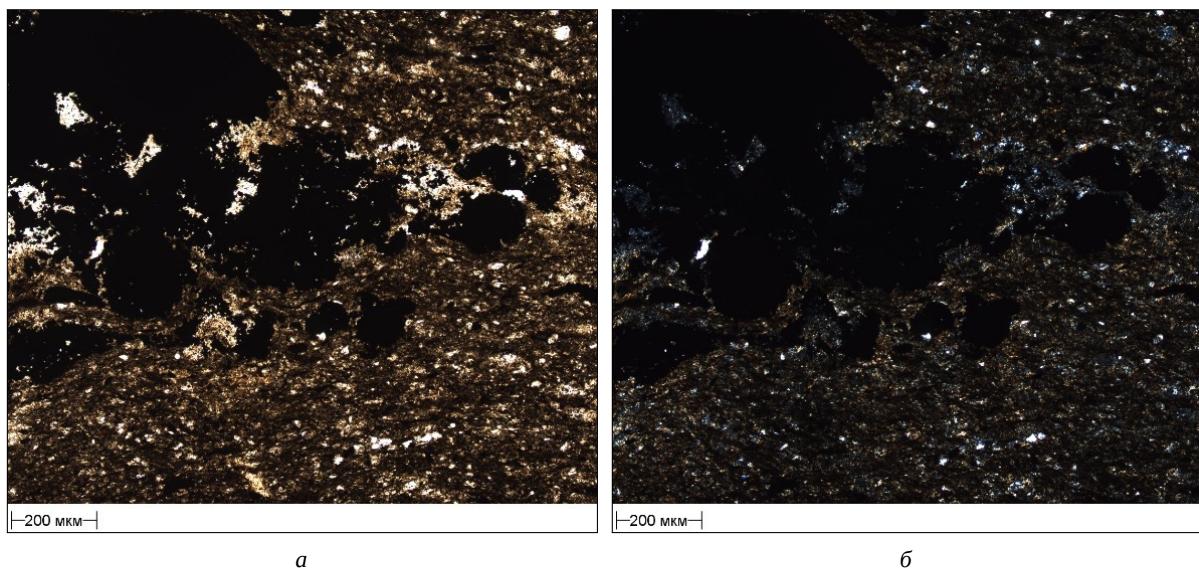


Рис. 4. Глинисто-кремниевая низкоуглеродистая порода, алевритистая. Терригенная примесь представлена зернами кварца и полевых шпатов: *а* – без анализатора, *б* – с анализатором. Увеличение 10× (цвет онлайн)

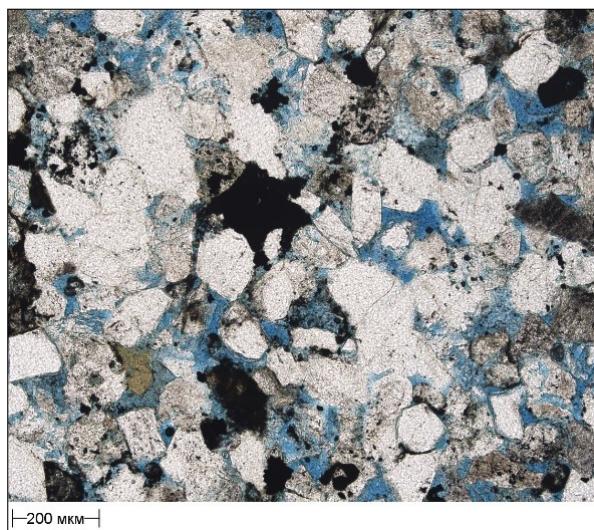


ема породы. В составе терригенной фракции присутствуют зерна кварца, реже полевых шпатов алевритовой размерности, изометричной, таблитчатой, призматической, шестоватой, полигональной формы, окатанные, полуокатанные, угловатые, размером  $0.03 \times 0.05$  мм и менее. Наиболее близка к субобстановке дальней зоны по распределению ЕРЭ переходная зона, характеризующаяся ритмичным чередованием песчано-пелито-алевритовых разностей, формирующихся в условиях низкой степени восстановленности среды. Особенности ее осадконакопления также проявляются в уменьшении количества биогенного материала, поступающего в осадок, и продолжающимся снижением количества урана в диапазоне от 0.01 до 1.01 млн<sup>-1</sup>. Наряду с этими показателями общая гамма-активность пород остается практически неизменной, находится в пределах от 33.50 до 134.90 API. Осадки переходной зоны отличаются незначительным снижением концентраций тория, сопровождающимся увеличением содержания калия. Такие изменения могут свидетельствовать о преобладающем влиянии сорбционной формы накопления радиоэлемента в глинистом материале, а также поступлении полевошпатовой кластики.

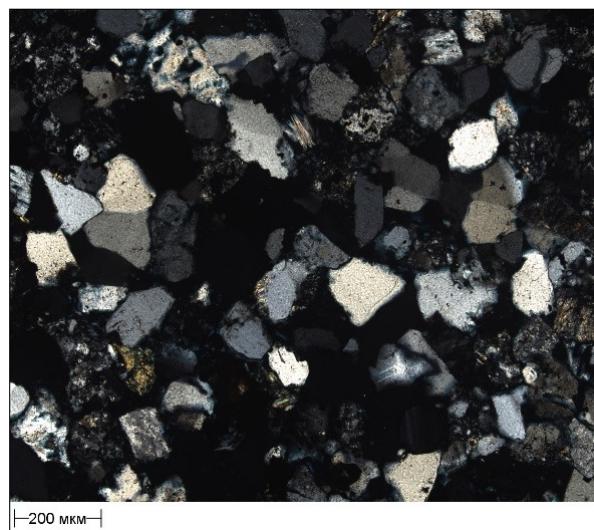
В предфронтальной зоне пляжа, между базисом спокойных волн и средним уровнем низкой воды, по мере движения в сторону суши наблюдаются постепенное увеличение размера зерен, значительное количество вертикальных следов жизнедеятельности донных организмов, процессы взмучивания волнением. Одновременно происходит привнос и перераспределение второстепенных и акцессорных минералов. Эти процессы способствуют повышению концентрации урана и тория в отложениях, при этом

содержание калия несколько снижается. Важно отметить, что значения общей гамма-активности характеризуются тенденцией к снижению и находятся в пределах от 2.99 до 103.98 API, демонстрируя значительный разброс показателей. Отложения предфронтальной зоны представлены песчаниками мелкозернистыми, алевритовыми, неравномерно глинистыми, биотурбированными. Среди обломочной части преобладает кварц, в подчиненном количестве содержатся полевые шпаты и обломки горных пород, присутствуют слюды (рис. 5). Полевые шпаты представлены кислыми плагиоклазами, калиевыми полевыми шпатами. Среди обломков пород преобладают эфузивы кислого состава, а метаморфические породы встречаются в меньшем количестве. Аксессорные минералы представлены цирконом, апатитом, в меньшей степени эпидотом, турмалином, хромшпинелидом. В составе глинистой фракции согласно результатам рентгеноструктурного анализа содержание каолинита варьируется в пределах от 2 до 10%, гидрослюд – от 2 до 8%, в значительно меньшем количестве содержится хлорит – от 0 до 2% от объема породы.

Вдоль побережий происходило формирование аккумулятивных песчаных тел, представленных береговыми барами, подводными валами и песчаными грядами. Следует отметить, что слои, мощность которых не превышает 4 метров, были отнесены к субобстановкам подводного вала и песчаным грядам. В процессе их осадконакопления наблюдается улучшение отсортированности пород, при этом возрастает доля грубообломочного песчаного материала. Существенное влияние на состав отложений оказывают калийсодержащие породообразующие компоненты и глинистые минералы (преимущественно



a



б

Рис. 5. Песчаник мелкозернистый, алевритистый. Обломочная часть представлена зернами кварца, полевых шпатов и обломков пород: а – без анализатора, б – с анализатором. Увеличение 10× (цвет онлайн)



гидрослюды), что приводит к повышению концентрации калия в осадках. Параллельно отмечается снижение содержания урана, обусловленное уменьшением углеродистого состава пород – содержание органического вещества снижается до  $1.5 \text{ млн}^{-1}$ . Отложения отличаются низкими показателями общего гамма-излучения, причем даже пиковые значения не превышают отметку в 94.02 API. На распределение тория оказывают значительное влияние источники сноса (акцессорные минералы) и обломки пород в составе породообразующей части. Породы изучаемой субобстановки представлены песчаниками мелкозернистыми, редко – средне-мелкозернистыми, алевритовыми (рис. 6). В составе обломочной части наблюдается примерно равное соотношение зерен кварца, полевого шпата и обломков различных горных пород, в некоторых случаях последние могут преобладать над остальными составляющими. Среди акцессорных минералов преобладают титанистые минералы, сфен, циркон и апатит, при этом в меньшем количестве встречаются эпидот и турмалин. В составе глинистой фракции содержание каолинита составляет 1–6% от общего объема породы, содержание гидрослюд варьируется в диапазоне 0–5%, а доля хлорита находится в пределах 2–6%.

Субобстановка лагуны, генетически связанная с аккумулятивными песчаными телами (береговые бары, подводные валы и др.), формировалась при активном поступлении обломочного материала с суши. Это способствовало накоплению терригенных осадков, которые характеризуются чередованием и переслаиванием алевролитов и глин с подчиненными прослоями песчаного материала. Распределение химических элементов в этих отложениях в значительной степени

определяется содержанием глинистого материала и терригенных обломков. Следует обратить внимание, согласно исследованиям А. Э. Конторовича с соавторами [10], что повышенные концентрации урана в этих отложениях объясняются присутствием органического углерода в форме рассеянного углисто-растительного детрита и обугленных растительных остатков. Одновременно прослеживается усиление показателей гамма-излучения горных пород, характеризующееся существенной вариабельностью значений от 17.94 до 153.69. В составе аллотигенной части доминирует кварц, полевые шпаты и обломки пород присутствуют в меньшем количестве (рис. 7). Акцессорные минералы представлены цирконом, турмалином, гранатом. Глинистые минералы в разрезе изучаемых отложений представлены каолинитом, гидрослюдой, хлоритом и др. Преобладающим минералом в данной ассоциации выступает гидрослюда, содержание которой, согласно данным РСА, достигает 17% от общего объема породы.

Представляет интерес анализ изменения торий-уранового отношения, которое экстремально убывает в углеродистых породах, минимум приурочен к шельфовым илам глубоководной части моря. В затопляемой зоне пляжа характер распределения данного соотношения приобретает слаженно-упорядоченный вид, при этом максимальные показатели фиксируются в песчаных отложениях береговых баров. Анализ графика зависимости содержания урана от тория демонстрирует четкое разделение зон, соответствующих различным субобстановкам осадконакопления. Соотношение Th/U выступает надежным индикатором для дифференциации отложений, сформированных в различных седиментацион-

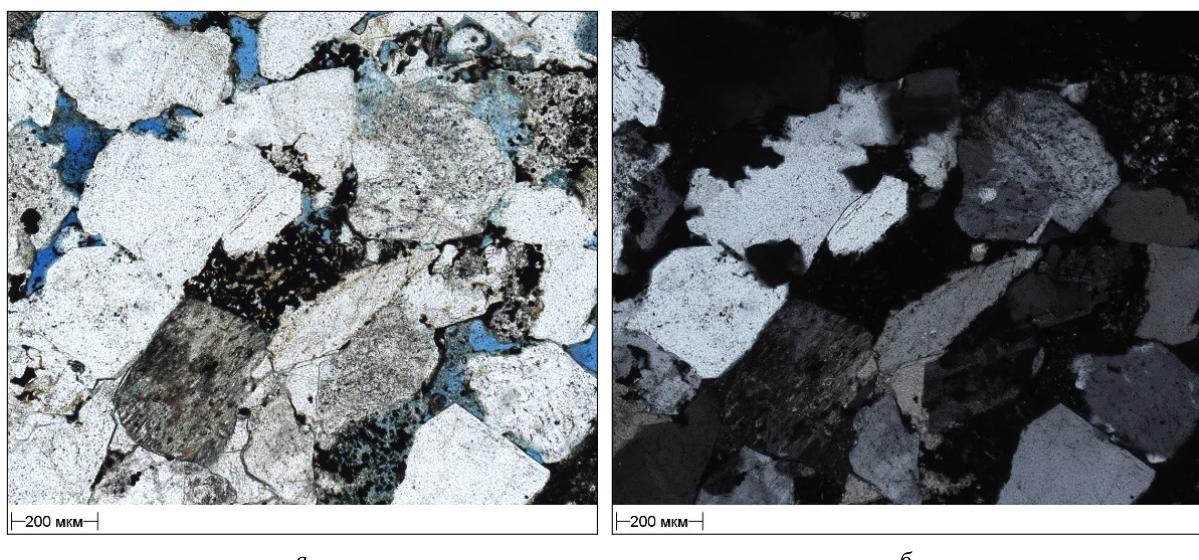


Рис. 6. Песчаник средне-мелкозернистый, слабо алевритистый, карбонатистый, слабо пиритизированный: *а* – без анализатора, *б* – с анализатором. Увеличение 10× (цвет онлайн)

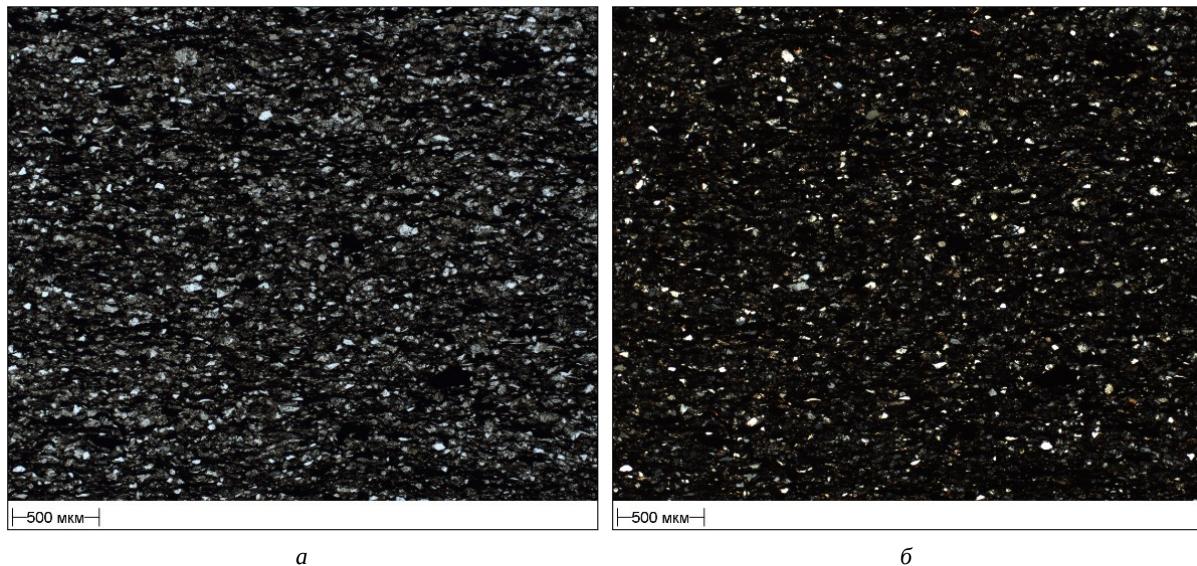


Рис. 7. Алевролит крупно-мелкозернистый, глинистый, слюдистый: *а* – без анализатора, *б* – с анализатором. Увеличение 4× (цвет онлайн)

ных условиях – как в прибрежных, так и морских (рис. 8).

Такая дифференциация обусловлена спецификой геохимического поведения и миграции Th и U в водных растворах. Существенное различие в подвижности этих элементов объясняется значительно более высокой мобильностью урана по сравнению с торием, что связано с его способностью к изменению валентного состояния. Закономерности изменения калий-уранового и торий-калиевого отношений в осадочных последовательностях демонстрируют четкую тенденцию к увеличению в направлении повышения степени мористости. Этот процесс характеризуется постепенным возрастанием значений обоих отношений по мере усиления влияния морских условий осадконакопления. Примечательно, что наиболее

существенные отклонения от общей тенденции наблюдаются в отложениях предфронтальной зоны пляжа и лагун. В этих условиях отмечается выраженная неравномерность поступления терригенного материала, а также происходят регулярные изменения гидродинамической активности среды осадконакопления.

### Заключение

На основании проведенного комплексного исследования морских и прибрежно-морских отложений с доминирующим влиянием волнового режима осадконакопления и анализа распределения урана, тория и калия, а также их отношений выявлены определенные закономерности процессов миграции и аккумуляции естествен-

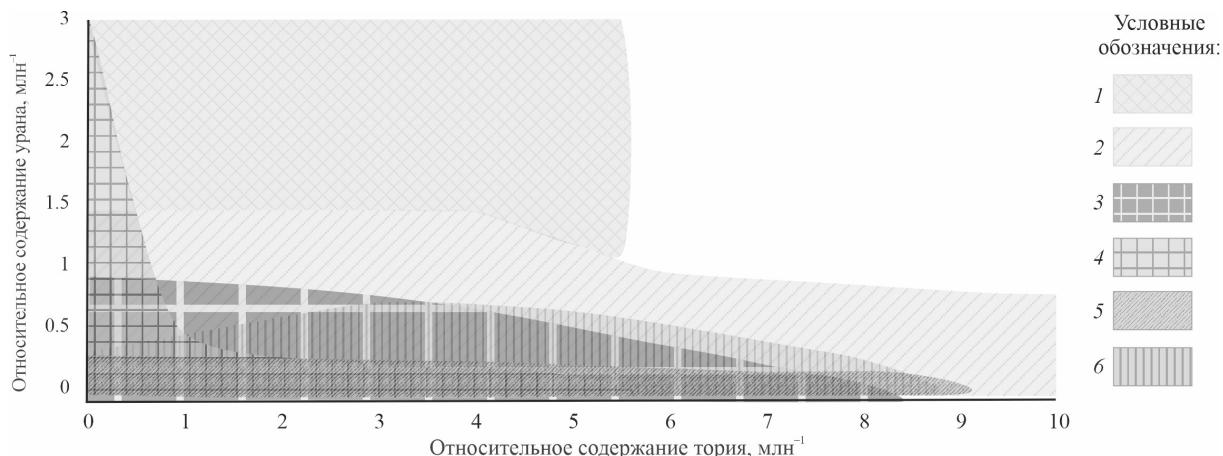


Рис. 8. Соотношение Th/U верхнеюрских отложений Когалымского и Покачевского регионов Западной Сибири. Субобстановки: 1 – шельфовых илов; 2 – дальней зоны; 3 – переходной зоны; 4 – предфронтальной зоны пляжа; 5 – аккумулятивных форм; 6 – лагуны



ных радиоактивных элементов, характеризующие субобстановки верхнеюрских отложений на рассматриваемой территории. Исследования показали четкую принадлежность конкретных диапазонов концентраций естественных радиоактивных элементов к определенным условиям осадконакопления, что позволило определить их предельные значения для каждой субобстановки. Полученные результаты могут служить надежными индикаторами обстановок осадконакопления и использоваться как для стратиграфического расчленения разрезов, так и для корреляции разновозрастных отложений. Данный метод выступает важным дополнением к палеогеографическим исследованиям, значительно обогащая классические подходы литолого-седиментологического анализа и повышая их точность.

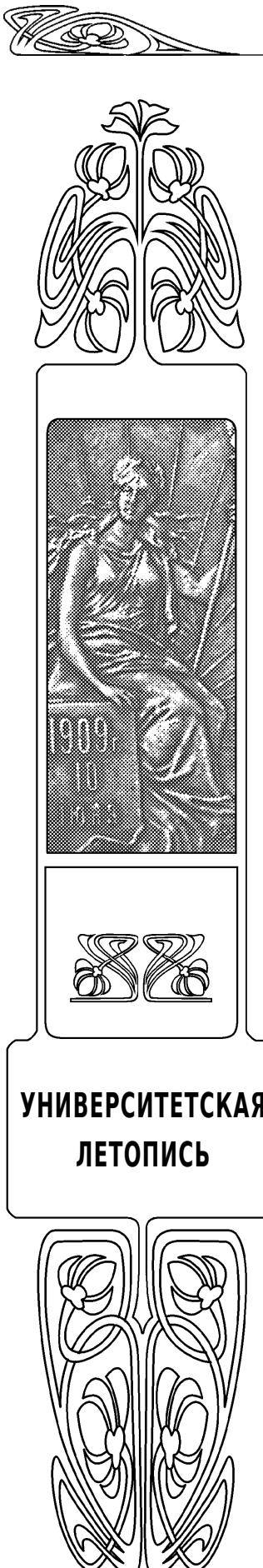
### Библиографический список

1. Турышев В. В. Изучение пород-коллекторов Западной-Сибири гамма-спектрометрическим методом : монография. Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2019. 380 с.
2. Зубков А. А. Оценка миграционной способности техногенных гамма-излучающих радионуклидов методом гамма-спектрометрии в эксплуатационных горизонтах пункта глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов филиала «Северский» ФГУП «НО РАО» // Разведка и охрана недр. 2023. № 7. С. 54–58. [https://doi.org/10.53085/0034-026X\\_2023\\_07\\_54](https://doi.org/10.53085/0034-026X_2023_07_54), EDN: UZEFDA
3. Тектоническая карта Мезозойско-Кайнозойского платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. Масштаб 1 : 500000 / под ред. И. И. Нестерова. Тюмень : ЗапСибНИГНИ, 1984.
4. Чернова О. С. Обстановки седиментации терригенных природных резервуаров : учебное пособие. Тюмень : ТюмГНГУ, 2011. 108 с.
5. Ян П. А. Ихнофации в разрезе васюганского сиквенса (по материалам Тюменской СГ-6) // Литосфера. 2003. № 1. С. 54–63.
6. Занин Ю. Н., Замирайлова А. Г., Эдер В. Г. Некоторые аспекты формирования баженовской свиты в центральных районах Западно-Сибирского осадочного бассейна // Литосфера. 2005. № 4. С. 118–135.
7. Zanin Yu. N., Eder V. G., Zamirailova A. G. Composition and formation environments of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous black shale Bazhenov Formation (the central part of the West Siberian Basin) // Marine and Petrol. Geol. 2008. Vol. 25. P. 289–306. <https://doi.org/10.1016/j.marpgeo.2007.07.009>, EDN: LLDRUH
8. Ченцов И. Г. К вопросу о форме нахождения урана в фосфоритах // Атомная энергия. 1956. Вып. 5. С. 113–118.
9. Смыслов А. А. Уран и торий в земной коре. Л. : Недра, 1974. 231 с.
10. Конторович А. Э., Берман Е. Л., Богородская Л. И., Винокур Б. Г., Колганова М. М., Липницкая Л. Ф., Мельникова В. М., Стасова О. Ф., Фомичев А. С. Геохимия юрских и нижнемеловых отложений Западно-Сибирской низменности. М. : Недра, 1971. 250 с.

Поступила в редакцию 25.07.2025; одобрена после рецензирования 08.08.2025;  
принята к публикации 18.09.2025; опубликована 25.12.2025

The article was submitted 25.07.2025; approved after reviewing 08.08.2025;  
accepted for publication 18.09.2025; published 25.12.2025

## ПРЕДСТАВЛЯЕМ КНИГУ



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2025. Т. 25, вып. 4. С. 298–304

*Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2025, vol. 25, iss. 4, pp. 298–304

<https://geo.sgu.ru> <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-4-298-304>, EDN: ZIKBPZ

Рецензия

УДК 55:378.4(470.44-25)+929Рихтер

### Яков Андреевич Рихтер: Учитель, Ученый, Личность

Рецензия на книгу: *Richter T. Ya., Seltser V. B., Guzhikov A. Yu. Яков Андреевич Рихтер // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : Науки о Земле. 2025. Т. 25, отдельный оттиск. Саратов : Издательство Саратовского университета, 2025. 76 с.* (Профессора Саратовского университета).

А. Ю. Гужиков<sup>✉</sup>, В. Б. Сельцер<sup>✉</sup>

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83

Гужиков Андрей Юрьевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой общей геологии и полезных ископаемых, aguzhikov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0579-3981>

Сельцер Владимир Борухович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры общей геологии и полезных ископаемых, seltservb@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0302-4222>

**Аннотация.** Представлена информация о готовящемся к выходу в свет мемориальном сборнике, посвященном памяти известного ученого-геолога, доктора геолого-минералогических наук, профессора Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского – Якова Андреевича Рихтера (1931–2021). Сборник содержит биографические и архивные сведения, фотоматериалы, избранные публикации Я. А. Рихтера, а также воспоминания о нем коллег и учеников.

**Ключевые слова:** геология, Саратовский университет, Яков Андреевич Рихтер, биография, воспоминания

**Для цитирования:** Гужиков А. Ю., Сельцер В. Б. Яков Андреевич Рихтер: Учитель, Ученый, Личность // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2025. Т. 25, вып. 4. С. 298–304. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-4-298-304>, EDN: ZIKBPZ

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Review's report

**Yakov Andreevich Richter: Teacher, Scientist, Personality**

**Book review:** Richter T. Ya., Seltser V. B., Guzhikov A. Yu. Yakov Andreyevich Richter. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2025, vol. 25, separate issue. The Professors of Saratov State University. The Saratov University Faculty Series. Saratov, Saratov University Press, 2025. 76 p.

A. Yu. Guzhikov<sup>✉</sup>, V. B. Seltser<sup>✉</sup>

Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia

Andrey Yu. Guzhikov, aguzhikov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0579-3981>  
Vladimir B. Seltser, seltservb@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0302-4222>

**Abstract.** This article presents information about a forthcoming memorial collection dedicated to the memory of the outstanding geologist, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor at Saratov State University – Yakov Andreevich Richter (1931–2021). The collection contains



biographical and archival information, photographs, selected publications by Ya. A. Richter, as well as recollections of his colleagues and students.

**Keywords:** geology, Saratov State University, Yakov Andreevich Richter, biography, recollections

**For citation:** Guzhikov A. Yu., Seltser V. B. Yakov Andreevich Richter: Teacher, Scientist, Personality. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2025, vol. 25, iss. 4, pp. 298–304 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-4-298-304>, EDN: ZIKBPZ

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)



Яков Андреевич Рихтер (1931–2021)

В Издательстве Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского в серии «Профессора Саратовского университета» выходит в свет мемориальный сборник, посвященный памяти доктора геолого-минералогических наук, профессора Якова Андреевича Рихтера (1931–2021).

Яков Андреевич Рихтер был связан с Саратовским университетом на протяжении всей своей жизни. Он проработал в университете 66 лет, из них 51 год на преподавательской работе. Работал инженером, начальником партии, затем старшим научным сотрудником НИИ Геологии СГУ (с 1955 по 1970 г.). С 1970 г. был доцентом кафедры минералогии и петрографии геологического факультета, с 1972 г. – доцентом кафедры общей геологии и полезных ископаемых. На этой кафедре Яков Андреевич проработал 50 лет, возглавлял ее с 1988 по 2005 г. С 2005 г. и до конца своей жизни продолжал трудиться на ней в должности профессора. Многие поколения геологов – выпускников геологического факультета – помнят Якова Андреевича как своего Учителя.

Начиная со студенческих лет Я. А. Рихтер работал в экспедициях – на Памире, в Якутии, на Южном Урале, на Курильских островах и Камчатке.

В 1990 г. Я. А. Рихтер в составе научной команды Геологического института АН ССРУ участвовал в одиннадцатом рейсе на научно-исследовательском судне «Академик Николай Страхов» в приэкваториальной Атлантике.

Научные интересы Я. А. Рихтера простирались от динамической геологии, геодинамики складчатых поясов и древних платформ, петрологии, геохимии и формационного анализа вулканогенных образований до нефтяной геологии. Результаты его более чем 30-летних исследований геологического строения Южного Урала привели в 1980 г. к смене традиционных геосинклинальных представлений о развитии региона на плейт-тектонические.

С 1995 г. Яков Андреевич начал заниматься проблемами геодинамики Прикаспийской впадины, рассмотрев с современных геодинамических позиций ее геологическую историю и прийдя к выводу о субокеаническом типе коры, слагающей фундамент этой геоструктуры.

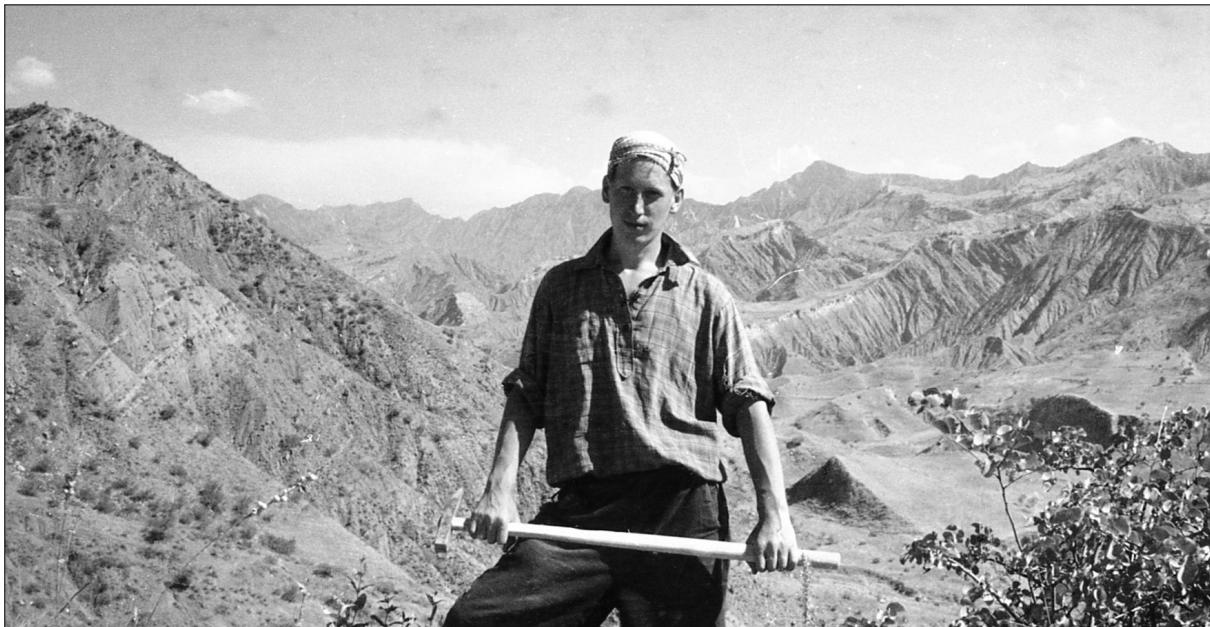
В последние годы (2015–2021) он работал над проблемами нефтяной геологии на примере Прикаспия и Западной Сибири.



На занятиях по петрографии во 2-м корпусе СГУ.  
1951–1952 гг.

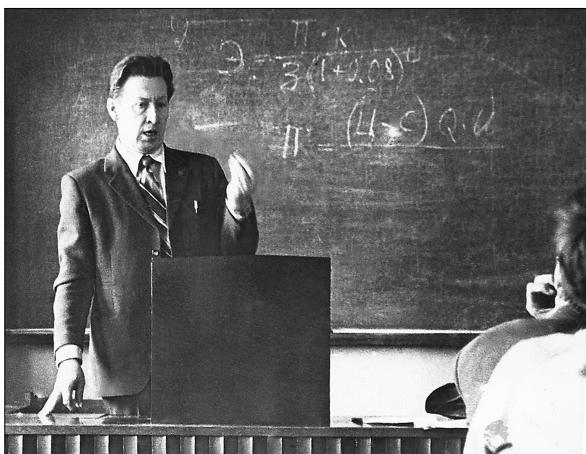
В списке научных публикаций Я. А. Рихтера насчитывается более 120 работ, в том числе 5 монографий.

Я. А. Рихтер в научных исследованиях был ученым широкого диапазона, ученым с блистательным умом, живой и критической мыслью,



Горы уже привычны. Полевой сезон в студенческой партии. Таджикистан, 1952 г.

независимым в своих суждениях. К себе и своим студентам Яков Андреевич был требовательным и иногда даже суровым в своих требованиях, но вместе с тем был чутким и отзывчивым человеком, готовым всегда прийти на помощь. Сила личности Я. А. Рихтера, научный авторитет, признаваемый всеми, качества Ученого и Учителя делали его уважаемым человеком. Яков Андреевич не старел как ученьи. Он до последних дней своей жизни сохранил живость ума, остроту мысли, оригинальность в суждениях, юношеский интерес к новым направлениям в науке, страстную веру в науку и ее влияние на прогресс человечества. На своем жизненном пути он прошел через многие испытания, но сохранил гуманистические убеждения и позицию защитника научной истины.



На лекции. Декабрь 1975 г.

В сборник вошли не опубликованные ранее Я. А. Рихтером материалы: эссе «Геология в XXI веке должна измениться» и биографический очерк, в котором освещаются этапы его жизненного пути.

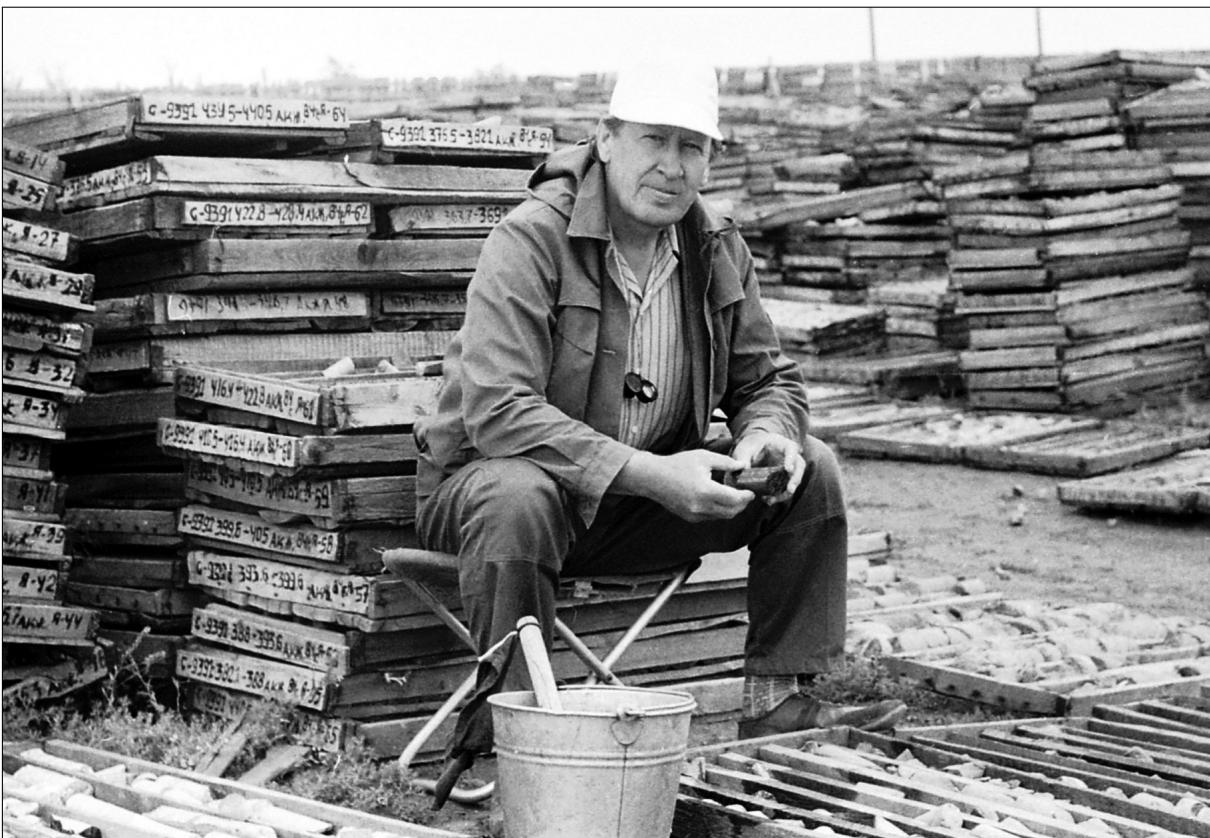


На учебной практике. Кавказ, 1975 г.

Раздел «История семьи» включает рассказы Якова Андреевича о прадеде, деде, отце и о себе. По отцовской линии Я. А. Рихтер являлся потомственным ученым. Его дед и отец были настоящими естествоиспытателями. Дед, Андрей Александрович Рихтер, privat-dozent Санкт-Петербургского университета, впоследствии академик АН СССР, занимался ботаническими исследованиями. Отец, Андрей Андреевич Рихтер, доктор биологических наук,



Лагерь у сейсмостанции Апахончик. Окрестности вулкана «Ключевская сопка». В. Милеев, Я. Рихтер (второй слева), С. Чесноков, А. Косарев. Позади – застывший базальтовый поток. Камчатка, сентябрь 1985 г.



Керносклад Домбаровской ГРЭ. За описанием керна скважин Акжарского участка. Южный Урал, 1986 г.



С А. Д. Коробовым в маршруте к Камбальному геотермальному участку (позади – Паужетское месторождение).  
Камчатка, 1988 г.



Атлантический рейс. Акула была отправлена на камбуз. 1990 г.



профессор, старший научный сотрудник Зоологического института АН СССР, посвятил свою жизнь энтомологии. Повествуя о своих родственниках, Яков Андреевич знакомит читателя с обстановкой непростых лет своего военного детства и послевоенной юности.



А. Я. Рихтер читает лекцию биологам в аудитории им. академика А. А. Рихтера – под портретом своего деда. 5-й корпус СГУ. 1998 г.

Значительное место в книге занимают воспоминания коллег и учеников о Я. А. Рихтере. Своими впечатлениями от общения с этим незаурядным человеком поделились А. Ю. Гужиков (заведующий кафедрой общей геологии и полезных ископаемых СГУ), Е. М. Первушов (заведующий кафедрой региональной геологии и палеонтологии СГУ), Д. А. Коробов (заведующий кафедрой геологии и геохимии горючих полезных ископаемых СГУ), С. Н. Рычагов (заведующий лабораторией геотермии Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский), В. Н. Староверов (главный научный сотрудник НВНИИГГ, г. Саратов), А. П. Пронин (начальник отдела геологического анализа «КазКорРесерч», г. Атырау, Казахстан), Н. М. Мальцева (сейчас она на заслуженном отдыхе, работала ведущим инженером на кафедре общей геологии и полезных ископаемых СГУ).

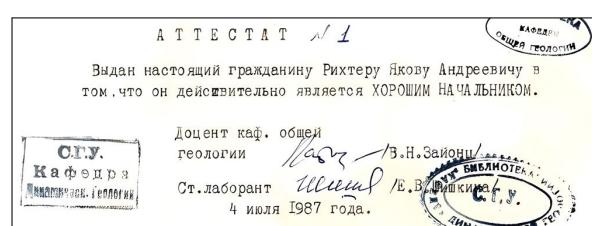
Фотографии разных лет представляют возможность увидеть Якова Андреевича в кругу семьи, в полевых экспедициях, в университетских аудиториях, а также его личные документы,

например заметки в дневнике во время плавания в Атлантике. Некоторые неформальные реликвии, например, поздравление от студентов, стихотворное посвящение факультетских коллег кафедры общей геологии и полезных ископаемых по случаю юбилейного торжества кафедры, позволяют ощутить дружелюбную и доброжелательную обстановку прошлых лет. Авторы сочли уместным включить в книгу ряд архивных материалов, таких как описание личного дела Я. А. Рихтера и сведения о его наградах.



На кафедре общей геологии, 1-й корпус СГУ. 16.09.2004 г.

Выпуск мемориального сборника в настоящем виде стал возможен благодаря дочери Якова Андреевича – Татьяны Яковлевны Рихтер, бережно сохранившей большой семейный архив и активно участвовавшей в подготовке, редактировании текстов и фотоматериалов. Отдельно следует отметить роль в подготовке сборника В. Б. Сельцера, на которого, кроме основной нагрузки по формированию рукописи, полностью легла непростая задача по взаимодействию между Т. Я. Рихтер, проживающей в США, родственниками Я. А. Рихтера в России и университетским издательством.





Я. А. Рихтер в Национальном парке Вэлли Фордж показывает несогласие – триасовые песчаники залегают на кембрийских доломитах. Пенсильвания, 24.05.2008 г.



А. Я. Рихтер в Музее естественной истории у стенда с образцом самородной меди. Вашингтон, 08.26.2006 г.

Составители сборника надеются, что книга, посвященная жизни и научно-педагогической деятельности Якова Андреевича Рихтера, не только порадует его друзей и коллег-геологов, но будет интересна многим сотрудникам и студентам Саратовского университета, а также всем интересующимся историей нашего вуза.

Поступила в редакцию 29.11.2025; одобрена после рецензирования 03.12.2025;  
принята к публикации 03.12.2025; опубликована 25.12.2025

The article was submitted 29.11.2025; approved after reviewing 03.12.2025;  
accepted for publication 03.12.2025; published 25.12.2025

ISSN 1819-7663



25004

9 771819 766302

ISSN 1819-7663 (Print). ISSN 2542-1921 (Online)  
Известия Саратовского университета. Новая серия.  
Серия: Науки о Земле. 2025. Том 25, выпуск 4

# ИЗВЕСТИЯ САРАТОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

## Новая серия

- Серия: Акмеология образования. Психология развития  
Серия: История. Международные отношения  
Серия: Математика. Механика. Информатика  
**Серия: Науки о Земле**  
Серия: Социология. Политология  
Серия: Физика  
Серия: Филология. Журналистика  
Серия: Философия. Психология. Педагогика  
Серия: Химия. Биология. Экология  
Серия: Экономика. Управление. Право

