

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

# ИЗВЕСТИЯ САРАТОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Новая серия



Серия: **Науки о Земле**

**2022**

**Том 22**

**Выпуск 3**



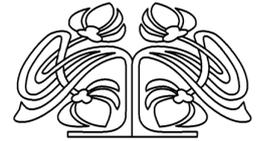
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского»

# ИЗВЕСТИЯ САРАТОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Новая серия

Серия Науки о Земле, выпуск 3

Продолжение «Известий Императорского Николаевского Университета» 1910–1918, «Ученых записок СГУ» 1923–1962, «Известий Саратовского университета. Новая серия» 2001–2004



Научный журнал  
2022 Том 22  
ISSN 1819-7663 (Print)  
ISSN 2542-1921 (Online)  
Издается с 2006 года

## СОДЕРЖАНИЕ

### Научный отдел

#### География

- Конопацкова О. М., Макаров В. З., Кузинова Я. К., Решетарова Д. А., Евдокимов Г. М.**  
Сравнительный медикогеографический анализ распространенности базальноклеточного рака кожи в Саратове 156
- Молочко А. В., Лазарева А. Д.**  
Исследование транспортной инфраструктуры на примере оценки частоты движения одного из популярных трамвайных маршрутов г. Саратова 161
- Морозова С. В., Абанников В. Н., Алимпиева М. А., Муфтяхдинова М. М., Юхмин Р. Б.**  
Характеристика температурно-влажностного режима Левобережья Саратовской области на фоне второй волны глобального потепления 167
- Морозова С. В., Алимпиева М. А., Марданшина Э. Р., Юхмин Р. Б.**  
Особенности температурно-влажностного режима Правобережья Саратовской области на фоне глобальных климатических тенденций 173

#### Геология

- Миних А. В., Андрушкевич С. О.**  
Новые данные о позднепермской лучеперой рыбе *Toyemia* Minich – зональном роде биостратиграфической схемы перми по ихтиофауне Восточной Европы 178
- Огаджанов В. А.**  
Глубинные меридиональные структуры Восточно-Европейской платформы 185
- Полковой К. С.**  
Представители подсемейства *Cheloniceratinae* Spath, 1923 (Ammonoidea) из апта Мангышлака, Западной и Южной Туркмении. Статья 1. Общие вопросы. Род *Cheloniceratas* Nyatt, 1900 191
- Сенчина Н. П., Мингалева Т. А.**  
Многопризнаковая петрофизическая классификация горных пород как основа интерпретации геофизических данных 208

### Приложения

#### Personalia

- Демидова Е. В., Лапина С. Н., Червяков М. Ю.**  
Некоторые малоизвестные страницы профессиональной деятельности Рудольфа Эдуардовича Давида. К 135-летию со дня рождения 219

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

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 (специальности: 25.00.01, 25.00.30, 25.00.35, 1.6.1, 1.6.2, 1.6.9, 1.6.12, 1.6.13, 1.6.18, 1.6.20, 1.6.21)

Подписной индекс издания 36010. Подписку на печатные издания можно оформить в Интернет-каталогах «Пресса России» ([www.pressa-rf.ru](http://www.pressa-rf.ru)), «Пресса по подписке» ([www.akc.ru](http://www.akc.ru)) и 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))

**Директор издательства**  
Бучко Ирина Юрьевна

**Редактор**  
Малютина Елена Анатольевна

**Художник**  
Соколов Дмитрий Валерьевич

**Редактор-стилист**  
Агафонов Андрей Петрович

**Верстка**  
Степанова Наталия Ивановна

**Технический редактор**  
Каргин Игорь Анатольевич

**Корректор**  
Малютина Елена Анатольевна

**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)

Подписано в печать 24.08.22.  
Подписано в свет 31.08.22.  
Формат 60 × 84 1/8.  
Усл. печ. л. 8.63 (9.25).  
Тираж 100 экз. Заказ 93-Т.

Отпечатано в типографии Саратовского университета.  
**Адрес типографии:**  
410012, Саратов, Б. Казачья, 112А

© Саратовский университет, 2022



## 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 колонтитула 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 стилевым 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 редколлекцией, не возвращаются.

Адреса для переписки с редколлекцией серии: [geoizvestiya@yandex.ru](mailto:geoizvestiya@yandex.ru); 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, географический факультет, ответственному секретарю журнала «Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле».

## CONTENTS

### Scientific Part

#### Geography

- Konopatskova O. M., Makarov V. Z., Kuzinova Y. K., Reshetarova D. A., Evdokimov G. M.**  
Comparative medical and geographical analysis of the prevalence of basal cell skin cancer in Saratov 156

- Molochko A. V., Lazareva A. D.**  
Study of transport infrastructure on the example of assessing the frequency of one of the popular tram routes in Saratov 161

- Morozova S. V., Abannikov V. N., Alimpieva M. A., Muftaykhidinova M. M., Yukhmin R. B.**  
Characterizing the temperature and humidity regime of the Left Bank of the Saratov region against the background of the second wave of global warming 167

- Morozova S. V., Alimpieva M. A., Mardanshina E. R., Yukhmin R. B.**  
Peculiarities of the temperature and humidity regime of the Right Bank of the Saratov region against the background of global climate trends 173

#### Geology

- Minikh A. V., Andrushkevich S. O.**  
New data on the Late Permian actinopterygian fish *Toyemia* Minich, a zonal genus of the Permian biostratigraphic scheme based on ichthyofauna from the Eastern Europe 178

- Ogadzhanov V. A.**  
Deep meridional structures of the East-European platform 185

- Polkovoy K. S.**  
Representatives of the Subfamily Cheloniceratinae Spath, 1923 (Ammonoidea) from the Aptian of Mangyshlak, Western and Southern Turkmenistan. Paper 1. General Issues. The Genus *Chelonicerat* Hyatt, 1900 191

- Senchina N. P., Mingaleva T. A.**  
Multi-feature petrophysical classification of rocks as a basis for interpretation of geophysical data 208

### Appendices

#### Personalia

- Demidova E. V., Lapina S. N., Cherviakov M. Yu.**  
Some little-known facts of the professional activity of Rudolf Eduardovich David. To the 135th anniversary of the birth 219



**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**

Молочко Анна Вячеславовна, кандидат геогр. наук (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)

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)

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

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

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

Шурыгин Борис Николаевич, доктор геол.-минерал. наук, профессор, член-корреспондент РАН (Новосибирск, Россия)

Яковенко Наталия Владимировна, доктор геогр. наук, доцент (Воронеж, 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** – Anna V. Molochko (Saratov, Russia)

**Members of the Editorial Board:**

Valentina P. Gorbatenko (Tomsk, Russia)

Andrey Yu. Guzhikov (Saratov, Russia)

Aleksey N. Didenko (Khabarovsk, Russia)

Aleksei Yu. Kazanskii (Moscow, Russia)

Nikolay A. Kalinin (Perm, Russia)

Aleksandr P. Katrovskii (Smolensk, Russia)

Aleksandr D. Korobov (Saratov, Russia)

Artur M. Nosonov (Saransk, Russia)

Yurij P. Perevedentsev (Kazan, Russia)

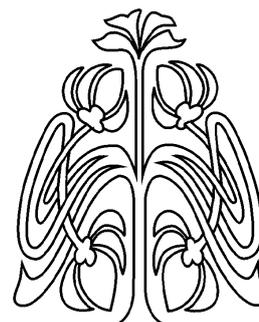
Yuriy M. Semenov (Irkutsk, Russia)

Ashot V. Khoetsyan (Erevan, Armenia)

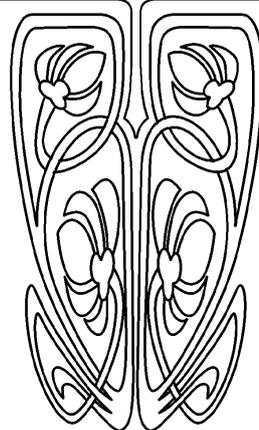
Aleksey N. Chumachenko (Saratov, Russia)

Boris N. Shurygin (Novosibirsk, Russia)

Nataliya V. Yakovenko (Voronezh, Russia)



**РЕДАКЦИОННАЯ  
КОЛЛЕГИЯ**





## ГЕОГРАФИЯ

Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 3. С. 156–160

*Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2022, vol. 22, iss. 3, pp. 156–160

<https://geo.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-156-160>

Научная статья

УДК [616–006.8+616–036.2.91](470.44)

### Сравнительный медикогеографический анализ распространенности базальноклеточного рака кожи в Саратове

О. М. Конопацкова<sup>1</sup>, В. З. Макаров<sup>2✉</sup>, Я. К. Кузинова<sup>1</sup>,  
Д. А. Решетарова<sup>2</sup>, Г. М. Евдокимов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского Минздрава России, Россия, 410012, г. Саратов, ул. Большая Казачья, д. 112

<sup>2</sup>Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83

Конопацкова Ольга Михайловна, доктор медицинских наук, профессор, o.konopatskova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2123-4730>

Макаров Владимир Зиновьевич, доктор географических наук, профессор, makarovvz@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0505-5257>

Кузинова Яна Константиновна, ассистент, yan.prokhorova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6879-5714>

Решетарова Даниэлла Александровна, старший преподаватель, reshetarova\_dana@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7335-5051>

Евдокимов Гермоген Михайлович, кандидат медицинских наук, доцент, germogenm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1640-669X>

**Аннотация.** В статье в сравнительном анализе за периоды с 1991 по 1998 г., 2015 г. и 2022 г. рассмотрены вопросы территориальной распространенности базальноклеточного рака кожи в Саратове. Изучены и картографированы участки проживания больных с учетом факторов риска. Результатом исследования явился онкоэкологический анализ урболандшафтных участков и создание схемы активного поиска ранних форм рака кожи.

**Ключевые слова:** базальноклеточный рак кожи, Саратов, градозология, урболандшафтный участок, ГИС-технологии, геоинформационное картографирование

**Для цитирования:** Конопацкова О. М., Макаров В. З., Кузинова Я. К., Решетарова Д. А., Евдокимов Г. М. Сравнительный медикогеографический анализ распространенности базальноклеточного рака кожи в Саратове // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 3. С. 156–160. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-156-160>

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

Article

**Comparative medical and geographical analysis of the prevalence of basal cell skin cancer in Saratov**

О. М. Konopatskova<sup>1</sup>, V. Z. Makarov<sup>2✉</sup>, Y. K. Kuzinova<sup>1</sup>,  
D. A. Reshetarova<sup>2</sup>, G. M. Evdokimov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky, 112 Bolshaya Kazachia St., Saratov 410012, Russia

<sup>2</sup>Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia

Olga M. Konopatskova, o.konopatskova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2123-4730>

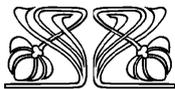
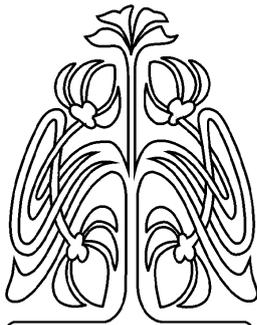
Vladimir Z. Makarov, makarovvz@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0505-5257>

Yana K. Kuzinova, yan.prokhorova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6879-5714>

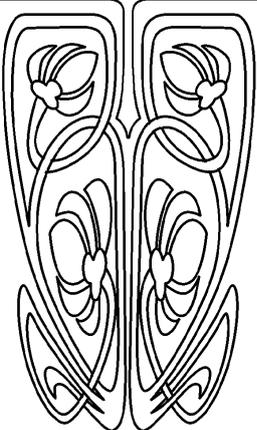
Daniella A. Reshetarova, reshetarova\_dana@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7335-5051>

Germogen M. Evdokimov, germogenm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1640-669X>

© Конопацкова О. М., Макаров В. З., Кузинова Я. К.,  
Решетарова Д. А., Евдокимов Г. М., 2022



НАУЧНЫЙ  
ОТДЕЛ





**Abstract.** In the article, in a comparative analysis, for the periods from 1991 to 1998, 2015 and 2022, the issues of the territorial prevalence of basal cell skin cancer in Saratov are considered. The residential areas of patients were studied and mapped taking into account risk factors. The result of the study was an oncoecological analysis of urban landscape sites and the creation of a scheme for the active search for early forms of skin cancer.

**Keywords:** basal cell skin cancer, urban ecology, Saratov, GIS-technologies, urban landscape area, geoinformation mapping

**For citation:** Konopatskova O. M., Makarov V. Z., Kuzinova Y. K., Reshetarova D. A., Evdokimov G. M. Comparative medical and geographical analysis of the prevalence of basal cell skin cancer in Saratov. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2022, vol. 22, iss. 3, pp. 156–160 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-156-160>

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC0-BY 4.0)

## Постановка проблемы

Рак кожи – одно из злокачественных новообразований, которое можно рассматривать как показатель экологического неблагополучия территории. Согласно международной гистологической классификации опухолей (ВОЗ), базально-клеточный рак кожи (БКРК) считается истинным раком, поскольку имеются признаки роста, инфильтрации и деструкции подлежащих тканей, а также склонность к местным рецидивам. При БКРК метастазы образуются только в 0,5% [1]. При анализе статистического материала по злокачественным опухолям кожи нужно помнить, что он включает все злокачественные новообразования кожи кроме меланомы, а отдельного БКРК статистический учет не ведется. Доля БКРК среди немеланомных раков кожи составляет 70–80% [2–4], а среди всех видов рака – около 30% [5]. В настоящее время на большинстве территорий констатируют рост этой патологии [3, 6, 7]. Данные международной статистики показывают ежегодный прирост рака кожи на 3–8% [8]. В ближайшие десятилетия в Европе предполагается рост заболеваемости раком кожи до 40–50% на 100 000 жителей в год [4], а в США среднегодовое число взрослых, проходящих лечение от рака кожи, увеличилось с 3,4 (2002–2006 гг.) до 4,9 млн (2007–2011 гг.) [9]. Рак кожи занимает первое место в структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями в России. За период с 2009 по 2019 г. распространенность на 100 000 населения увеличилась с 236,5 до 310,4 соответственно. За указанный период у основной части больных преимущественно выявляли I–II стадии – соответственно 94,6% (2009 г.) и 97,5% (2019 г.) [10]. В Саратовской области в 2021 г. злокачественные новообразования кожи составили в общей структуре 13,0%. У мужчин они занимают третье место (1,08%), у женщин – второе (14,9%). Несмотря на наружную локализацию, показатель запущенности можно считать высоким. В динамике с 2016 г. он увеличился с 2,2 до 4,1% (по РФ – 3,0%) [11]. Это подчеркивает важность ранней диагностики рака кожи.

Ведущими факторами в этиологии БКРК являются разные экзогенные и эндогенные агенты. Среди них на первом месте находятся такие факторы внешней среды, как солнечная радиация, воздействие ионизирующего излучения,

химических веществ, механическая травматизация кожи, дисбаланс иммунной системы [12–15]. Рост заболеваемости рака кожи многие онкологи объясняют не только увеличением воздействия ультрафиолетового излучения, а также использованием соляриев [7, 13, 16, 17]. Базальноклеточный рак кожи чаще встречается у мужчин: риск возникновения 30%, у женщин 23%. Чем старше человек, тем выше вероятность появления новообразования. Опухоль чаще возникает на открытых участках кожи; наиболее частая локализация – волосистая часть головы и лицо (75–98%). В 20% рак может образоваться и на тех частях тела, которые обычно прикрыты одеждой [12, 13, 15]. Результаты многих исследований по оценке факторов риска, которые способствуют развитию рака кожи и показывают определенную зависимость распространенности заболевания от географического положения местности [3, 13, 17].

Как уже отмечено, несмотря на появление новых способов диагностики и профилактики, число пациентов с этой патологией не уменьшается. Вопросы ранней диагностики БКРК достаточно актуальны, так как даже при отсутствии метастазов новообразование на коже может иметь значительный размер, что не позволяет выполнить адекватное косметическое лечение. За период 2009–2019 гг. в Российской Федерации активно выявлено 19,2–45% раков кожи соответственно [10]. В Саратовской области этот показатель колеблется от 55,6 (2016 г.) до 26,9% (2021 г.) [11]. А. А. Модестов с соавторами, отмечают, что единого стандарта скрининга для выявления БКРК не существует. Учитывая заболеваемость, а также возможные местные последствия БКРК, можно считать, что улучшение его ранней диагностики в первую очередь состоит в организации эффективного скрининга: профилактика, исходящая из знания о факторах риска, медицинская пропаганда и обучение самообследованию играют в данной ситуации важную роль [6, 12, 14].

Задачи исследования – анализ динамики заболеваемости БКРК в Саратове и уточнение зависимости уровня заболевания от медикоэкологической обстановки. Это даст возможность акцентировать внимание врачей на улучшении диагностики.



## Материалы и методы

За основу при создании онкогеографических карт были взяты данные по двум группам соответственно годам. В основу исследования положен ретроспективный анализ данных по распространенности среди населения Саратова БКРК за период с 1991 по 1998 г. и в 2015 г. и 2020 г.

Данные о заболеваемости раком кожи сортировались по полу, возрасту, адресу заболевшего, конкретным морфологическим и клиническим особенностям заболевания. Была подготовлена атрибутивная база данных с выявленными признаками заболевания. Классификация фактического материала, его математико-статистическая обработка и последующее картографирование выполнялись с учетом урбандолевых участков (УЛУ) жилой застройки [15].

Медикогеографическое картографирование выполнялось в автоматизированном режиме в рамках создаваемой МедГИС-Саратов. Карты заболеваемости строились в нормированных на 100 000 жителей показателях по УЛУ жилой застройки.

Всего в базе данных размещена информация о 2373 больных, зарегистрированных в 90-е гг. прошлого века и о 396 и 972 пациентах – в 2015 г. и 2020 г. соответственно. Как в 90-е гг., так и в 2015 г., 2020 г. БКРК несколько чаще диагностирован у женщин, соответственно 1519 (64%) против 854 (36%) у мужчин, 194 (52,2%) у женщин и 178 (47,8%) у мужчин в 2015 г., 532 (54,7%) против 440 (45,3%) в 2020 г. Распределение по возрастным группам в указанные сроки также почти не отличалось. В 90-е гг. патология чаще встречалась в возрасте старше 60 лет у 1986 человек (83,6%), в 2015 г. у 312 человек (78,8%), а в 2020 г. у 764 человек (78,7%). Во все анализируемые периоды БКРК чаще локализовался на коже головы, шеи (соответственно 573 – 24,1%, 101 – 25,5%, 356 – 36,6%) и на коже туловища (соответственно 1011 – 42,6%, 203 – 51,3%, 461 – 47,4%). Во все годы основной жалобой, с которой пациенты обращались ко врачу, было увеличение имеющегося на коже образования в течение 12–15 месяцев. Большинство отмечали, что причиной роста явилось воздействие солнечной инсоляции.

После изучения клинического материала были учтены и проанализированы информация о местах проживания пациентов, экологические условия в местах проживания. На основании полученных сведений составлены онкоэкологические карты заболеваемости БКРК.

## Результаты исследования

Проводимый многолетний анализ региональных факторов риска показал, что к ним относятся: женский пол; возраст старше 60 лет; I–II фототипы кожи (белая кожа, ярко выражены веснушки, рыжие волосы, голубые/серые глаза;

светлые волосы, голубые/серые, зеленые глаза; светлая кожа, не склонная к загару, без ярко выраженных веснушек); поражение открытых участков тела (туловища и нижних конечностей); интенсивное воздействие солнечной инсоляции; проживание в неблагоприятных по загрязнению воздуха районах города.

В процессе работы проведен сравнительный медикоэкологический анализ заболеваемости БКРК. На первом этапе анализированы результаты за период 1991–1998 гг.

Картина пространственной мозаики распространенности эпителиального рака кожи в 1991–1998 гг. весьма контрастна. Максимальное количество больных раком кожи обнаружено в следующих типах урбандолевых участков жилой застройки: в прибрежных поселках с ветхой частной застройкой и с пожилым населением в Заводском районе; в котловинно-долиновых разнокомфортных поселках и микрорайонах в исторической части города, а также расположенных на террасах и склонах районов 1-я, 2-я Гуселки, Елшанки в Ленинском районе; в разнокачественном жилье вдоль уступов Лысогорского и Соколовгорского плато и прилегающем к автомагистралям и железной дороге. При детальном изучении участков с неблагоприятной ситуацией по раку кожи установлены: поселки Нефтяной, Увек Береговой и Увек Новый, Князевка, Лесопильный, Комсомольский, Октябрьский, жилая застройка в Октябрьском ущелье, в районах, прилегающих к Центральному и Детскому паркам, Липкам, Центральному колхозному рынку, железнодорожному вокзалу, район от Стрелки до 1-й Дачной, 2-й Пугачевский пос., пос. НИИ Юго-Востока, пос. Мирный, пос. Северный, западная часть 6-го квартала Ленинского района, жилая застройка от 8-й Дачной до Большой Поливановки и 10-й Дачной.

Карта заболеваемости населения эпителиальным раком кожи отражает наиболее «онкодинамичные» участки жилой застройки, дающие максимальное количество заболевающих раком кожи ежегодно. К таким участкам следует отнести жилые поселки: Нефтяной, Князевка, Лесопильный, пос. завода «Крекинг», пос. Комсомольский, жилую застройку в Октябрьском ущелье, в исторической части города от ул. Советской до ул. Рабочей, 2-й Пугачевский пос., пос. НИИ Юго-Востока, северные части поселков Мирный и Северный.

Наибольшее число больных сосредоточено в старой части города, а также в районе Стрелки и пл. Орджоникидзе. Наибольшее число мужчин выявлено в жилых поселках Южной субкотловины, где максимальны показатели солнечной радиации, радиационного и теплового балансов. Незначительный рост числа заболевших среди мужчин в микрорайоне Октябрьское ущелье, пос. Северный, на южном склоне Глубучева оврага и Соколовой горы от ул. Рахова до ул. Максима



Горького. В отличие от мужчин, количество заболевающих женщин в отдельных жилых поселках превышает 100 человек на 100 000 жителей. К таким неблагоприятным урболодшафтными участкам относятся: Комсомольский пос., пос. Нефтяной, Князевка и Лесопильный, 2-й Пугачевский пос., пос. НИИ Юго-Востока. Заболеваемость среди населения моложе 51 года (более 20 человек на 100 000 жителей ежегодно) отмечалась в поселках Князевка, Лесопильный, Комсомольский, Октябрьский, НИИ Юго-Востока, Северный, в Октябрьском ущелье, во 2-м Пугачевском поселке, за железнодорожным вокзалом. Среди больных в возрасте старше 51 года также выделяются (по числу ежегодно заболевающих) такие УЛУ, как поселки Комсомольский, Нефтяной, Князевка, Лесопильный, Мирный (северная часть), Северный (северная часть), Октябрьское ущелье, 2-й Пугачевский пос., застройка в старом Саратове от ул. Рахова до ул. Мичурина и от ул. Советской до ул. Рабочей.

Рассмотрим локализацию заболеваемости БКРК в 2015 г. и 2020 г. по УЛУ в г. Саратове. Она несколько отличается по сравнению с 90-ми гг. прошлого века. В основном наибольшие числа заболевших по-прежнему отмечается в Приволжской котловине, состоящей из Северной, Центральной и Южной субкотловин [18, 19]. Северная субкотловина, представляющая исторический центр Саратова, – самая загрязненная, плотно населённая часть города со значительной долей лиц пожилого возраста. Здесь сильно загруженные автомобильным транспортом узкие улицы со сложной экологической ситуацией, особенно в антициклональные безветренные типы погод. Отметим УЛУ с повышенным количеством заболевших БКРК у Детского и Городского парков, в районе сада Липки, у железнодорожного вокзала.

Следует выделить урболодшафтные участки, расположенные на юго-восточных и восточно-юго-восточных склонах Лысогорского плато от Завокзального участка в Северной субкотловине до участков, обращенных в Центральную и Южную субкотловины и занятых поселками Верхняя Стрелковка, Есиповка и далее поселком Комсомольский, лежащим в Южной субкотловине. Подчеркнём, что инсоляционный режим в Южной субкотловине наиболее жесткий, достигающий по своим показателям значений, характерных для сухой степи. Особенно это свойственно «теплым», обращенным на юг склонам Лысогорского уступа [20]. Отмеченные особенности микроклимата Заводского района способствуют повышению риска заболеваемости БКРК для горожан, проживающих в указанных УЛУ. Центральная субкотловина, которую занимает северная часть Заводского района, в недавнем прошлом являлась индустриальным ядром Саратова, здесь расположены крупные машиностроительные предприятия и нефтехимическое произ-

водство, ТЭЦ-2. Атмосферическая обстановка в этой части города также сложная. Увеличенная концентрация заболевшими в УЛУ Центральной субкотловины может быть связана и с этим фактором риска. Северные, северо-восточные и северо-западные части Саратова, расположенные на Елшано-Гусельской равнине, застроены как малоэтажными поселками, так и спальными районами с массивами домов повышенной и средней этажности, в которых проживает многочисленное население. В этой части города повышенная заболеваемость БКРК отмечается у населения, проживающего в поселке завода «Техстекло», отчасти в спальных поселках «Солнечный» и «Юбилейный» с многочисленным и разновозрастным населением.

### Заключение

Как уже было показано, развитию БКРК способствует ряд экзогенных факторов, таких как солнечная инсоляция, контакт с химическими веществами, загрязняющими атмосферный воздух и воду, и другие. Одним из путей первичной профилактики является попытка ограничения воздействия на человека разных экзогенных факторов. Изучение местных медикогеографических особенностей распространения, а также региональных факторов риска данного заболевания позволяют наметить направление профилактики. Учитывая преобладание злокачественных опухолей кожи в зонах повышенного загрязнения, представляется целесообразным усиление активного поиска заболевания среди контингента, проживающего в определенных онкоблагополучных жилых участках, и информирование об этих участках врачей районных поликлиник.

### Библиографический список

1. Гончарова Ю. А. Рак кожи // Главный врач Юга России. 2015. № 2 (43). С. 25–30.
2. Ярославцева-Исаева Е. В., Каплан М. А. Эффективность фотодинамической терапии базальноклеточного рака кожи начальной стадии с локальным введением фотосенсибилизатора фотодитазин // Российский биотерапевтический журнал. 2008. № 4. С. 31–32.
3. Chinem V. P., Miot H. A. Epidemiology of basal cell carcinoma // Anais Brasileiros De Dermatologia. 2011. Vol. 86. P. 46–50.
4. Leiter U., Eigentler T., Garbe C. Epidemiology of skin cancer // Advances in Experimental Medicine and Biology. 2014. Vol. 810. P. 120–140.
5. Renaud-Vilmer C., Basset-Seguin N. Basal cell carcinomas // Revue du Praticien. 2014. Vol. 64. P. 37–44.
6. Модестов А. А., Семенов Э. В., Зуков Р. А., Слепов Е. В., Еремина Е. Н., Гаас Е. Н. Новые подходы к организации скрининга злокачественных новообразований кожи // Сибирский онкологический журнал. 2017. Т. 16, № 2. С. 61–65.



7. Roewert-Huber J., Lange-Asschenfeldt B., Stockfleth E., Kerl H. Epidemiology and aetiology of basal cell carcinoma // *The British Journal of Dermatology*. 2007. Vol. 157. P. 47–51.
8. Diepgen T. L., Drexler H., Elsner P., Schmitt J. UV-irradiation-induced skin cancer as a new occupational disease // *Der Hautarzt*. 2015. Vol. 66, № 3. P. 154–15.
9. Guy G. P., Machlin S. R., Ekwueme D. U., Yabroff K. R. Prevalence and costs of skin cancer treatment in the U. S. 2002–2006 and 2007–2011 // *American Journal of Preventive Medicine*. 2015. Vol. 48, № 2. P. 183–187.
10. Каприн А. Д. Состояние онкологической помощи населению России в 2019 году / под редакцией А. Д. Каприна, В. В. Старинского, А. О. Шахзадовой. Москва : МНИОИ имени П. А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2020. 239 с.
11. Итоги работы онкологической службы Саратовской области в 2021 г. Саратов, 2022. 53 с.
12. Блох А. И. Этиология и факторы риска развития немеланомных раков кожи и меланомы // *Медицина в Кузбассе*. 2015. Т. 14, № 4. С. 71–76.
13. Рыбкина В. Л., Азизова Т. В., Адамова Г. В. Факторы риска развития злокачественных новообразований кожи // *Клиническая дерматология и венерология* 2019. № 5, Т. 18. С. 548–555.
14. Шулаев А. В., Заринова Р. Н., Жабоева С. Л. Распространенность факторов риска рака кожи и управление ими (обзор литературы) // *Общественное здоровье и здравоохранение*. 2020. № 2 (66). С. 11–17.
15. Конопацкова О. М., Макаров В. З., Чумаченко А. Н. Медикоэкологический анализ распространения злокачественных опухолей кожи в Саратове. Саратов : Издательство Саратовского университета, 2000. 92 с.
16. Kirchberger M. C., Kirchberger L. F., Eigentler T. K., Reinhard R., Berking C., Schuler G., Heinzerling L., Herpt M. Interest in tanning beds and sunscreen in German-speaking countries // *Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*. 2017. Vol. 15, № 12. P. 1192–1198.
17. Вавринчук А. С., Марочко А. Ю. Рак кожи : факторы риска, эпидемиология в России и в мире // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=23142> (дата обращения: 23.03.2022).
18. Кубанов А. А., Кондрахина И. Н., Плахова К. И., Сайтбурханов Р. Р. Современное представление о патогенезе базальноклеточного рака кожи // *Вестник дерматологии и венерологии* 2021. Т. 97, № 5. С. 38–51.
19. Макаров В. З. Ландшафтно-экологический анализ крупного промышленного города. Саратов : Издательство Саратовского университета, 2001. 187 с.
20. Ландшафтно-экологические, микроклиматические и градостроительные исследования территории Заводского района г. Саратова : отчёт о НИР / Макаров В. З., Пестряков А. К., Волков С. А. [и др.] ; Комитет по экологии и природным ресурсам г. Саратова. Саратов, 1992. № 92/08. 75 с.

Поступила в редакцию 01.05.2022; одобрена после рецензирования 17.05.2022; принята к публикации 01.06.2022  
The article was submitted 01.05.2022; approved after reviewing 17.05.2022; accepted for publication 01.06.2022



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 3. С. 161–166  
*Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2022, vol. 22, iss. 3, pp. 161–166  
<https://geo.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-161-166>

Научная статья  
УДК 911



## Исследование транспортной инфраструктуры на примере оценки частоты движения одного из популярных трамвайных маршрутов г. Саратова

А. В. Молочко<sup>✉</sup>, А. Д. Лазарева

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

Молочко Анна Вячеславовна, кандидат географических наук, доцент, [farik26@yandex.ru](mailto:farik26@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4877-207X>  
Лазарева Анастасия Дмитриевна, студентка, [farik26@yandex.ru](mailto:farik26@yandex.ru)

**Аннотация.** В статье представлено исследование транспортной инфраструктуры города с основным акцентом на общественный транспорт, в частности трамвайный. Проведено социологическое исследование, выявившее предпочтения горожан в выборе типа общественного транспорта, а также была оценена частота фактического движения и ее соответствие данным популярного мобильного приложения.

**Ключевые слова:** транспортная инфраструктура, трамвай, социологическое исследование, г. Саратов

**Для цитирования:** Молочко А. В., Лазарева А. Д. Исследование транспортной инфраструктуры на примере оценки частоты движения одного из популярных трамвайных маршрутов г. Саратова // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 3. С. 161–166. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-161-166>

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

Article

**Study of transport infrastructure on the example of assessing the frequency of one of the popular tram routes in Saratov**

А. V. Molochko<sup>✉</sup>, А. D. Lazareva

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

Anna V. Molochko, [farik26@yandex.ru](mailto:farik26@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4877-207X>  
Anastasia D. Lazareva, [farik26@yandex.ru](mailto:farik26@yandex.ru)

**Abstract.** The paper presents a study of the transport infrastructure of the city with the main focus on public transport, in particular the tram. A sociological study was conducted that revealed the preferences of citizens in choosing the type of public transport, and the frequency of the actual movement and its correspondence with the data of a popular mobile application were also assessed.

**Keywords:** transport infrastructure, tram, sociological research, Saratov

**For citation:** Molochko A. V., Lazareva A. D. Study of transport infrastructure on the example of assessing the frequency of one of the popular tram routes in Saratov. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2022, vol. 22, iss. 3, pp. 161–166 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-161-166>

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

### Введение

Общественный транспорт, наряду с иными его видами, играет неоспоримо важную роль в жизнеспособности любого государства как на федеральном уровне, так и на муниципальном. В связи с этим поставленная задача оценки доступности и качества работы общественного транспорта в пределах областного центра важна и необходима для обеспечения комфортной городской среды.

В правительстве Саратовской области была принята Концепция о долгосрочном развитии

транспортного комплекса Саратовской области на 2009–2025 годы. В нее входят следующие задачи:

1) развитие современной и эффективной транспортной инфраструктуры, обеспечивающей ускорение товародвижения и снижение транспортных издержек в экономике региона, и формирование единого транспортного пространства региона;

2) обеспечение доступности услуг транспортного комплекса для населения Саратовской области.



Прежде всего в рамках решения данной задачи необходимо обеспечить перевозку пассажиров на социально значимых маршрутах, включая обеспечение их ценовой доступности, в частности, в городском и пригородном сообщении. Предполагается развитие систем городского и пригородного пассажирского транспорта, парков пассажирского подвижного состава, сопоставимого по технико-экономическим параметрам с мировым уровнем, а также систем, обеспечивающих скоростную и высокоскоростную перевозку пассажиров;

3) повышение конкурентоспособности транспортной системы области и реализация ее транзитного потенциала.

Решение данной задачи должно способствовать формированию прочной основы для успешной интеграции Саратовской области в мировую транспортную систему и России. Уникальное географическое положение нашей области, по территории которой проходят два международных транспортных коридора: «Север-Юг», «Запад-Восток» («Транссиб»), позволяют создать на территории области мощный мультимодальный транспортный узел;

4) повышение комплексной безопасности и устойчивости транспортной системы Саратовской области.

Решение этой задачи повысит безопасность движения грузового и пассажирского автомобильного и железнодорожного транспорта, полетов и судоходства, обеспечит эффективную работу аварийно-спасательных служб, гражданской обороны, подразделений специальных служб, позволит достичь безопасного уровня функционирования инфраструктурных объектов транспорта, повысить уровень мобилизационной готовности, а также создать необходимые условия для соответствующего уровня транспортной безопасности и снижения террористических рисков;

5) снижение вредного воздействия транспорта на окружающую среду.

Решение указанной задачи будет способствовать созданию условий для снижения уровня техногенного воздействия транспорта на окружающую среду и здоровье человека и достижению международных экологических стандартов работы отрасли;

6) улучшение инвестиционного климата и развитие рыночных отношений на транспорте.

Серьезный износ транспортной инфраструктуры и подвижного состава, который характерен для всех видов транспорта, требует для ликвидации сложившейся ситуации привлечения значительных инвестиций. Технологическое отставание является одним из главных препятствий развития транспорта. Объемы инвестиций, необходимые для достижения современного уровня развития отрасли, весьма значительны.

Реализация указанных направлений позволит вызвать интерес потенциальных инвесторов

и привлечь к инвестиционным проектам крупные банки, которые могут аккумулировать значительный объем финансовых средств [1].

Жизнь городов без общественного транспорта невозможна. Основная роль общественного транспорта – это обеспечение устойчивого роста развития городов. Несмотря на повышение обеспеченности населения собственными автомобилями, городской пассажирский транспорт пока остается одной из важных составляющих городской инфраструктуры и выполняет ряд важных функций. Общественный транспорт обеспечивает территориальное единство и целостность городов, доступность всех составляющих городского хозяйства. Посредством городского пассажирского транспорта осуществляется основная часть поездок населения.

Общественный транспорт в жизни городов выполняет ряд основных задач:

- доставка населения к местам труда и обучения и обратно;
- обеспечение перевозками граждан в личных целях, трудовыми и культурными поездками, доставка к вокзалам, аэропортам, портам и обратно [2].

#### Методы исследования

Для того чтобы объективно оценить роль городского пассажирского транспорта, был проведен опрос. По его результатам можно сделать следующие выводы о значении общественного транспорта г. Саратова в жизни граждан:

1) 93,5% респондентов регулярно пользуются общественным транспортом;

2) наибольшей популярностью пользуется автобус (56,5%) (рис. 1.);

3) среднее время ожидания транспорта у 67,7% респондентов занимает 5–10 минут. Однако у 24,2% респондентов время ожидания превышает 15 минут;

4) 58,1% опрошенных считают, что цена за проезд завышена и не соответствует качеству. Они отмечали такие проблемы, как некорректное обслуживание, отсутствие достаточного количества сидений и поручней, большое количество пассажиров, большие интервалы движения, старый подвижной состав и плохое проветривание транспорта (рис. 2);

5) также стоит отметить техническое состояние транспорта. 58,1% опрошенных считают его удовлетворительным, 22,6% неудовлетворительным и только 19,4% хорошим (рис. 3);

Саратов является административным центром, но, несмотря на это, качество дорог достаточно низкое. На улучшение качества саратовских дорог государство выделяет большое количество средств, кассовое исполнение составляет 86,1%, показатель имеет достаточно высокое значение. Однако дороги не отвечают

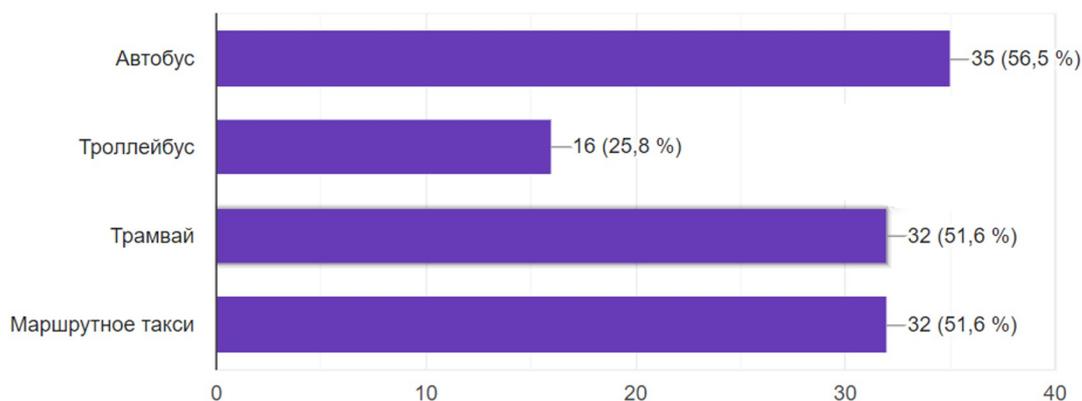


Рис. 1. Популярные виды транспорта

Считаете ли вы соотношение цена – качество оправданным?

62 ответа

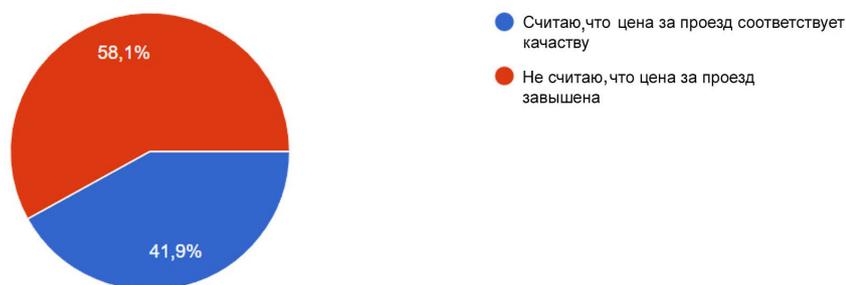


Рис. 2. Соотношение цены и качества проезда на общественном транспорте (цвет online)

Как вы оцениваете техническое состояние транспорта?

62 ответа

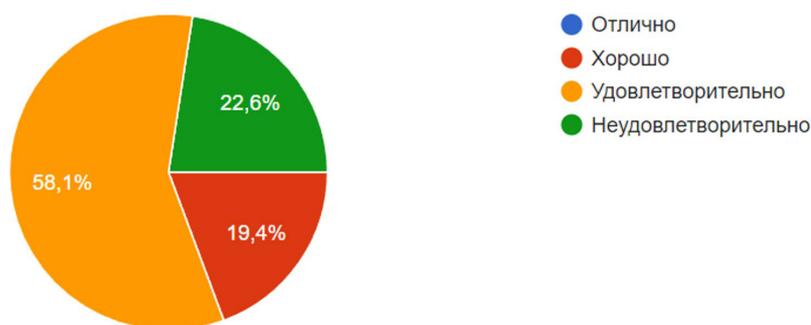


Рис. 3. Оценка технического состояния транспорта (цвет online)

нормативным требованиям, в часы пик на них образуются значительные пробки. Загруженность дорог в будние дни в городе очень сильная из-за большого потока автотранспорта, в том числе грузового, автобусов и троллейбусов. Самая большая интенсивность наблюдается в 8 часов и 17 часов, что связано с рабочим населением.

Но если по утрам город заполнен общественным транспортом, то в вечернее время наблюдается противоположная картина. Жителям

города, работающим в вечернее время, оканчивающим смену после 22:00 и не имеющим личных транспортных средств, достаточно проблематично добраться домой. Заявленное расписание общественного транспорта не всегда исполняется транспортными службами, несмотря на то что в городе активная ночная жизнь и многие торговые центры, развлекательные комплексы, заведения общепита закрываются после 22:00.



Из-за большой и неравномерно распределенной массы автобусов на многих участках дорог Саратова деформируется дорожное покрытие.

Несмотря на тот факт, что по результатам опроса общественного мнения трамвайный транспорт разделил второе место с маршрутными такси, уступив первенство автобусам, в исследовании основное внимание уделяется именно трамвайному пассажирскому транспорту. На это есть ряд причин [3]:

1) экологичность. Трамвайный транспорт – один из наиболее экологичных на текущий момент;

2) пассажироместимость. Трамвай имеет самую большую провозную способность из всего уличного транспорта. Рельсы дают возможность прицеплять несколько трамваев, что позволяет увеличивать провозную способность;

3) безопасность. Трамвай приблизительно в 140 раз меньше создает аварийных ситуаций, чем личный автомобиль (в то время как автобус лишь в 40 раз);

4) обособленность. Трамваи имеют приоритет в движении, что позволяет избегать заторов, увеличивая скорость движения;

5) экономическая выгода. Стоимость электроэнергии ниже, чем горючих материалов, кроме того, трамваи обладают большей прочностью и износостойкостью по сравнению с теми же автобусами. В среднем строительство одного километра метро обойдется от 8 до 20 млрд рублей (еще 10 млрд уйдет на станцию), в то время как строительство трамвайного полотна обойдется в 0,5–2 млрд (еще депо – 2 млрд).

Городские пассажирские перевозки трамваями и троллейбусами на территории г. Саратова обеспечивает МУПП «Саратовгорэлектротранс». Он существует с января 1918 г., когда советская власть изъяла у бельгийцев «Взаимную компанию трамваев».

На текущий момент «Саратовгорэлектротранс» обслуживает 10 трамвайных и 12 троллейбусных маршрутов. Протяженность трамвайных маршрутов составляет 158,9 км и обслуживается 4 депо, два из которых троллейбусные [4]:

- кировское трамвайное депо (обслуживает маршруты 3, 4, 6, 11);
- заводское трамвайное депо (обслуживает маршруты 2, 5, 7, 8, 9, 10);
- кировское троллейбусное депо (№ 1) (обслуживает маршруты 1, 2, 2 а, 3, 4, 15, 16, 109);
- ленинское троллейбусное депо (№ 2) (обслуживает маршруты 5, 5А, 7, 10, 11).

В ходе исследования была проведена оценка частоты движения общественного транспорта на примере трамвайного маршрута № 3.

Информация о маршруте:

- первый рейс 05:55;
- последний рейс 22:00;
- интервал движения 4–15 мин.;

– стоимость проезда 23 руб. на апрель – май 2022 г.;

– время в пути 35 мин.

Движение трамвая проходит в двух направлениях через 24 остановочные станции. Общая протяженность маршрута 21,5 км.

Начало маршрута: 6-я Дачная (трамвай) – ул. Гвардейская – Международная ул. – просп. 50 Лет Октября – Мурманский пр-д – ул. Большая Горная – Астраханская ул. – ул. Советская – Мирный пер. – пер. Мирный.

Обратно: пер. Мирный – Мирный пер. – Астраханская ул. – ул. Московская – Астраханская ул. – ул. Большая Горная – ул. Соколова – просп. 50 Лет Октября – Международная ул. – ул. Гвардейская – 6-я Дачная (трамвай) [5].

Измерение времени ожидания трамвая № 3 проводилось на остановке 3-я Дачная в течение четырех дней. Два дня в 7:00 и два дня в 17:00. Сезон года – весна (табл. 1).

Факторы, оказывающие влияние на работу общественного транспорта: погодные условия, состояние дорог, ремонтные работы, техническое состояние транспорта, перебои в работе контактной сети (характерно для электрического транспорта), ДТП на дорогах.

Таблица 1

15.04.2022. Пятница. 7:00	Время	Соответствие движения трамвая приложению «Яндекс GO»
В сторону 6-й дачной	7:04	Соответствует
	7:12	Соответствует
	7:16	Соответствует
	7:22	Не соответствует
	7:29	Соответствует
	7:34	Соответствует
	7:40	Не соответствует
	7:55	Соответствует
Среднее время ожидания 7,2 минуты.		
В сторону Мирного переулка	7:06	Соответствует
	7:11	Соответствует
	7:17	Соответствует
	7:25	Не соответствует
	7:34	Соответствует
	7:43	Соответствует
	7:51	Не соответствует
7:56	Соответствует	
Среднее время ожидания 7,1 минуты		

Примечание. Движение трамвая соответствовало приложению «Яндекс GO» на 75%

Из исследования можно сделать вывод о том, что трамваи следуют по маршруту с допустимым интервалом, который не превышает 15 минут.



В будние дни на линии работает больше транспорта, чем в выходные (несмотря на это, трамваи переполнены пассажирами). Однако следует заметить, что поломки трамвая происходят все еще достаточно часто из-за неполадок подвижного состава, схода с рельс и обрыва контактной сети.

Таблица 2

16.04.2022. Суббота. 7:00	Время	Соответствие движения трамвая приложению «Яндекс GO»
В сторону 6-й дачной	7:12	Соответствует
	7:21	Не соответствует
	7:30	Не соответствует
	7:38	Не соответствует
	7:49	Соответствует
Среднее время ожидания 8,7 минут		
В сторону Мирного переуллка	7:10	Соответствует
	7:17	Не Соответствует
	7:27	Соответствует
	7:39	Соответствует
	7:43	Не соответствует
7:51	Соответствует	
Среднее время ожидания 8,2 минуты		

Примечание. Движение трамвая соответствовало приложению «Яндекс GO» на 45%.

Таблица 3

17.04.2022. Воскресенье 17:00	Время	Соответствие движения трамвая приложению «Яндекс GO»
В сторону 6-й дачной	17:07	Не соответствует
	17:15	Не соответствует
	17:29	Не соответствует
	17:38	Соответствует
	17:46	Соответствует
	17:55	Не соответствует
Среднее время ожидания 9,6 минут		
В сторону Мирного переуллка	17:08	Соответствует
	17:13	Соответствует
	17:23	Не соответствует
	17:39	Не соответствует
17:46	Соответствует	
Среднее время ожидания 9,5 минут		

Примечание. Движение трамвая соответствовало приложению «Яндекс GO» на 45%.

Таблица 4

18.04.2022. Понедельник 17:00	Время	Соответствие движения трамвая приложению «Яндекс GO»
В сторону 6-й дачной	17:16	Не соответствует
	17:22	Не соответствует
	17:27	Не соответствует
	17:32	Соответствует
	17:37	Не соответствует
	17:42	Не соответствует
	17:45	Не соответствует
	17:57	Не соответствует
17:59	Соответствует	
Среднее время ожидания 5,4 минуты		
В сторону Мирного переуллка	17:13	Не соответствует
	17:17	Соответствует
	17:23	Не соответствует
	17:30	Не соответствует
	17:38	Не соответствует
17:44	Не соответствует	
Среднее время ожидания 6,2 минуты		

Примечание. Движение трамвая соответствовало приложению «Яндекс GO» на 20%.

### Заключение

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что в городе требуются изменение подхода и технологий в процессе дорожных работ, строгий контроль соблюдения всех требований, расширение дорог и т. п. В связи с этим могут быть предприняты следующие меры, такие как:

- внесение новых нормативных документов по проектированию, планировке и застройке центральных улиц;
- усиление контроля соблюдения технологий в дорожно-транспортном строительстве;
- организация и строительство парковочных мест;
- организация полос движения для общественного транспорта в Саратове и четкий контроль движения на подобных полосах;
- контроль расходования бюджетных средств на конкретные цели.

Актуальными для всех районов города являются такие проблемы, как утренние пятибалльные пробки, высокая загруженность общественного транспорта и повышение временных затрат. Причиной тому является отсутствие альтернативных дорожных полос и развязок из одних точек города в другие.

Одним из вариантов решения указанных проблем могут стать пункты проката велотранспорта в теплое время года по приемлемым для



горожан ценам, что значительно разгрузит дороги и при этом не будет наносить большого вреда окружающей среде, повышая интерес горожан к спорту и здоровому образу жизни [6].

Таким образом, для улучшения дорожной ситуации в Саратове требуются строительство многоуровневых парковок, транспортных развязок, управление транспортными потоками, предоставление приоритетного движения городскому и пассажирскому транспорту, соблюдение технологий при строительстве дорог.

От надежности пассажирского транспортного сообщения во многом зависят эффективность работы организаций, психологическое здоровье граждан, их работоспособность и в итоге – экономическая эффективность городов. В настоящее время перед крупными городами встает проблема противодействия транспортным заторам. Из-за резко возросшей автомобилизации, при сохранении старой архитектуры улично-дорожной сети г. Саратова, обеспечение бесперебойного транспортного сообщения автомобильным транспортом затруднено. Среднее время поездки на автомобильном транспорте ежегодно увеличивается.

Проведенный опрос также показал, что жители Саратова не довольны общественным транспортом из-за его технической составляющей и больших интервалов движения. Однако в процессе исследования таких проблем выявить не удалось. Но, несмотря на то что трамваи со-

блюдали интервал движения, они все равно были переполнены пассажирами. Из этого следует, что вагонов на линии недостаточно для комфорта граждан.

#### Библиографический список

1. О Концепции развития транспортного комплекса Саратовской области на 2009–2025 годы. URL: <https://docs.cntd.ru/document/933013032> Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 16.04.2022).
2. Общественный транспорт как логистическая система в инфраструктуре мегаполисов. URL: <http://economyandbusiness.ru/obshhestvennyj-transport-kak-logisticheskaya-sistema-v-infrastrukture-megapolisov> Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 20.04.2022).
3. Пять главных преимуществ трамвая. URL: <https://zen.yandex.ru/media/blogpetesberg/piat-glavnyh-preimuscestv-tramvaia-5f4370204883df77dac89606> Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 20.04.2022).
4. МУПП «Саратовгорэлектротранс». URL: <https://xn--c1a1ae7b.xn--p1ai/> Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 15.05.2022).
5. Трамвай 3. URL: <https://кондуктор24.рф/саратов/трамвай/3-130>. Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 19.04.2022).
6. Программа комплексного развития транспортной инфраструктуры муниципального образования «Город Саратов» до 2030 года. URL: <https://saratovmer.ru/files/orig/2/a/o/2aoedgymzcsbv3i.docx> Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 19.04.2022).

Поступила в редакцию 12.04.2022; одобрена после рецензирования 07.05.2022; принята к публикации 01.06.2022  
The article was submitted 12.04.2022; approved after reviewing 07.05.2022; accepted for publication 01.06.2022



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 3. С. 167–172  
*Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2022, vol. 22, iss. 3, pp. 167–172  
<https://geo.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-167-172>

Научная статья  
УДК 551.583.16



## Характеристика температурно-влажностного режима Левобережья Саратовской области на фоне второй волны глобального потепления

С. В. Морозова<sup>1✉</sup>, В. Н. Абанников<sup>2</sup>, М. А. Алимпиева<sup>1</sup>, М. М. Муфтяхдинова<sup>1</sup>, Р. Б. Юхмин<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Российский государственный гидрометеорологический университет, Россия, 192007, г. Санкт-Петербург, ул. Воронежская, д. 79

Морозова Светлана Владимировна, кандидат географических наук, доцент, [swetwl@yandex.ru](mailto:swetwl@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-5216-976X>

Абанников Виктор Николаевич, кандидат географических наук, доцент, [abvik@mail.ru](mailto:abvik@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2166-9294>

Алимпиева Мария Александровна, аспирант, [alimpiewa@rambler.ru](mailto:alimpiewa@rambler.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4422-8835>

Муфтяхдинова Мария Маратовна, студент, [kafmeteo@mail.ru](mailto:kafmeteo@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5474-3625>

Юхмин Роман Борисович, студент, [kafmeteo@mail.ru](mailto:kafmeteo@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2127-285X>

**Аннотация.** Рассматривается температурно-влажностный режим Левобережья Саратовской области в разные естественные климатические периоды состояния земной климатической системы – первую волну глобального потепления, стабилизацию, вторую волну глобального потепления. Отмечается, что на фоне роста температур от одного климатического периода к другому в Заволжье увеличиваются суммы осадков холодного полугодия. Тенденция изменения осадков теплого периода неоднозначна. На фоне второй волны глобального потепления на двух из исследуемых станциях наблюдается увеличение сумм осадков теплого полугодия, на двух других – уменьшение. Расчет гидротермических коэффициентов выявил тенденцию роста степени засушливости в Левобережье Саратовской области. Авторами делается вывод об увеличении гидрометеорологических рисков возделывания сельскохозяйственных культур на этой территории.

**Ключевые слова:** климатическая изменчивость, температурно-влажностный режим, погодно-климатические риски, континентальность климата

**Для цитирования:** Морозова С. В., Абанников В. Н., Алимпиева М. А., Муфтяхдинова М. М., Юхмин Р. Б. Характеристика температурно-влажностного режима Левобережья Саратовской области на фоне второй волны глобального потепления // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 3. С. 167–172. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-167-172>

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

Article

**Characterizing the temperature and humidity regime of the Left Bank of the Saratov region against the background of the second wave of global warming**

S. V. Morozova<sup>1✉</sup>, V. N. Abannikov<sup>2</sup>, M. A. Alimpieva<sup>1</sup>, M. M. Muftyakhdinova<sup>1</sup>, R. B. Yuhmin<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Russian State Hydrometeorological University, 79 Voronezhskaya St., St. Petersburg 192007, Russia

Svetlana V. Morozova, [swetwl@yandex.ru](mailto:swetwl@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-5216-976X>

Victor N. Abannikov, [abvik@mail.ru](mailto:abvik@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2166-9294>

Mariya A. Alimpieva, [alimpiewa@rambler.ru](mailto:alimpiewa@rambler.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4422-8835>

Mariya M. Muftyakhdinova, [kafmeteo@mail.ru](mailto:kafmeteo@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5474-3625>

Roman B. Yuhmin, [kafmeteo@mail.ru](mailto:kafmeteo@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2127-285X>

**Abstract.** The article considers the temperature and humidity regime of the Left Bank of the Saratov region in various natural climatic periods of the state of the earth's climate system – the first wave of global warming, stabilization, the second wave of global warming. It is noted that against the background of rising temperatures from one climatic period to another in the Trans-Volga region, the amount of precipitation in the cold half of the year increases. The trend in precipitation during the warm period is ambiguous. Against the background of the second wave of global warming, at two of the studied stations, an increase in the amount of precipitation during the warm half of the year is observed, and at the other two ones a decrease occurs. Calculation of hydrothermal coefficients revealed a trend of increasing the degree of aridity in the Left Bank of the Saratov region. The authors conclude that there is an increase in hydrometeorological risks of crop cultivation in this area.

**Keywords:** climate variability, temperature and humidity regime, weather and climate risks, climate continentality



**For citation:** Morozova S. V., Abannikov V. N., Alimpieva M. A., Muftayakhdinova M. M., Yukhmin R. B. Characterizing the temperature and humidity regime of the Left Bank of the Saratov region against the background of the second wave of global warming. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2022, vol. 22, iss. 3, pp. 167–172 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-167-172>

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC0-BY 4.0)

## Введение

Саратовская область, расположенная на юго-востоке Русской равнины, находится в области аридного климата. Преимущественно широтное расположение области определило заметную климатическую дифференциацию двух ее частей – Правобережья и Левобережья (Заволжья). Территория Заволжья области характеризуется большими суммами солнечного тепла по сравнению с Правобережными районами, большим количеством солнечных дней и большей продолжительностью солнечного сияния [1, 2]. В Левобережье области более высокие температуры воздуха летом и более низкие зимой, меньше выпадает атмосферных осадков, меньшая высота снежного покрова, чаще, чем в Правобережье, возникают засушливые явления.

Разгоняющееся потепление, развивающееся глобально, затрагивает и Саратовскую область [3–8]. В настоящей статье поставлена задача рассмотреть изменения температурно-влажностного режима Левобережья Саратовской области и оценить погодно-климатические риски для аграрного производства на этой территории.

## Исходные материалы исследования

Температурно-влажностные условия Левобережья характеризовались по данным четырех метеорологических станций – Ершов, Новоузенск, Перелюб и Александров Гай. Необходимые данные (температура, осадки) были взяты с сайта <http://meteo.ru/>. Временным интервалом исследования выбран максимально доступный для анализа период – с первой половины XX века. Однородные ряды метеорологических наблюдений за температурой воздуха имеются по станции Ершов с 1924 года, по метеостанциям Новоузенск с 1926 года, Александров Гай с 1929 года, Перелюб с 1935 года. Отметим, что этот временной интервал охватывает три климатических периода – первую и вторую волну глобального потепления и наблюдающийся между ними непродолжительный период стабилизации. Датировка, а также физическое и статистическое обоснование вышеобозначенных климатических периодов приведено в [8]. Ряды с надежными данными по атмосферным осадкам намного короче – с 1948 года по м/с Ершов, с 1951 года по м/с Новоузенск, с 1953 года по м/с Перелюб и Александров Гай. В связи с этим особенности режима осадков в Левобережье Саратовской области можно рассмотреть только в период стабилизации и во вторую волну глобального потепления. Датировка естественных

климатических периодов проводится в соответствии с оценками С. В. Морозовой [9].

## Результаты и их обсуждение

Средние многолетние температуры воздуха по рассматриваемым станциям Левобережья в три естественных климатических периода приведены в табл. 1. Как видно из табл. 1, средние годовые температуры от одного естественного климатического периода к другому в основном растут. Исключение – станция Ершов, средние годовые температуры на которой в период стабилизации остались такими же, как и в первую волну глобального потепления. В целом от первой волны глобального потепления к периоду стабилизации в Заволжье температуры оказались выше на 0,5–0,7°C.

Таблица 1

**Средние годовые температуры воздуха, °С, в естественные климатические периоды состояния земной климатической системы**

Метеостанция	Естественный климатический период		
	I волна глобального потепления (начало XX века – 1943 гг.)	Стабилизация (1944–1974 гг.)	II волна глобального потепления (1975–2020 гг.)
Новоузенск	5,3	5,9	7,1
Ершов	5,1	5,1	6,2
Александров Гай	5,5	6,2	7,4
Перелюб	4,0	4,5	5,9

Интересно посмотреть, характерна ли выше обозначенная тенденция для всех месяцев года или только для некоторых. Для этого изучим изменение средних месячных температур воздуха по станциям Левобережья в рассматриваемые естественные климатические периоды (табл. 2).

Согласно данным табл. 2, от одного естественного климатического периода к другому отмечается рост средних месячных температур во все сезоны года, за исключением летнего. Так, в июне изменение средних месячных температур от одного естественного климатического периода к другому практически незаметно. В июле температуры в период стабилизации были ниже, чем в первую волну глобального потепления, также по данным всех метеостанций. Тенденция, аналогичная июльской, проявилась в августе, сентябре и октябре.



Таблица 2

**Средние месячные температуры воздуха, °С, в естественные климатические периоды состояния земной климатической системы по метеостанциям Левобережья**

Период	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>Новоузенск</b>												
I волна (начало XX века – 1943 гг.)	-13,2	-13,2	-6,7	6,5	15,2	20,4	23,8	21,7	14,6	5,7	-1,5	-9,4
Стабилизация (1944–1974 гг.)	-12,0	-11,6	-5,0	7,6	16,0	21,1	23,0	21,6	14,5	5,9	-2,0	-8,0
II волна (1975–2020 гг.)	-9,2	-9,6	-2,8	8,8	16,7	21,6	23,8	22,0	15,2	6,8	-1,1	-7,0
<b>Ершов</b>												
I волна (начало XX века – 1943 гг.)	-13,6	-13,5	-7,0	5,8	14,4	19,6	22,6	20,7	14,1	5,3	-2,1	-9,8
Стабилизация (1944–1974 гг.)	-12,6	-12,2	-5,9	6,6	15,2	20,0	21,7	20,5	13,8	5,3	-2,7	-8,7
II волна (1975–2020 гг.)	-9,9	-10,2	-3,9	7,6	15,9	20,4	22,5	20,8	14,3	6,0	-1,9	-7,7
<b>Александров Гай</b>												
I волна (начало XX века – 1943 гг.)	-14,8	-13,7	-6,1	7,1	15,9	20,4	24,4	22,7	14,9	6,6	-1,8	-10,0
Стабилизация (1944–1974 гг.)	-12,0	-11,4	-4,6	8,0	16,3	21,3	23,4	21,9	14,9	6,2	-1,8	-7,8
II волна (1975–2020 гг.)	-9,1	-9,4	-2,4	9,1	16,9	22,1	24,2	22,4	15,5	6,9	-1,0	-6,7
<b>Перелюб</b>												
I волна (начало XX века – 1943 гг.)	-16,7	-13,3	-7,7	5,9	13,4	18,9	22,4	21,1	13,5	4,8	-3,4	-10,4
Стабилизация	-13,3	-13,1	-6,6	5,9	14,9	19,7	21,6	20,1	13,1	4,6	-3,2	-9,2
II волна (1975–2020 гг.)	-10,7	-10,8	-4,4	7,2	15,7	20,1	22,2	20,2	13,8	5,5	-2,2	-8,5

Таким образом, в Левобережье Саратовской области «разгоняющееся» потепление охватывает только зимне-весенний период и практически не проявляется в летне-осенний. Укажем, что рост зимних температур произошел на 2–3°С, летние – на 1–1,5°С.

Рассмотрим изменение режима осадков в два естественных климатических периода – период стабилизации и во вторую волну глобального потепления (табл. 3).

Как видно из табл. 3, изменение осадков по станциям Левобережья неоднозначно, однако можно заметить увеличение зимних осадков от периода стабилизации ко второй волне глобального потепления. В весенне-летний период от периода стабилизации ко второй волне глобального потепления осадков стало больше в марте, апреле, июне и июле. Особо следует отметить уменьшение осадков в мае во вторую волну глобального потепления по сравнению с периодом стабилизации, что отмечается по всем станциям. В осенние месяцы от одного климатического периода к другому осадки в Заволжье в целом растут.

Рассмотрим тенденцию изменения осадков во вторую волну глобального потепления в Левобережье области. Коэффициенты наклона линейных трендов (КНЛТ) изменения сумм осад-

ков теплого и холодного периодов приведены в табл. 4.

Согласно данным табл. 4, в Левобережье растут осадки холодного полугодия. Тенденция изменения осадков в теплый период по разным станциям различна. Рост осадков во вторую волну глобального потепления наблюдается в Ершове и Перелюбе. В Новоузенске и Александров Гайе осадки теплого периода уменьшаются. Рост осадков холодного полугодия способствует накоплению весенней влаги в почве, однако при намеченной тенденции роста весенних температур это явление не снижает риски в растениеводстве.

Однако для оценки условия увлажнения учитываются не только осадки, но и возможности испарения, определяемые температурным режимом.

Для более корректной оценки гидрометеорологических рисков в производстве растениеводческой продукции в Левобережье рассчитаем гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) по формуле

$$ГТК = \frac{\sum P}{0,1 \sum T_{\geq 10^{\circ}C}},$$

где  $\sim P$  – сумма осадков, мм, за период со средней суточной температурой воздуха выше 10°С;  $\sum T_{\geq 10^{\circ}C}$  – сумма средних суточных температур выше 10°С.



Таблица 3

## Средние месячные суммы осадков, мм, по метеостанциям Левобережья

Период	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Новоузенск												
Стабилизация (1944–1974 гг.)	24	19	19	21	26	32	35	25	26	29	32	25
II волна (1975–2020 гг.)	28	21	22	27	24	35	30	22	33	30	26	30
Ершов												
Стабилизация (1944–1974 гг.)	27	19	24	21	33	31	36	32	26	33	34	25
II волна (1975–2020 гг.)	31	24	25	28	29	42	38	31	42	35	32	32
Александров Гай												
Стабилизация (1944–1974 гг.)	26	20	19	16	26	29	26	25	20	29	30	25
II волна (1975–2020 гг.)	31	23	23	26	25	30	27	25	27	29	26	31
Перелюб												
Стабилизация (1944–1974 гг.)	29	22	20	21	29	38	38	23	34	35	35	30
II волна (1975–2020 гг.)	42	33	32	28	28	49	39	34	41	39	37	42

Таблица 4

## Изменение сумм осадков (КНЛТ) теплого и холодного периодов в Заволжье во вторую волну глобального потепления

Метеостанция	Коэффициенты наклона линейных трендов	
	Теплый период	Холодный период
Ершов	0,071	0,062
Новоузенск	–0,021	0,052
Перелюб	0,123	0,243
Александров Гай	–0,026	0,059

Поскольку ключевую роль в растениеводстве играют осадки мая – июня, приведем значения ГТК именно для этих месяцев и определим тенденцию его изменения на фоне второй волны глобального потепления. Средние значения ГТК для мая – июня приведены в табл. 5 (выбранный временной интервал).

Таблица 5

## Средние многолетние значения ГТК

Метеостанция	Значения ГТК	
	Май	Июнь
Новоузенск	0,48	0,43
Ершов	0,68	0,63
Александров Гай	0,52	0,40
Перелюб	0,74	0,82
Среднее	0,61	0,57

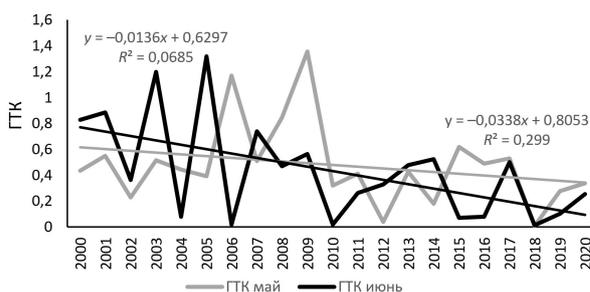
Можно сказать (см. табл. 5), что за исключением восточного района Левобережья области

(м/с Перелюб) погодные условия мая и июня характеризуются как очень засушливые [10]. В окрестностях метеостанции Перелюб – как засушливые [10]. Возможно, снижению степени засушливости способствует орографическое увеличение осадков (осадки предвосхождения).

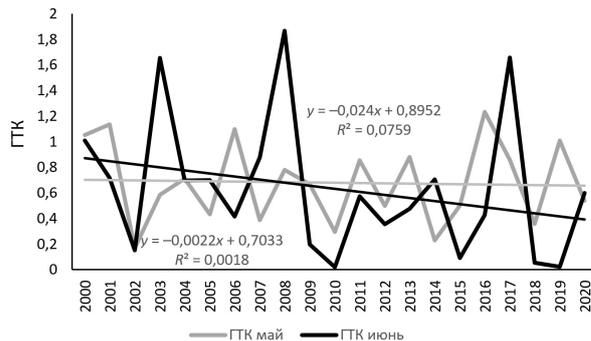
Изменение гидротермического коэффициента по станциям Левобережья с 2000 по 2020 г. показано на рисунке. Как видно из рисунка, значения ГТК в мае и июне снижаются по данным всех метеостанций. Особенно сильное изменение ГТК характерно для июня. Выявленная тенденция изменения ГТК в мае и июне способствует увеличению рисков в растениеводстве в Саратовской области.

## Заключение

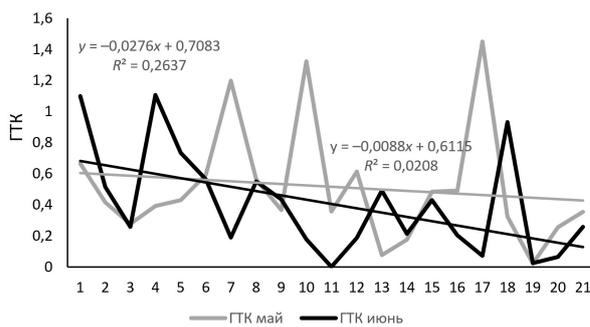
В заключение проведенного исследования можно отметить одну интересную особенность температурного режима Заволжья: во вторую волну глобального потепления зимний минимум температур смещается на февраль (см. табл. 3) за исключением метеостанции Перелюб. Смещение годовых экстремумов температур указывает на снижение степени континентальности климата на исследуемой территории. Напомним, что для умеренно-континентального типа климата январь является самым холодным месяцем. Смещение зимнего минимума на февраль свидетельствует о приобретении территорией некоторых черт морского климата. Проверим данное предположение, рассчитав годовые амплитуды температур, и проследим изменение степени континентальности климата по рассматриваемым метеостанциям во вторую волну глобального по-



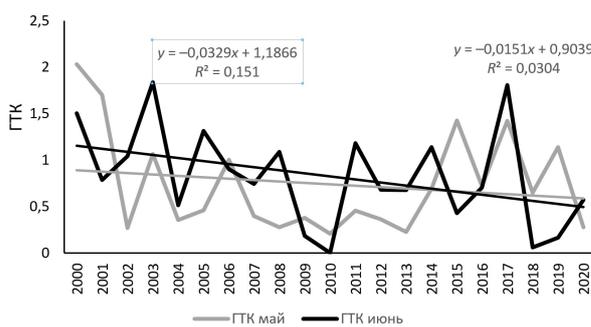
а



б



в



г

Средние годовые значения ГТК по станциям Левобережья: а – Новоузенск; б – Ершов; в – Александров Гай; г – Перелуб

тепления. Отметим, что основным показателем степени континентальности климата является именно годовая амплитуда температур [11,12]. Расчет коэффициентов наклона линейных трендов показал, что в Левобережье на фоне второй волны глобального потепления годовые амплитуды температур снижаются. Для метеостанции Ершов  $\alpha = -0,033$ , по м/с Новоузенск и Александров Гай  $\alpha = -0,027$ . Укажем, что снижение степени континентальности обусловлено ростом именно зимних температур, что является типичным для процессов в земной климатической системе.

### Библиографический список

1. Справочник по климату СССР. Солнечная радиация, радиационный баланс и солнечное сияние : в 5 томах / ответственные рецензенты В. Н. Борсук, Е. И. Янковская. Ленинград : Гидрометеиздат, 1996. Вып. 12, ч. 1. 84 с.
2. Научно-прикладной справочник по климату. Многолетние данные : в 6 частях. Ленинград : Гидрометеиздат, 1988. Серия 3. Вып. 12, ч. 1. 646 с.
3. Второй Оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. Москва : Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), 2014. 60 с.
4. Левицкая Н. Г., Морозова С. В., Орлова И. А. Климатические изменения в Нижневолжском регионе на фоне

глобального потепления (на примере Саратова) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : Науки о Земле. 2013. Т. 13, вып. 1. С. 45–50.

5. Morozova S. V., Polyanskaya E. A., Kononova N. K., Molchanova N. P., Solodovnikov A. P. Peculiarities of the global climate tendencies in the south-east Russian plains // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 381. URL: <https://iopscience.iop.org/issue/1755-1315/381/16> (дата обращения: 15.08.2021).

6. Морозова С. В. О формировании экстремальных погодных условий весной в Нижнем Поволжье // Погода и климат : новые методы и технологии исследования : сборник научных трудов Всероссийской научной конференции. Пермь : Издательство Пермского университета, 2010. С. 93–95.

7. Морозова С. В. Температурно-влажностные особенности месяцев периода вегетации // География в Саратовском университете. Современные исследования : сборник научных трудов. Саратов : Издательство Саратовского университета, 2014. С. 202–209.

8. Морозова С. В., Полянская Е. А., Кононова Н. К., Летучий А. В., Молчанова Н. П. Особенности проявления глобальных климатических тенденций на юго-востоке Русской равнины // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти чл.-корр. РАН А. Н. Антипова. Иркутск : Издательство Института географии имени В. Б. Сочавы СО РАН, 2019. С. 181–186.

9. Морозова С. В. Роль планетарных объектов циркуляции в глобальных климатических процессах. Саратов : Издательство Саратовского университета, 2019. 132 с.



10. *Пряхина С. И., Морозова С. В., Левицкая Н. Г., Гужова Е. И.* Практические работы по курсу «Основы агрометеорологии». Саратов : ИЦ «Наука», 2013. 124 с.

11. *Хромов С. П., Петросянц М. А.* Метеорология и климатология. Москва : Издательство Московского университета, 2006. 582 с.

12. *Лапина С. Н.* Характеристика континентальности климата Саратова и Санкт-Петербурга на фоне глобального потепления // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : Науки о Земле. 2017. Т. 17, вып. 4. С. 219–221. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2017-17-4-219-221>

Поступила в редакцию 20.05.2022; одобрена после рецензирования 30.05.2022; принята к публикации 01.06.2022  
The article was submitted 20.05.2022; approved after reviewing 30.05.2022; accepted for publication 01.06.2022



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 3. С. 173–177  
*Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2022, vol. 22, iss. 3, pp. 173–177  
<https://geo.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-173-177>

Научная статья  
УДК 551.583.16



## Особенности температурно-влажностного режима Правобережья Саратовской области на фоне глобальных климатических тенденций

С. В. Морозова<sup>✉</sup>, М. А. Алимпиева, Э. Р. Марданшина, Р. Б. Юхмин

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

Морозова Светлана Владимировна, кандидат географических наук, доцент, [swetwl@yandex.ru](mailto:swetwl@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-5216-976X>

Алимпиева Мария Александровна, аспирант, <https://orcid.org/0000-0003-4422-8835>

Марданшина Эльвира Робертовна, студент, [kafmeteo@mail.ru](mailto:kafmeteo@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3268-1125>

Юхмин Роман Борисович, студент, [kafmeteo@mail.ru](mailto:kafmeteo@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2127-285X>

**Аннотация.** Рассматривается температурно-влажностный режим Правобережья по данным четырех метеостанций в три естественных климатических периода – стабилизацию, первую и вторую волны глобального потепления. Отмечается усиление темпов потепления от одного естественного климатического периода к другому. На фоне прогрессивного роста температур наблюдается увеличение количества осадков в холодное полугодие и их уменьшение в теплое. Выявленная тенденция может указывать на возрастание погодно-климатических рисков растениеводства в Правобережье Саратовской области.

**Ключевые слова:** климатическая изменчивость, температурно-влажностный режим, погодно-климатические риски

**Для цитирования:** Морозова С. В., Алимпиева М. А., Марданшина Э. Р., Юхмин Р. Б. Особенности температурно-влажностного режима Правобережья Саратовской области на фоне глобальных климатических тенденций // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 3. С. 173–177. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-173-177>

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

Article

### Peculiarities of the temperature and humidity regime of the Right Bank of the Saratov region against the background of global climate trends

S. V. Morozova<sup>✉</sup>, M. A. Alimpieva, E. R. Mardanshina, R. B. Yukhmin

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

Svetlana V. Morozova, [swetwl@yandex.ru](mailto:swetwl@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-5216-976X>

Mariya A. Alimpieva, [alimpiewa@rambler.ru](mailto:alimpiewa@rambler.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4422-8835>

Elvira R. Mardanshina, [kafmeteo@mail.ru](mailto:kafmeteo@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3268-1125>

Roman B. Yukhmin, [kafmeteo@mail.ru](mailto:kafmeteo@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2127-285X>

**Abstract.** The temperature and humidity regime of the Right Bank is considered according to the data of four weather stations in three natural climatic periods – stabilization, the first and second waves of global warming. There is an increase in the rate of warming from one natural climatic period to another. Against the background of a progressive rise in temperatures, there is an increase in the amount of precipitation in the cold half of the year and its decrease in the warm one. The revealed trend may indicate an increase in weather and climate risks of crop production in the Right Bank of the Saratov region

**Keywords:** climatic variability, temperature and humidity conditions, weather and climate risks

**For citation:** Morozova S. V., Alimpieva M. A., Mardanshina E. R., Yuhmin R. B. Peculiarities of the temperature and humidity regime of the Right Bank of the Saratov region against the background of global climate trends. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2022, vol. 22, iss. 3, pp. 173–177 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-173-177>

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

### Введение

Современные климатические тенденции, наблюдаемые на нашей планете, очевидны и трактуются как разгоняющееся потепление [1–4]. Действительно, за время инструментальных ме-

теорологических наблюдений средние годовые температуры воздуха Северного полушария росли со скоростью 0,048°C/10 лет. Однако увеличение средних полушарных температур происходит очень неравномерно. В ходе приповерхност-



ной температуры выделяются циклы, имеющие различные продолжительность, частоту, амплитуду. Наиболее известные из них – это период стабилизации (относительного похолодания), наблюдавшийся в 50–60-х годах XX века, приостановка потепления в нулевых годах XXI века.

С. В. Морозовой (Morozova) [5–7] проведен статистический анализ циклических изменений приповерхностной температуры Северного полушария. В результате этого выделены климатические промежутки, на которых средняя полушарная приповерхностная температура воздуха имеет однонаправленные тенденции изменения. Эти промежутки С. В. Морозова предложила назвать естественными климатическими периодами состояния земной климатической системы (ЗКС), хотя в последнее время, безусловно, добавилась антропогенная составляющая.

Укажем, что помимо цикличности еще одной особенностью развивающегося потепления является его сезонность, заключающаяся в наиболее сильном росте зимних температур. Так, опять же за время регулярных метеорологических наблюдений зимние температуры (январь) росли со скоростью  $0,054^{\circ}\text{C}/10$  лет, а летние (июль) –  $0,036^{\circ}\text{C}/10$  лет. Таким образом, наблюдающееся на планете потепление характеризуется тем, что наиболее сильно теплеют зимние сезоны по сравнению с летними.

Наблюдающееся потепление, помимо сезонной неоднородности, имеет и региональную неоднородность. Во Втором Оценочном докладе по изменениям климата на территории Российской Федерации [2] приведены карты, характеризующие сезонную и территориальную неоднородность проявления второй волны глобального потепления.

Безусловно, климатические изменения наиболее ярко проявляются в изменениях температуры воздуха. Однако другой важнейшей климатической характеристикой являются атмосферные осадки. В материалах Оценочных докладов [1, 2] указывается, что характер изменения осадков на фоне разгоняющегося потепления неоднороден, тем не менее можно уловить слабые тенденции их увеличения в гумидных зонах. Рост осадков в аридных зонах характерен только для холодного полугодия. Однако в аридных зонах замечено увеличение повторяемости ливневых осадков в сентябре [8–10].

Согласно [2, 11], в отдельных регионах отмечается увеличение частоты экстремальных явлений погоды. Так, в западной части России растет интенсивность и продолжительность жарких волн и снижаются эти характеристики у холодных [2]. В пределах основной земледельческой зоны России возрастает частота засушливых явлений. С 1996 по 2012 г. отмечается рост опасных явлений погоды [2, 11].

Таким образом, современное потепление, начавшееся в конце XIX века, неоднородно во вре-

мени и в пространстве, а также имеет хорошо выраженные региональные особенности.

### Цели исследования. Исходные данные

Так как глобальные климатические тенденции по-разному проявляются в разных районах, то интересно провести анализ изменения некоторых климатических характеристик на территории Саратовской области. Она является одним из важнейших аграрных регионов России, поэтому сведения об изменениях температурно-влажностных условий на фоне наблюдающейся климатической изменчивости важны для специалистов этого погодозависимого сектора экономики.

В настоящей статье поставлена задача рассмотреть изменения температурно-влажностного режима Правобережья Саратовской области в три естественных климатических периода – первую волну глобального потепления, период стабилизации и вторую волну глобального потепления, а также проследить тенденции изменения этого режима на фоне второй волны глобального потепления.

Исходными материалами для выполнения исследования послужили данные о средних месячных температурах воздуха и месячных суммах осадков. Необходимые материалы брались из климатических справочников [12–14], а также с официального сайта ВНИИГМИ-МЦД (<http://aisori-m.meteo.ru/waisori/>). Для характеристики климатических особенностей Правобережья выбраны четыре метеорологические станции, имеющие наиболее длинные и статистически однородные метеорологические ряды наблюдений – Балашов, Октябрьский городок, Хвалынский и Саратов.

На основании имеющихся данных (электронные архивы, климатические справочники) для характеристики температурного режима рассчитаны средние месячные и средние годовые температуры воздуха за отдельные климатические периоды. Отметим, что для характеристики режима осадков помимо средних месячных и средних годовых сумм за различные климатические периоды рассчитаны климатические суммы осадков за холодное и теплое полугодия.

Римскими цифрами I, II, III в таблицах и по тексту обозначены естественные климатические периоды – первая волна глобального потепления, стабилизация, вторая волна глобального потепления соответственно.

### Результаты исследования

Анализ рассчитанных средних многолетних значений исследуемых величин позволил выявить некоторые различия их значений в естественные климатические периоды.

Рассмотрим подробно изменения средних годовых температур воздуха в Правобережье Са-



ратовской области в различные климатические периоды (табл. 1).

Таблица 1

**Средние годовые температуры воздуха, °С, в естественные климатические периоды состояния земной климатической системы**

Метеостанция	Естественный климатический период		
	I	II	III
Балашов	4,8	5,5	6,3
Октябрьский городок	4,0	4,5	5,8
Саратов	5,1	5,8	6,8
Хвалынский	4,3	5,5	7,2

Как видно из табл. 1, средние годовые температуры воздуха по всем исследуемым станциям Правобережья Саратовской области от одного естественного климатического периода к другому растут. Таким образом, на территории Правобережья области не обнаружен период стабилизации (относительного похолодания), проявившийся глобально. Укажем, что такая тенденция (отсутствие периода стабилизации) характерна для многих континентальных районов [3]. Средние годовые температуры в Правобережье от первой волны глобального потепления к периоду стабилизации повысились в среднем на 0,7°С, причем наибольший рост температур наблюдался на станции, расположенной севернее других (Хвалынский).

От периода стабилизации ко второй волне глобального потепления (см. табл. 1) средние

годовые температуры росли еще быстрее. В Правобережье Саратовской области во вторую волну глобального потепления по сравнению с периодом стабилизации стало теплее на 1,2°С. Таким образом, на рассматриваемой территории проявилась глобальная тенденция – ускорение темпов потепления.

Посмотрим, как на территории Правобережья прослеживается глобальная тенденция – рост температур именно холодной части года. Для этого рассмотрим изменения средних месячных температур на рассматриваемых станциях в разные естественные климатические периоды состояния земной климатической системы (табл. 2).

Как видно из табл. 2, в Правобережье области, как и глобально, от одного климатического периода к другому растут температуры именно холодной части года. Однако следует отметить, что в отдельные климатические периоды на метеостанциях самым холодным месяцем оказывается февраль, например в первую волну глобального потепления – в Балашове, Октябрьском городке и Саратове; в период стабилизации – в Саратове; во вторую волну глобального потепления – в Октябрьском городке и Хвалынске.

В весенние месяцы (см. табл. 2) от одного климатического периода к другому температуры тоже растут довольно быстро, а вот в летние месяцы их увеличение приостанавливается. В сентябре и октябре от одного естественного климатического периода к другому температуры тоже не обнаруживают большого роста, а в ноябре в период стабилизации температуры ока-

Таблица 2

**Средние месячные температуры воздуха, °С, по метеостанциям Правобережья**

Климатический период	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Балашов												
I	-10,8	-11,2	-4,7	6,2	13,5	16,5	20,5	18,3	12,0	4,8	-1,1	-8,1
II	-10,5	-10,0	-4,4	6,6	14,7	19,1	20,4	19,5	13,2	5,5	-1,7	-7,0
III	-8,3	-8,3	-2,7	7,8	15,4	19,1	20,9	19,6	13,6	6,1	-1,0	-5,9
Хвалынский												
I	-13,1	-12,7	-6,3	4,4	13,8	17,9	21,2	19,0	13,0	4,5	-2,2	-10,1
II	-10,5	-10,0	-4,6	6,0	15,0	19,8	21,1	19,6	14,4	5,4	-2,3	-8,0
III	-7,9	-9,5	-2,5	7,9	16,0	20,0	22,5	21,3	15,0	6,4	0,0	-6,7
Октябрьский городок												
I	-12,6	-13,1	-6,7	4,9	13,5	18,1	20,8	18,9	12,7	4,4	-2,7	-9,7
II	-11,9	-11,3	-4,9	6,8	14,5	18,5	19,8	18,0	11,4	4,2	-3,0	-8,2
III	-9,7	-9,9	-4,0	7,0	14,8	18,9	20,8	19,3	13,1	5,4	-2,0	-7,2
Саратов												
I	-11,7	-12,0	-5,3	6,0	14,5	19,0	21,6	20,0	13,8	5,6	-1,6	-8,8
II	-11,0	-14,5	-4,5	6,9	15,4	20,0	21,7	20,3	14,1	5,9	-1,9	-7,4
III	-8,4	-8,4	-2,6	8,3	16,2	20,2	22,3	20,6	14,3	6,6	-0,9	-6,1



зываются ниже температур в первую волну глобального потепления по всем рассматриваемым метеостанциям Правобережья.

Таким образом, в Правобережье проявилась глобальная тенденция – рост температур именно холодной части года.

Интересно рассмотреть тенденцию изменения осадков в Правобережье на фоне климатической изменчивости. Отметим, что режим осадков в условиях меняющегося климата не обнаруживает каких-то определенных тенденций изменения [1, 2]. Месячные суммы осадков по исследуемым метеостанциям представлены в табл. 3. Следует отметить, что надежные данные о месячных суммах осадков в три климатических периода имеются только по метеостанции Саратов.

Картина климатических изменений месячных сумм осадков в Правобережье Саратовской области довольно пестрая, однако заметен рост месячных сумм осадков от одного климатического периода к другому практически во всех месяцах (см. табл. 3). В июле, наоборот, наблюдаем уменьшение месячных сумм осадков от первой волны глобального потепления ко второй. В мае и августе месячные суммы осадков в период стабилизации становятся больше, чем в первую волну глобального потепления, во вторую волну глобального потепления суммы осадков в эти месяцы уменьшаются по сравнению с предыдущим периодом. В июне и сентябре осадков в период стабилизации выпадало меньше, чем в предыдущий и в последующий периоды. Такая сложная климатическая динамика в большинстве месяцев теплого периода подчеркивает большую пространственно-временную изменчивость осадков

в зонах недостаточного увлажнения в вегетационный период.

Поскольку в условиях аридного климата именно осадки являются лимитирующим фактором выращивания сельскохозяйственных культур, то очень интересна будет тенденция их изменения именно в последний естественный климатический период – вторую волну глобального потепления. Для такого анализа рассмотрим суммы осадков за теплое и холодное полугодия. Напомним, что в теплое полугодие в условиях Саратовской области входят месяцы с апреля по октябрь, в холодное – с ноября по март.

Коэффициенты наклона линейных трендов (КНЛТ) по трем метеостанциям Правобережья Саратовской области показаны в табл. 4.

Таблица 4

**Значения КНЛТ сумм осадков теплое и холодное периодов во вторую волну глобального потепления по метеостанциям Правобережья Саратовской области**

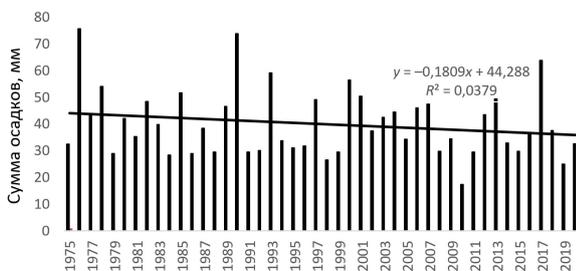
Метеостанция	Теплый период	Холодный период
Саратов	-0,0614	0,1784
Хвалынский	-0,1471	0,0109
Балашов	-0,1311	0,0614
Октябрьский городок	-0,1809	0,1076

Как видно из табл. 4, в Правобережье растут суммы осадков холодного полугодия и уменьшаются суммы теплого. Тенденция изменения осадков теплого и холодного полугодий, по данным метеостанции Октябрьский городок соответственно, показана на рисунке.

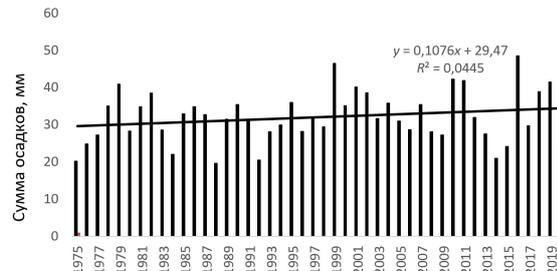
Таблица 3

**Месячные суммы осадков, мм, по метеостанции Саратов**

Климатический период	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
I	21	18	23	26	40	47	53	35	39	40	32	28
II	36	30	27	29	44	36	46	50	35	43	41	36
III	47	35	33	33	37	52	45	35	48	46	43	43



а



б

Изменение сумм осадков теплое и холодное полугодий на фоне второй волны глобального потепления по метеостанции Саратов: а – теплое полугодие; б – холодное полугодие



Укажем, что такая тенденция оказывается неблагоприятной для сельского хозяйства и способствует повышению погодно-климатических рисков в растениеводстве в Правобережье Саратовской области.

### Библиографический список

1. Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate change 2013. The physical science basis. Cambridge : Cambridge University Press, 2013. 1535 p.
2. Второй Оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. Москва : Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), 2014. 60 с.
3. Шерстюков Б. Г. Региональные и сезонные закономерности изменений современного климата. Обнинск : Издательство ВНИГМИ-МЦД, 2008. 246 с.
4. Морозова С. В., Алимбиева М. А. Оценка вклада углекислого газа в наблюдаемые климатические изменения статистическими методами // Земля и космос : Всероссийская научная конференция с международным участием к столетию академика РАН К. Я. Кондратьева : сборник статей. Санкт-Петербург : Издательство ООО «РПК «АМИГО-ПРИНТ»», 2020. С. 254–258.
5. Морозова С. В. Роль планетарных объектов циркуляции в глобальных климатических процессах. Саратов : Издательство Саратовского университета, 2019. 132 с.
6. Morozova S. V., Polyanskaya E. A., Ivanova G. F., Levitskaya N. G., Denisov K. E., Molchanova N. P. Variability of the circulation processes in the Lower Volga Region on the background of global climate trends // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science (EES). 2018. Vol. 107. Article number 012037. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/107/1/012037>
7. Morozova S. V., Polyanskaya E. A., Kononova N. K., Molchanova N. P., Solodovnikov A.P. Peculiarities of the global climate tendencies in the south-east Russian plains // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 381. Article number 012064 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/381/1/012064>
8. Морозова С. В., Полянская Е. А., Пужлякова Г. А., Фетисова Л. М. Статистический анализ суточных сумм осадков теплого периода в Саратове // Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 200-летию Казанского университета. Казань : Издательство Казанского университета, 2004. С. 355–356.
9. Алимбиева М. А., Морозова С. В., Завьялова Е. В. Сравнительный анализ суточных сумм осадков в Саратове и Ростове-на-Дону // Материалы II Международной научной конференции памяти члена-корреспондента РАН Д. Г. Матишова. Ростов-на-Дону : Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук», 2020. С. 21–23.
10. Морозова С. В., Алимбиева М. А. Статистический анализ сумм осадков по данным метеостанции Саратов Юго-Восток // Сборник научных трудов конференции. Таганрог : Южный федеральный университет, 2020. С. 447–450.
11. Морозова С. В. Аномальные явления погоды на фоне второй волны глобального потепления // Сборник трудов конференции. Воронеж : Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2017. С. 445–449.
12. Справочник по климату СССР. Температура воздуха и почвы : в 5 частях. Ленинград : Гидрометеорологическое издательство, 1965. Вып. 12, ч. 2. 344 с.
13. Справочник по климату СССР. Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров : в 5 частях / ответственный редактор Е. И. Янковская. Ленинград : Гидрометеорологическое издательство, 1968. Вып. 12, ч. 4. 336 с.
14. Справочник по климату СССР. Облачность и атмосферные осадки. Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров : в 5 частях / ответственный редактор Е. И. Янковская. Ленинград : Гидрометеорологическое издательство, 1968. Вып. 12, ч. 5. 246 с.

Поступила в редакцию 20.05.2022; одобрена после рецензирования 30.05.2022; принята к публикации 01.06.2022  
The article was submitted 20.05.2022; approved after reviewing 30.05.2022; accepted for publication 01.06.2022



## ГЕОЛОГИЯ

Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 3. С. 178–184

*Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2022, vol. 22, iss. 3, pp. 178–184

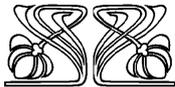
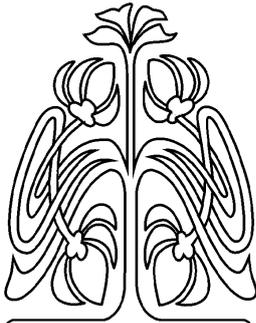
<https://geo.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-178-184>

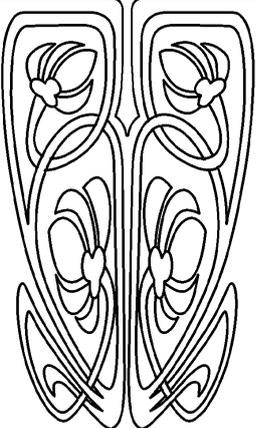
Научная статья

УДК 567.4/5(4-11)|621.76|

Памяти профессора Саратовского университета М. Г. Миниха посвящается



НАУЧНЫЙ  
ОТДЕЛ



### Новые данные о позднепермской лучеперой рыбе *Toyemia Minich* – зональном роде биостратиграфической схемы перми по ихтиофауне Восточной Европы

А. В. Миних<sup>✉</sup>, С. О. Андрушкевич

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

Миних Алла Васильевна, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий инженер Регионального музея землеведения, a.v.minih@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1144-5278>

Андрушкевич Станислав Олегович, заведующий лабораторией геммологии, geostone@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9791-5765>

**Аннотация.** Впервые по неизвестному ранее полному скелету и фрагментам скелета из позднепермских местонахождений Восточной Европы дополнена картина строения лучеперой рыбы рода и вида *Toyemia tverdochlebovi* Minich. Описано строение головы, которое до настоящего времени у рода оставалось неизвестным. Подтверждено высказанное ранее автором таксона места расположения спинного плавника далеко от головы, вблизи хвостовой области. **Ключевые слова:** лучеперая рыба *Toyemia tverdochlebovi*, новые данные, верхняя пермь, северодвинский ярус, Восточная Европа

**Для цитирования:** Миних А. В., Андрушкевич С. О. Новые данные о позднепермской лучеперой рыбе *Toyemia Minich* – зональном роде биостратиграфической схемы перми по ихтиофауне Восточной Европы // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 3. С. 178–184. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-178-184>

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

Article

**New data on the Late Permian actinopterygian fish *Toyemia Minich*, a zonal genus of the Permian biostratigraphic scheme based on ichthyofauna from the Eastern Europe**

A. V. Minikh<sup>✉</sup>, S. O. Andrushkevich

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

Alla V. Minikh, a.v.minih@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1144-5278>

Stanislav O. Andrushkevich, geostone@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9791-5765>

**Abstract.** The structure of the actinopterygian fish genus and species *Toyemia tverdochlebovi* Minich has been completed for the first time using a previously unknown complete skeleton and skeletal fragments from Late Permian localities of Eastern Europe. The structure of a head which so far remained unknown in the genus is described. The dorsal fin location far from the head near the caudal region was confirmed as expressed earlier by the taxon's author.

**Keywords:** actinopterygian fish *Toyemia tverdochlebovi*, new data, Upper Permian, Severodvinian Stage, Eastern Europe



**For citation:** Minikh A. V., Andrushkevich S. O. New data on the Late Permian actinopterygian fish *Toyemia Minich*, a zonal genus of the Permian biostratigraphic scheme based on ichthyofauna from the Eastern Europe. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2022, vol. 22, iss. 3, pp. 178–184 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-178-184>

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

## Введение

В 1990 году М. Г. Миних по скелету и его противоотпечатку из позднепермского местонахождения Бабинцево (Оренбургская обл.) опубликовал описание нового рода и вида лучеперой рыбы *Toyemia tverdochlebovi* Minich. Голова у этих образцов была плохой сохранности и в характеристику рода не вошла. Изучение новых, дополнительных, материалов по этому таксону автор не проводил, и в 2009 году текст описания был повторен в монографии А. В. Миних и М. Г. Миних «Ихтиофауна перми Европейской России» [1].

При разборе коллекций с ихтиофауной перми и триаса Европейской России и сопредельных стран, хранящихся в лабораторном корпусе Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, авторы настоящей статьи обнаружили скелет рыбы с относительно хорошо сохранившейся головой, спинным, анальным и хвостовым плавниками *Toyemia tverdochlebovi*. Этот образец (обр. СГУ № 104-Б/3485) был найден в правобережье реки Сухоны в местонахождении Кочевала-2 в Вологодской области и передан М. Г. Миних в 2005 году О. А. Лебедевым, старшим научным сотрудником Палеонтологического института РАН. Кроме того, фрагмент скелета рыбы этого же вида (обр. СГУ № 104-Б/ 2861) был обнаружен М. Г. Миних в 1977 году во время раскопки позднепермского местонахождения Мутовино на р. Сухоне. Он представлен отличной степени сохранности фрагментом чешуйного покрова с анальным плавником и частью хвостового. Оба образца, равно как и голотип, стратиграфически принадлежат верхней половине северодвинского яруса татарского отдела верхней перми.

Большая часть образцов тойемий, из хранящихся в региональном музее землеведения СГУ и обнаруженных нами, а также коллегами СГУ и частично ПИН РАН в многочисленных позднепермских местонахождениях Восточной Европы, представлены чешуйными ихтиолитами и разрозненными костями скелета общей численностью около тысячи.

## Результаты и их обсуждение

Новые материалы по *Toyemia tverdochlebovi*, а именно относительно хорошей сохранности скелет с головой и непарными плавниками, дополняют прежнее представление о морфологии таксона. В связи с этим авторы настоящей статьи пришли к выводу о необходимости уточнить описание данного вида, а также внести правки

в диагноз самого рода. Эта необходимость обусловлена еще и тем, что род является одним из основополагающих в зональной ихтиофаунстической схеме верхней перми, установленной М. Г. Миних и А. В. Миних, и впервые представленной на Международном симпозиуме в Казани в 1998 году [2].

По ряду основных признаков, а именно строению костей головы, расположению спинного и анального плавников, а также величине их оснований, мы относим род *Toyemia* к семейству Gonatodidae Gardiner.

**Семейство** Gonatodidae Gardiner, 1967

**Род** *Toyemia* Minich, 1990

*Toyemia*: Миних, 1990, с. 97.

*Toyemia*: Миних, Миних, 2009, с. 79.

**Типовой вид** – *Toyemia tverdochlebovi* Minich, 1990.

**Диагноз** (дополненный). Рыбы до 100 см длиной. Посторбитальная пластинка *maxillare* имеет выпуклый дорсальный край и оттянутый книзу нижний. Зубы на обеих челюстях крупные, конические; вдоль лабиального края *maxillare* присутствуют и мелкие зубы. Кости головы орнаментированы гребнями и точечными ямками. Спинной и анальный плавники имеют относительно широкие основания и далеко продвинуты казди; у их оснований есть зоны из нескольких продольных рядов мелких чешуй. Хвостовой стебель короткий. Передние лучи анального и спинного плавников имеют фулькры. Чешуйный покров переднебоковой области тела из крупных, толстых ганоидных чешуй с вытянутым вперед верхним передним углом; они орнаментированы гребнями и ямками. Боковые чешуи в остальной части тела скульптурированы преимущественно ямками. Задний край чешуй гладкий.

**Видовой состав.** Два вида: *T. tverdochlebovi* Minich, 1990 и *T. blumentalis* A. Minich, 1995 [1] из верхней перми Европейской России.

**Сравнение.** По строению посторбитальной пластинки *maxillare* и чешуйного покрова род сближается с *Paragonatodus* Kazantseva-Selezneva, 1980 [3] из верхнего карбона Восточного Казахстана. С родом *Gonatodus* Traquair, 1877 намечается сходство по расположению и длине оснований непарных плавников, а также наличию ямочной скульптуры у чешуй.

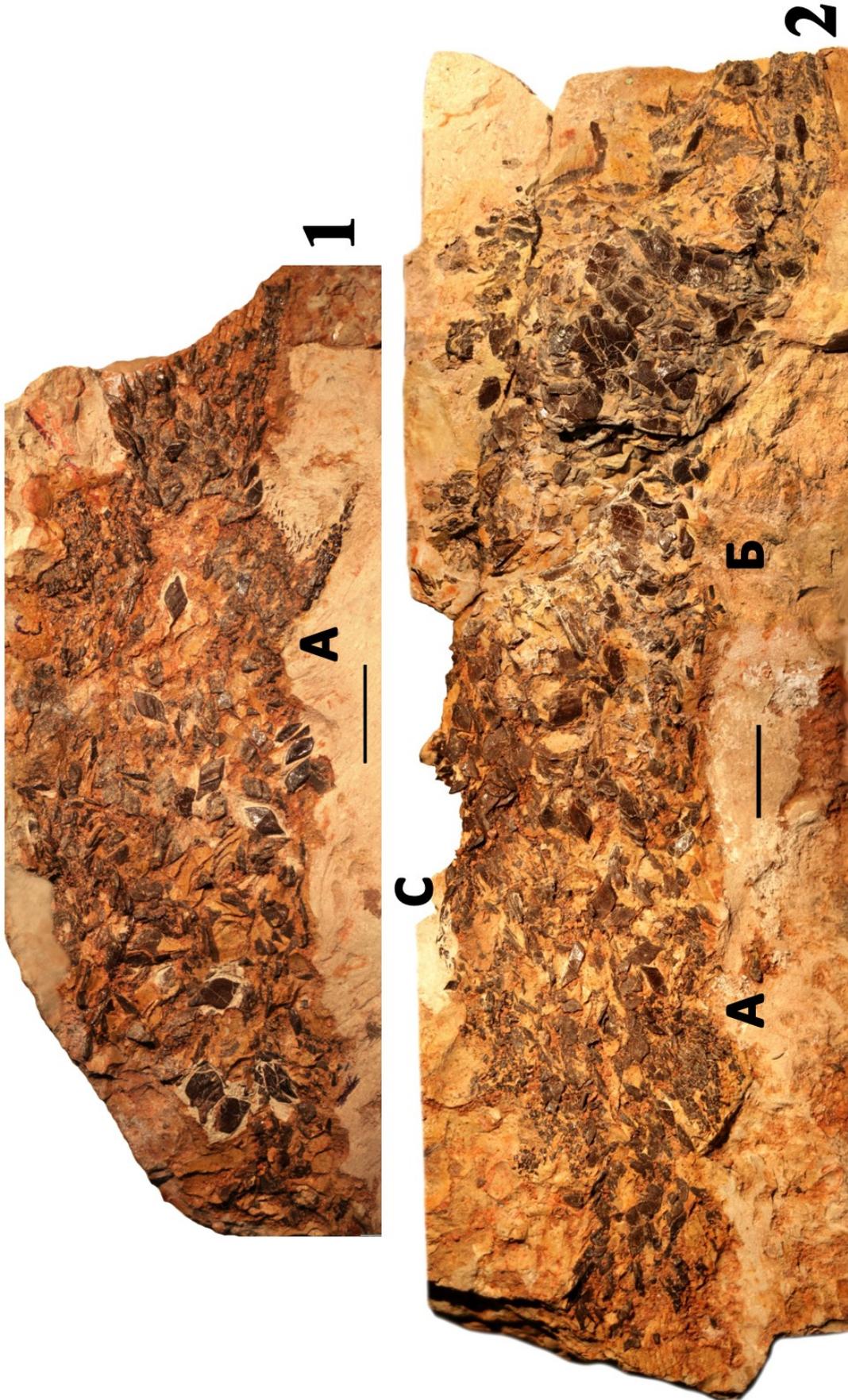
***Toyemia tverdochlebovi*** Minich, 1990.

Фототабл. 1, фиг. 1, 2; фототабл. 2, фиг. 1, 2

*Toyemia tverdochlebovi*: Миних, 1990, с. 98, табл. VII, фиг. 1–4.



Фототаблица 1





Фототаблица 2





Фототаблица I. Фиг. 1-2. *Toyemia tverdochlebovi* Minich, 1990: голотип СГУ, № 104-Б/988-а, б (отпечаток и противоотпечаток), рыба с разрушенной головой и неполно сохранившимся чешуйным покровом и плавниками; буквами показано начало: А – анального, Б – брюшного и С – спинного плавников; местонахождение Бабинцево в Оренбургской обл.; северодвинский ярус татарского отдела верхней перми. Масштабная линейка равна 10 мм  
 Фототаблица II. Фиг. 1-2. *Toyemia tverdochlebovi* Minich, 1990: 1 – экз. СГУ, № 104-Б/3485, общий вид рыбы справа, чешуйный покров сильно сдвинут к голове; буквами С и Г показано начало спинного и грудного плавников. 2 – экз. СГУ, № 104-Б/3485, челюсти рыбы в увеличенном виде; местонахождение Кочевала-2 в Вологодской обл., правый берег р. Сухона, ниже ручья Кочевала; северодвинский ярус татарского отдела верхней перми. Масштабная линейка равна 10 мм.  
 Фиг. 3. *Toyemia blumentalis* A. Minich, 1995: экз. СГУ, № 104-Б/1720, неполной сохранности *maxillare* крупной особи рыбы (при сравнении фигур 2 и 3 хорошо видны отличия верхних челюстей у разных видов); местонахождение Блюменталь-3 в Оренбургской обл.; вятский ярус татарского отдела верхней перми. Масштабная линейка равна 10 мм

← *Toyemia tverdochlebovi*: Миних, Миних, 2009, с. 79, рис. 9, табл. XXI, фиг. 1, табл. XXII, фиг. 1–4, табл. XXIII, фиг. 1–4.

**Голотип** – СГУ № 104-Б/988 - а, б, в: рыба с разрушенной головой и неполно сохранившимся чешуйным покровом и плавниками; местонахождение Бабинцево в Оренбургской области; северодвинский ярус татарского отдела верхней перми.

**Описание** (дополненное). Некрупные рыбы около 30 см длиной (рисунок). Описание головы дано по образцу СГУ № 104-Б/3485, где она относительно хорошо сохранилась. Голова большая. Посторбитальная пластинка *maxillare* имеет округлый, дорсальновыпуклый верхний край и, судя по отпечатку на породе, также округлый нижний. На фрагментарно сохранившейся голове голотипа (обр. № 104-Б/988-в) можно увидеть посторбитальную пластинку, верхний край которой выпуклый. Пластина равна по длине узкой передней инфраорбитальной части кости (см.

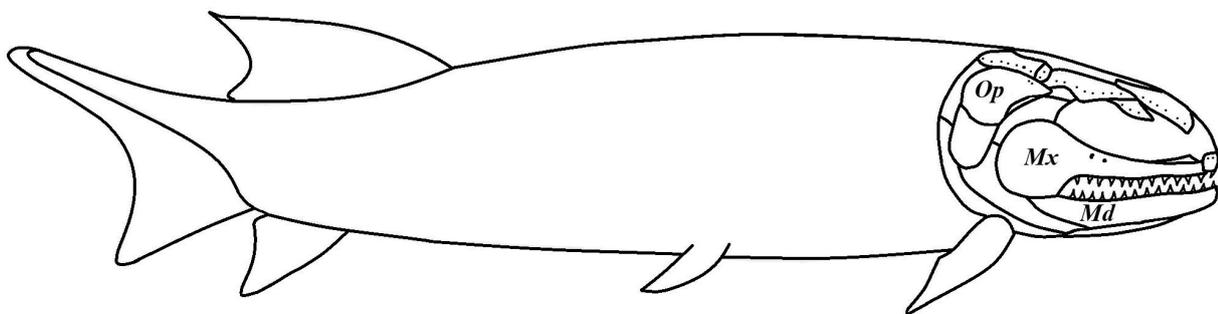
фототабл. 2, фиг. 1, 2; рисунок). Зубы на инфраорбитальном компоненте верхней челюсти хорошо сохранились. Они крупные, мощные, конические, толстые в своей нижней трети, с округлыми в сечении основаниями; окклюзально зубы утончаются вплоть до тонких, прозрачных вершинок, занимающих 1/4 часть высоты зуба. Вдоль латерального края челюсти кое-где сохранились мелкие зубки.

Орнамент посторбитальной пластинки состоит в основном из коротких тонких гребней, из которых краевые имеют направление вдоль контуров кости; медиальные направлены параллельно оси тела рыбы. Промежутки между гребнями широкие. Такая же скульптура сохраняется в области перехода посторбитальной пластины в зауженный инфраорбитальный сегмент *maxillare*, орнаментированный преимущественно многочисленными пористыми отверстиями.

Присутствует небольшое прямоугольное *praemaxillare*, на котором располагаются конические зубы, менее крупные, чем на *maxillare*. Вся поверхность кости покрывают пористые отверстия; вдоль ее дорсального края имеются выходы сенсорного канала.

Нижняя челюсть мощная, длинная, немного длиннее *maxillare*. Озубление *mandibulare* состоит из крупных конических зубов, равных по величине и форме зубам на верхней челюсти. Скульптура представлена короткими, редкими продольными гребнями, сконцентрированными преимущественно в нижней части ее задней половины. Остальная (большая) часть кости орнаментирована многочисленными ямками. Сохранилось *antorbitale*. Оно имеет треугольную форму с длинным основанием, скульптурировано многочисленными порами и прободено крупными выходами сенсорного канала.

Кроме того, при изучении фрагментарно сохранившейся головы голотипа (обр. № 104-Б/988-в) была выявлена небольшая костная пластинка, поверхность которой полностью покрыта



*Toyemia tverdochlebovi* Minich. Реконструкция внешнего контура тела и частично костей головы: Md – нижняя челюсть, Mx – *maxillare*, Op – *operculum*



окклюзально заостренными мелкими глоточными зубчиками.

Судя по крупным фрагментам костей оперкулярной серии, *operculum* большое, с округлым задне-верхним углом и заостренным передне-верхним. Его верхний край слегка выпуклый и шире нижнего, наиболее выпуклого края. Передний боковой край *operculum* вогнут. Скульптура из длинных и средней длины узких гребней; межгребневые пространства широкие. Верхние гребни проходят параллельно верхнему краю *operculum*, остальные ориентированы продольно и иногда анастомозируют. В правом верхнем углу *operculum* (образцы № 104-Б/988-в и № 3485) имеются единичные крупные выходы сенсорного канала. *Suboperculum*, который частично сохранился в своей верхней части (ниже имеется только его отпечаток), немного меньше *operculum*.

Позади задне-верхнего края посторбитальной пластинки *maxillare* видна верхняя часть *praeoperculum*. За ним, на верхней передней трети *operculum* хорошо просматривается маленькая узенькая дополнительная косточка, возможно, *dermohyale*.

На этом же образце (№ 3485) частично сохранились и покровные кости крыши черепа. Они сильно смещены в процессе захоронения относительно друг друга и надвинуты на кости висцерального скелета, где касаются посторбитальной пластинки верхней челюсти. С некоторой долей условности среди них можно различить достаточно крупные *frontale*, *dermopteroticum* и, вероятно, *extrascapulare* и *suprascapulare*, содержащие хорошо заметные выходы сенсорных каналов. Все видимые покровные кости головы орнаментированы узкими гребнями, с широкими промежутками между ними, и испещрены большим числом пористых отверстий.

Анальный и спинной плавники сильно приближены к хвосту, причем начало анального плавника находится примерно на уровне середины спинного (фототабл. 1, фиг. 1, 2; рисунок).

Анальный плавник наиболее полно сохранился в образце № 104-Б/2861 и частично у голотипа. В нем 26 членистых лучей, которые дистально, примерно с середины их длины, дихотомически ветвятся. Членики лучей толстые, скульптурированы несколькими (до 6) тонкими косыми и продольными узкими гребешками, что хорошо видно на голотипе. Вдоль нижней части переднего луча присутствуют фулькры. Над плавником наблюдается зона из 4–5 рядов мелких чешуй.

Спинной плавник с широким основанием и с зоной мелких чешуй под ним; у голотипа (СГУ № 104-Б/988 - а, б) его начало находится относительно далеко впереди вертикали начала анального плавника. В нем ориентировочно около 55–60 лучей. От головы спинной

плавник отстоит примерно на 36–38 вертикальных рядов чешуй. Число этих рядов удалось посчитать на образце № 104-Б/3485. Чешуйный покров здесь чрезвычайно сдавлен и сдвинут в проксимальном направлении так, что видны только задние края вертикальных рядов покрова. В результате создается впечатление, что тело рыбы короткое, а голова несоразмерно большая. Передние лепидотрихии спинного плавника крупнее задних; они членистые и скульптурированы гребешками. Конец спинного плавника располагается над началом нижней лопасти хвоста.

Брюшные плавники с узким основанием лежат ближе к грудным, чем к анальному. Хвостовой плавник на наших образцах полностью не сохранился. На обр. № 104-Б/988-а видно, что стебель его короткий, лепидотрихии членистые, сегменты толстые и скульптурированы продольными узкими гребешками.

Чешуйный покров сравнительно толстый. Чешуи крупные, с гладким задним краем; самые крупные – боковые, вблизи головы. Они почти прямоугольные, с высотой больше длины. Передне-верхний угол сильно вытянут вперед и вверх. Сочленовный выступ невысокий, глубоко погружен. Ямка небольшая, глубокая. Киль узкий, хорошо выражен, расположен перед ямкой и выступом. Дорсальная сочленовная поверхность отсутствует. Передняя сочленовная поверхность равна 1/3 чешуи или немного меньше. Скульптура свободного поля у чешуй за головой состоит из нескольких хорошо выраженных уплощенных гребней. Гребни берут начало от переднего края свободного поля и частично от верхнего. Те, которые исходят из средней области переднего края, протягиваются назад и вскоре анастомозируют, а затем раздваиваются. Между гребнями проходят узкие бороздки, заполненные пористыми отверстиями. Следует отметить, что у чешуй тойемий подобные пористые отверстия присутствуют не только на свободном поле, но и на передней сочленовной поверхности, а также на их внутреннем поле.

У боковых чешуй, расположенных дальше от головы, гребни постепенно исчезают. По переднему краю их свободного поля проходят короткие продольные бороздки, которые кзади полностью замещаются многочисленными точечными пористыми отверстиями, располагающимися полуконцентрическими рядами вдоль краев чешуи. Брюшные чешуи длинные, узкие, с сильно вытянутым вверх и вперед передним углом; они орнаментированы хорошо выраженными выпуклыми двумя-тремя гребнями; присутствуют и пористые ямки. Как уже было отмечено, в районе непарных плавников есть зоны мелких чешуй. Канал боковой линии проявлен на чешуях своеобразными козырьками, нависающими над его выходами.



**Сравнение.** Из признаков, доступных для сравнения, *Toyemia tverdochlebovi* отличается от ближайшего вида *Toyemia blumentalis* [1] меньшими размерами тела, иной формой строения *maxillare* и орнаментом на покровных костях и чешуях. Так, верхняя челюсть у *T. blumentalis* имеет более мощную инфраорбитальную часть; кроме крупных конических зубов вдоль ее ротового края присутствуют многочисленные мелкие зубы (см. фототабл 2, фиг. 3).

**Замечание.** По строению чешуи и хвостового стебля род *Toyemia* сближается с *Evenkia* Berg, 1941 [4] из нижнетриасовых отложений Сибири (Тунгусский бассейн). По всей вероятности, такое сходство может быть связано с конвергенцией. Судя по публикациям А. А. Селезневой [5] и Е. К. Сычевской (Sytchevskaya) [6], в которых *Evenkia* описывается полнее, чем у Л. С. Берга, можно убедиться, что род *Toyemia* обладает значительно отличающимися от эвенкии признаками. Это прежде всего иное положение и размеры спинного плавника, который у *Evenkia* очень длинный (намного длиннее, чем у *Toyemia*), и занимает практически весь дорсальный край спины – от головы до хвоста. Последнее (и ряд других признаков) позволило Е. К. Сычевской ввести эвенкию в новый отряд (Skanilepiformes Sytchevskaya, 1999). У *Toyemia tverdochlebovi*, как видно из описания в настоящей статье, спинной плавник расположен очень далеко от головы. Кроме того, у нашего таксона иное строение верхней челюсти, что сближает его с гонатодидами [1, 3].

**Распространение.** Северодвинский ярус тартарского отдела верхней перми Европейской России.

## Выводы

Таким образом, новые материалы по позднепермской лучеперой рыбе рода *Toyemia*, а именно хорошей сохранности голова и непарные плавники *Toyemia tverdochlebovi* Minich из нескольких местонахождений Восточной Европы, дополнили прежние представления о морфологии таксона. Выяснено, что строение покровных костей висцерального скелета головы, расположение непарных плавников и величина их оснований позволяют отнести род к семейству Gonatodidae Gardiner.

## Библиографический список

1. Миних А. В., Миних М. Г. Ихтиофауна перми Европейской России. Саратов : Издательский Центр «Наука», 2009. 244 с.
2. Миних М. Г., Миних А. В. Стратиграфическое значение позднепермской ихтиофауны Восточно-Европейской стратотипической области. Ихтиокомплексы и зональная шкала // Верхнепермские стратотипы Поволжья : доклады Международного симпозиума. Москва : ГЕОС, 1999. С. 265–268.
3. Казанцева-Селезнева А. А. Позднепалеозойские палеониски Восточного Казахстана. Систематика и филогения. Москва : Наука, 1981. 140 с.
4. Берг Л. С. Нижнетриасовые рыбы Тунгусского бассейна // Избранные труды. Москва : Наука, 1962. С. 379–393.
5. Селезнева А. А. *Evenkia* – предок *Polypterus* (Лучеперые) // Палеонтологический журнал. 1985. № 3. С. 71–76.
6. Sytchevskaya E. K. Freshwater fish fauna from the Triassic of Northern Asia // Mesozoic Fishes 2 – Systematics and Fossil Record / eds. G. Arratia, H.-P. Schultze. München, Germany : Friedrich Pfeil, 1999. P. 445–468.

Поступила в редакцию 15.05.2022; одобрена после рецензирования 22.05.2022; принята к публикации 01.06.2022  
The article was submitted 15.05.2022; approved after reviewing 22.05.2022; accepted for publication 01.06.2022



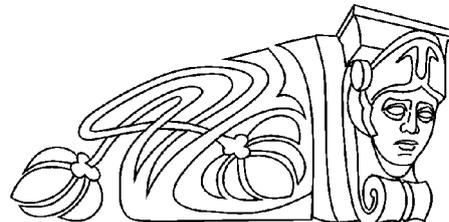
Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 3. С. 185–190  
*Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2022, vol. 22, iss. 3, pp. 185–190  
<https://geo.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-185-190>

Научная статья  
УДК 550.831:550.838:551.243

## Глубинные меридиональные структуры Восточно-Европейской платформы

В. А. Огаджанов



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

Огаджанов Виктор Александрович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, [ozhva@mail.ru](mailto:ozhva@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2645-4110>

**Аннотация.** По комплексу дистанционных и наземных геофизических методов в восточной части Восточно-Европейской платформы выявлены региональные меридиональные неоднородности. Показано, что эти неоднородности могут быть обусловлены низкоплотными и магнитоактивными породами в кристаллической коре и мантии. Совокупность геолого-геофизических данных свидетельствует о связи меридиональных неоднородностей с трансконтинентальными глубинными разломами.

**Ключевые слова:** геофизические методы, земная кора, мантия, меридиональные неоднородности, разломы

**Для цитирования:** Огаджанов В. А. Глубинные меридиональные структуры Восточно-Европейской платформы // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 3. С. 185–190. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-185-190>

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

Article

### Deep meridional structures of the East-European platform

V. A. Ogadzhanov

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

Viktor A. Ogadzhanov, [ozhva@mail.ru](mailto:ozhva@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2645-4110>

**Abstract.** Using a complex of remote and surface geophysical methods in the eastern part of the East European Platform, regional meridional heterogeneities were revealed; it is shown that these heterogeneities can be caused by low-density and magnetically active rocks in the crystalline crust and mantle. The totality of geological and geophysical data indicates the relationship of meridional heterogeneities with transcontinental deep faults.

**Keywords:** geophysical methods, crust, mantle, meridional inhomogeneities, faults

**For citation:** Ogadzhanov V. A. Deep meridional structures of the East-European platform. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2022, vol. 22, iss. 3, pp. 185–190 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-185-190>

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC0-BY 4.0)

### Введение

Структурно-геодинамические особенности восточной части докембрийской Восточно-Европейской платформы формируются под воздействием ее складчатого обрамления. Давление Аравийской плиты в субмеридиональном направлении обусловило возникновение альпийского складчатого палеозойско-кайнозойского сооружения Кавказа направления СЗ - ЮВ, параллельно которому уже в пределах древней платформы как следствие геодинамического воздействия Кавказа сформировались крупные геоструктуры аналогичного направления, такие как Днепровско-Донецкий и Пачелмский авлаогены. Активное геодинамическое воздействие герцинского складчатого сооружения Урала, имеющего меридиональное направление, на более ранней стадии должно было сформировать в пределах древней платформы деформации ме-

ридионального направления, подобные системам грабенов Западно-Сибирской плиты.

Указанные системы меридиональных деформаций не всегда явно выражены в поверхностной структуре докембрийской платформы, но не исключено их присутствие в ее глубинной структуре.

Субмеридиональные деформации, классифицированные по мнению Н. С. Шатского [1] как сквозные разломы, имеют сверхглубокое заложение и идентифицируются с европейским сегментом Европейско-Африканского сквозного тектонического пояса [2].

Если рассматривать глубинные меридиональные структуры Восточно-Европейской платформы во взаимосвязи с развитием орогенного сооружения Урала и меридиональными структурами Западно-Сибирской плиты, то по аналогии последней можно предположить и связь глубин-



ных меридиональных структур Восточно-Европейской платформы со структурно-вещественными неоднородностями, контролирующими наличие геологических объектов, представляющих интерес с позиций решения фундаментальных и прикладных задач.

Из изложенного становится очевидным практический смысл как установления самого факта глубинных меридиональных структур Восточно-Европейской платформы, так и их детального исследования.

### Методика исследования

Исследование особенностей глубинной структуры меридиональных неоднородностей Восточно-Европейской платформы проводилось на эталонных участках. Они выбирались исходя из наличия и качества геофизического материала. Такой эталонный участок выбран в восточной части Восточно-Европейской платформы. На исследуемой территории выполнены дистанционные и наземные геофизические съемки. Суть методики исследований заключалась в сопоставлении дистанционных геофизических съемок с материалами геофизических исследований наземными методами.

Зоны меридиональных структур могут быть выделены по материалам глубинных геофизических исследований, однако выявить данные зоны по материалам наземных геофизических исследований не всегда возможно из-за ряда ограничений.

Ограничение глубинности сейсмических методов, проводимых в данном регионе, зачастую обусловлено относительно слабыми источниками возбуждения сейсмических волн; исключение составляют профили глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ) Элиста – Бузулук и Краснодар – Эмба, отработанные с использованием ядерных взрывов, а также методы сейсмических исследований, основанные на использовании сейсмических волн тектонических землетрясений. В данной работе для исследования глубинной структуры региона сейсмическими методами были использованы материалы изучения земной коры и мантии методом обменных волн землетрясений (МОВЗ) [2], ГСЗ [3].

По материалам наземных гравитационных и магнитных съемок не всегда можно корректно выделить аномалии от глубинных источников ввиду того, что преобладающим является влияние на аномалии структурно-вещественных неоднородностей верхней части земной коры, выступающей в данном случае в роли помехи. Выделение аномалий от глубинных источников по данным грави-, магниторазведки возможно с использованием трансформаций методами их осреднения большими радиусами и аналитическим продолжением в верхнее полупространство на большую высоту. Однако при этом наряду

с исключением из исходного поля составляющей, обусловленной влиянием поверхностных источников, неизбежна потеря и полезного сигнала от глубинных источников, что связано с особенностями методических приемов преобразования потенциальных полей. Минимизировать потери полезного сигнала от глубинных аномалиеобразующих факторов можно путем использования дистанционных, в частности спутниковых, геофизических съемок. В данной работе были использованы материалы спутниковых гравитационных [4] и магнитных [5] съемок, а именно привлечены материалы спутниковой гравиметрической съемки их обработки для локализации аномалий вычислением отношения аномалий в свободном воздухе ( $Gf$ ) к превышениям геоида по гармоникам десятой степени ( $H^{10}$ ) [4]. Привлечены карты пространственного распределения вертикальной компоненты ( $Za$ ) литосферного магнитного поля на высоте полета спутника [5].

В качестве эталонного участка для исследования глубинных меридиональных структур в восточной части Восточно-Европейской платформы была выбрана зона Волго-Каспийского меридионального разлома. Зона указанного разлома была пересечена профилями ГСЗ: Элиста – Бузулук и Краснодар – Эмба – и проходит через территорию Саратовского геодинамического полигона. На территории Саратовского геодинамического полигона, в пределах зоны указанного разлома, проведены исследования земной коры и мантии методами ГСЗ (профиль Саратов – Гурьев) [3], также были проведены сейсмические наблюдения МОВЗ в площадной расстановке сейсмических станций. Выполнена интерпретация материалов наземных гравиметрической и магнитной съемок масштабов 1 : 1000000 и 1 : 200000. Кроме того, территория Саратовского геодинамического полигона и прилегающие к нему районы были детализированы материалами спутниковой магнитной съемки [5].

В совокупности все используемые геофизические материалы позволили получить наиболее полную информацию о глубинной структуре земной коры и мантии. Таким образом, данные о параметрах глубинных структур, определенные на эталонном участке, согласно методу аналогий, могут быть использованы при выделении и характеристике тех структур, где данные глубинных геофизических исследований практически отсутствуют.

### Результаты исследования

По материалам спутниковой гравиметрической съемки определен параметр  $Gf/H^{10}$  (рис. 1), который локализует в Волго-Каспийском сегменте сквозного тектонического пояса меридиональную гравитационную аномалию, связанную со сквозной глубинной неоднородностью, огра-



ниченной, вероятно, субмеридиональными разломами.

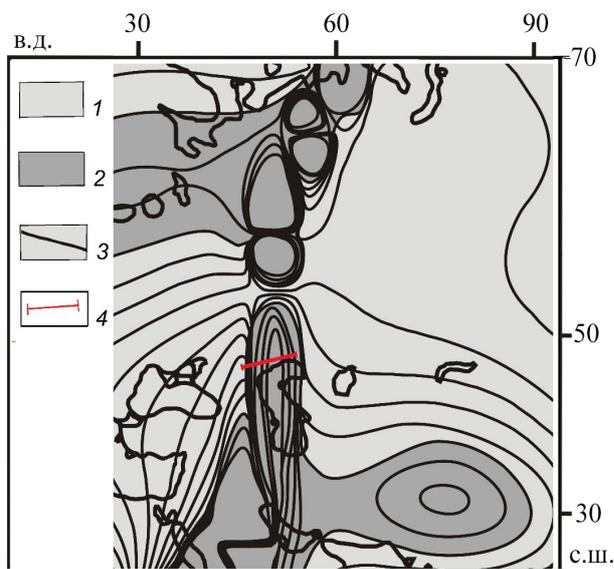


Рис. 1. Локальные аномалии гравитационного поля ( $Gf/H^{10}$ ) по материалам спутниковых наблюдений [4]: 1 – области положительных значений гравитационного поля, 2 – области отрицательных значений гравитационного поля, 3 – изолинии параметра отношения аномалий в свободном воздухе к превышениям геоида по гармоникам 10-й степени, 4 – положение глубинного разреза

Материалы измерения аномалий вертикальной составляющей магнитного поля посредством спутниковой съемки со всей очевидностью показывают наличие в пределах Восточно-Европейской платформы протяженных меридиональных аномалий, обусловленных глубинными неоднородностями. Границы этих неоднородностей связаны, в том числе, с наличием глубинных трансконтинентальных разломов (рис. 2): Волго-Черноморского (VCh), Волго-Каспийского (VC), Камско-Каспийского (KC), Урало-Аральского (UA); Урало-Аральский разлом ранее подробно был описан в работе [6], где был именован как Урало-Герирудский трансконтинентальный постколлизийный сдвиг.

Критериями разломов в аномалиях потенциальных полей являются зоны высоких горизонтальных градиентов, систематические искажения вдоль определенных направлений, зоны сочленения различно ориентированных аномалий, цепочки локальных аномалий и смещение аномалий вдоль определенных направлений (см. рис. 2).

Указанные субмеридиональные разломы берут свое начало от приполярных областей на севере и прослеживаются до зон альпийской складчатости Кавказ – Копет-Дагского пояса, складчатых зон Эльбурса и Загроса на юге.

Вдоль части профиля ГСЗ Краснодар – Эмба с использованием материалов гравитационных и магнитных съемок была построена модель

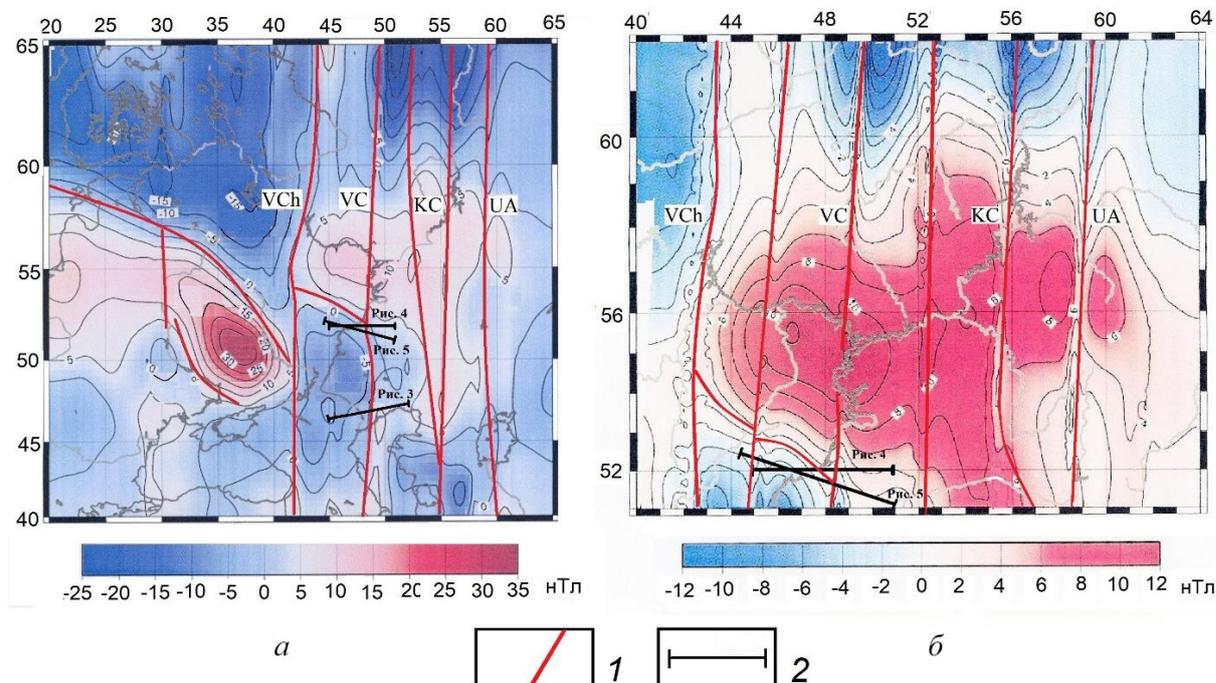


Рис. 2. Разломы, выделенные по аномалиям вертикальной составляющей магнитного поля востока Восточно-Европейской платформы по данным спутниковой съемки. Карты аномалий вертикальной компоненты ( $Z_a$ ): а – обзорная для востока Восточно-Европейской платформы и прилегающих территорий; б – детализированная для северного сегмента зон меридиональных разломов; 1 – разломы, выделенные по данным спутниковой магнитной съемки; 2 – профили комплексного исследования глубинного строения (цвет online)



глубинного строения меридиональной аномалии, в поперечном сечении выделенной по материалам спутниковых гравиметрических и магнитных съемок (рис. 3).

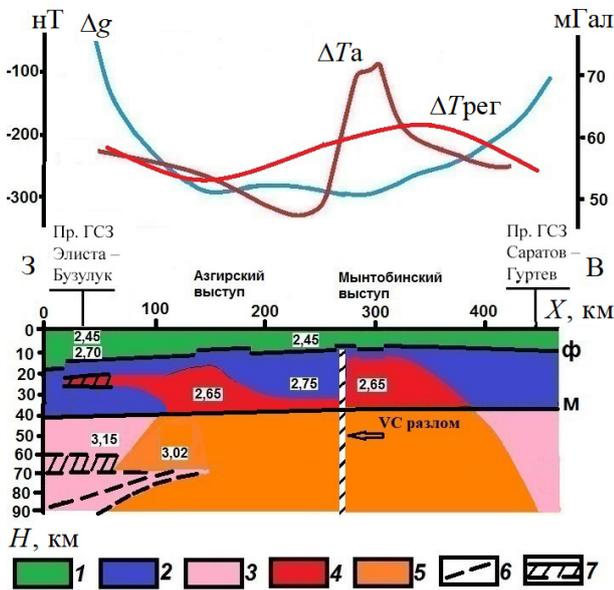


Рис. 3. Модель глубинного строения по линии части профиля ГСЗ «Краснодар – Эмба». Положение профиля на рис. 2, а: 1 – осадочная толща, 2 – докембрийский фундамент, 3 – мантия, 4 – зоны разуплотнения кристаллического фундамента, 5 – зоны разуплотнения в мантии, 6 – сейсмические границы, 7 – зоны пониженных скоростей сейсмических волн;  $\Delta g$  – кривая гравитационного поля за вычетом гравитирующего влияния осадочной толщи по А. В. Матусевичу [7];  $\Delta T_a$  – кривая магнитного поля по наземным съемкам;  $\Delta T_{рег}$  – кривая регионального магнитного поля. На разрезе показаны значения плотности в  $10^3 \text{ кг/м}^3$  (цвет online)

Из магнитной аномалии  $\Delta T_a$ , полученной по материалам наземных съемок, методом осреднения радиусом 50 км выделена региональная составляющая ( $\Delta T_{рег}$ ). На модель глубинного строения (см. рис. 3) нанесен разлом VC. Как видно из рис. 3, положение разлома VC находится в зоне высоких градиентов магнитной аномалии  $\Delta T_a$  и  $\Delta T_{рег}$ .

Кривая гравитационного поля, полученная путем исключения из гравитационной аномалии в редукции Буге гравитирующего влияния осадочной толщи, показана на рис. 3. Обращает на себя внимание тот факт, что полученный в результате исключения гравитирующего влияния осадочной толщи обширный гравитационный минимум соответствует меридиональному минимуму Прикаспийской впадины по параметру  $Gf/H^{10}$  (см. рис. 1). Региональный минимум отражает зону регионального разуплотнения мантии. Локальные гравитационные минимумы соответствуют зонам разуплотнения земной коры Азгирского и Мынтобинского выступов. Зона разуплотнения Мынтобинского выступа с запада ограничена разломом VC.

Укрупненная и детализированная карта вертикальной составляющей аномалий магнитного поля по спутниковым данным, на которой показано положение профилей глубинного строения, приведенных на рис. 4, 5, дана на рис. 2, б.

По детализированной карте (см. рис. 2) удастся уточнить положение разломов, выделенных на обзорной карте (см. рис. 2, а) и выявить разломы, которые на ней не проявляются, в частности на детализированной карте (см. рис. 2), дополнительно к выделенным на обзорной карте трассируется разлом между разломами VCh и VC, имеющий также меридиональное направление; на рис. 2, б отчетливо видно, что данный разлом разбивает на два сегмента разлом направления C3 – ЮВ, чего не видно на обзорной карте (см. рис. 2, а).

В пределах меридиональной зоны деформации (VC), показанной на рис. 2, проводились в большом объеме геофизические исследования традиционными методами, такими как гравиразведка, магниторазведка, сейсморазведка (ГСЗ, КМПВ, ОГТ). Из числа нетрадиционных методов в ближнем районе были проведены глубинные сейсмические исследования МОВЗ [2, 8].

Данные ГСЗ и МОВЗ [2,3,8] дали возможность получить представление о структуре основных границ раздела земной коры и мантии, в частности поверхности кристаллического фундамента и границ внутри него, поверхности мантии и границ ниже нее. Согласно материалам комплексных геофизических исследований, включающим магнитную съемку  $\Delta T_a$ , выделяются магнитоактивные неоднородности. С неоднородностью вдоль долготы  $48^\circ$  связан разлом VC, который, согласно данным МОВЗ, имеет сверхглубокое заложение и проникает в верхнюю часть мантии (рис. 4).

Согласно данным наземных гравиметрических и магнитных съемок, разлому VC соответствуют высокие значения горизонтальных градиентов изменения аномалий гравитационного поля  $\Delta g_b$  и магнитного  $\Delta T_a$  (см. рис. 4).

Из сопоставления рис. 2–4 видно, что разлом VC уверенно выделяется как по материалам наземных, так и дистанционных геофизических съемок. Западнее разлома VC, вдоль долготы  $47^\circ$  (см. рис. 4), по данным наземных методов выявляется неоднородность, видимо, связанная с разломом направления C3 – ЮВ (см. рис. 2, б).

Более подробное изучение верхней части земной коры, результаты которого приведены на рис. 5, показывает, что VC разлом и другие разломы унаследованы от зон разуплотнения, подобно тому, как это имеет место на модели глубинного строения, изображенной на рис. 3.

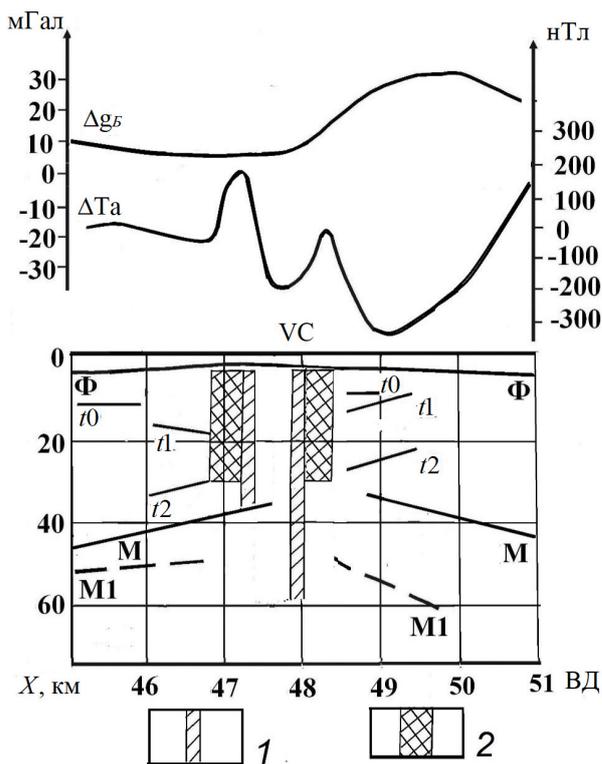


Рис. 4. Профиль глубинного строения через зону разлома VC по широте 52°: Φ – поверхность архейского фундамента, М – поверхность мантии;  $t_0, t_1, t_2, t_3$  – внутрикоровые границы;  $\Delta g_B$  – аномалия гравитационного поля в редукции Буге;  $\Delta T_\alpha$  – аномалия приращения полного вектора магнитного поля; VC – положение Волго-Каспийского разлома; 1 – глубинные разломы; 2 – магнитоактивные неоднородности. На профиле показано положение разлома VC

В крайней западной части профиля, изображенного на рис. 5, в районе пикета 30,

по совокупности геолого-геофизических данных выделяется разлом, показанный на рис. 2, б между разломами VCh и VC, имеющий меридиональное направление.

### Заключение

Глубинные меридиональные структуры Восточно-Европейской платформы были установлены посредством комплекса спутниковых и наземных геофизических съемок.

Меридиональные гравитационные и магнитные аномалии, выявленные по данным спутниковых съемок, как показали наземные геофизические исследования, скорее всего, обусловлены неоднородностями земной коры и верхней мантии, которые ограничены глубинными и протяженными разломами. Указанные неоднородности, согласно интерпретации геофизических материалов, представляют собой зоны разуплотнения, отражающиеся гравитационными минимумами. Указанные зоны разуплотнения зачастую являются источниками интенсивных магнитных максимумов [9]. В совокупности указанные аномалии геофизических полей отображают протяженные меридиональные неоднородности литосферы.

При этом в определении условий формирования указанных неоднородностей и связанных с ними структурных форм значительная роль может принадлежать трансконтинентальным меридиональным разломам. В качестве модели строения таких разломов в первом приближении можно принять модель, описанную в работе [6], для трансконтинентальных сдвигов. Наличие меридиональных сдвигов на востоке Восточно-Европейской платформы ранее нами было аргументировано в [8, 10]. В данной работе такой

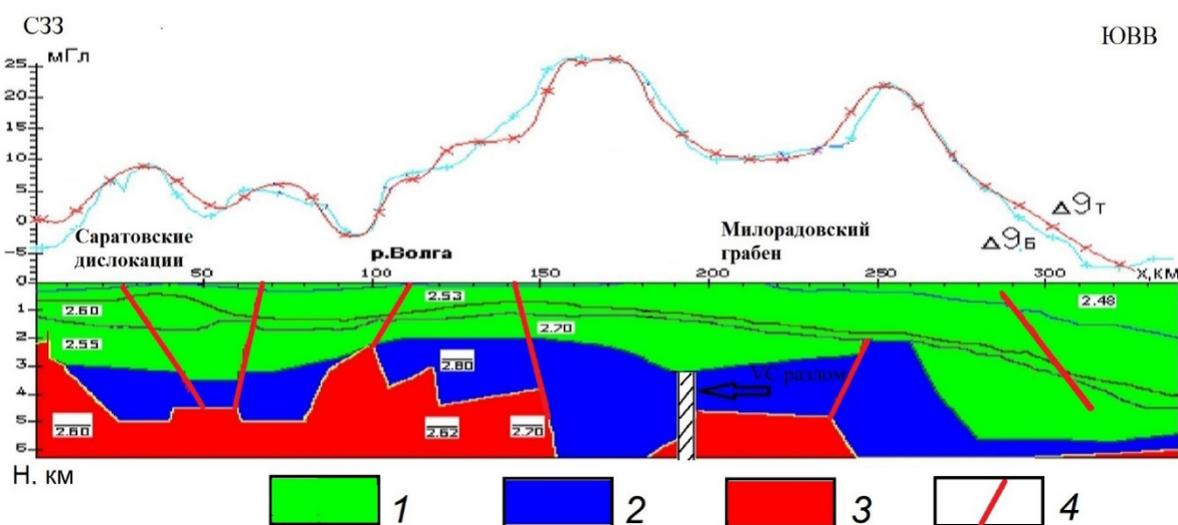


Рис. 5. Разрез верхней части земной коры через зону разлома VC: 1 – породы осадочной толщи; породы кристаллического фундамента; 2 – нормально уплотненные; 3 – разуплотненные; 4 – разломы. Положение зоны разлома VC в районе пикета 200 (цвет online)



сдвиг рассмотрен вдоль направления разлома VCh и определяется смещением крупных магнитных аномалий, ориентированных в направлении СЗ-ЮВ (см. рис. 2, а).

Помимо характерного отображения в гравитационных и магнитных аномалиях, указанные неоднородности литосферы и связанные с ними разломы в ряде случаев отмечаются и по повышенным геотермическим аномалиям [10]. В частности, к разломам UA и VC приурочены крупные геотермические аномалии с величиной вертикального геотермического градиента более 50°/км; в зоне разлома VC такая аномалия приурочена к Мынтобинскому выступу кристаллического фундамента.

Детальное изучение дислокации VC в районе Азгирского и Мынтобинского выступов (см. рис. 3) показывает, что указанная дислокация представляет собой меридионально ориентированный грабен [10]; такие же грабены могут быть связаны и с другими глубинными меридиональными трансконтинентальными разломами Восточно-Европейской платформы. При этом, как следует из рис. 3, 5, грабены унаследованы от разуплотненных комплексов земной коры.

Дальнейшее изучение трансконтинентальных разломов на предмет их связи с зонами регионального разуплотнения может представлять интерес для решения широкого спектра геологических задач не только в пределах Восточно-Европейской платформы, но и на других территориях, сходных с ней по тектоническому строению и условиям геодинамического развития, например на Африкано-Аравийской платформе. Среди указанных задач следует отметить прогноз глубоко залегающих нефтегазоперспективных объектов, зон эндогенного оруденения, зон возникновения очагов землетрясений, вулканизма и т. д.

## Библиографический список

1. Шатский Н. С. О глубоких дислокациях, охватывающих и платформы и складчатые области (Поволжье и Кавказ) // Известия Академии наук СССР. Серия Геология. 1948, № 5. С. 39–66.
2. Огаджанов В. А., Огаджанов А. В. Физико-геологические характеристики платформенной части Европейско-Африканского сквозного тектонического пояса // Геофизика. 2014. № 4. С. 33–39.
3. Сейсмические модели литосферы основных геоструктур территории СССР. Москва : Наука, 1980. 184 с.
4. Bowin C. Global gravity maps and the structure of the Earth // The utility of Regional gravity and Magnetic Anomaly Maps / ed. W. J. Hinze. Society of Exploration Geophysicists, Oklahoma, 1985. P. 88–101.
5. Абрамова Д. Ю., Абрамова Л. М., Филиппов С. В. Об исследовании тектоносферы с использованием спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2013. Т. 10, № 1. С. 167–182.
6. Леонов Ю. Г., Волож Ю. А., Антипов М. П., Хераскова Т. Н. Урало-Герирудский трансконтинентальный постколлизийный сдвиг и его роль в формировании земной коры // Геотектоника. 2015. № 6. С. 52–64.
7. Матусевич А. В. Гравиразведка Прикаспийской впадины. Ливны : Издатель Мухаметов Г. В., 2013. 176 с.
8. Огаджанов В. А. Сравнительный анализ региональной тектоники районов расположения Балаковской АЭС и АЭС в Иордании // Труды АО «Атомэнергопроект». 2015. Вып. 15. С. 158–165.
9. Огаджанов В. А., Огаджанов А. В. Аномалии геофизических полей при дилатации горных пород // Геофизика. 2013. № 6. С. 65–69.
10. Огаджанов В. А., Огаджанов А. В. О природе Мынтобинской геотермической аномалии // Недра Поволжья и Прикаспия. 2019. № 99. С. 75–81.

Поступила в редакцию 15.03.2022; одобрена после рецензирования 10.04.2022; принята к публикации 01.06.2022  
The article was submitted 15.03.2022; approved after reviewing 10.04.2022; accepted for publication 01.06.2022



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 3. С. 191–207  
*Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2022, vol. 22, iss. 3, pp. 191–207  
<https://geo.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-191-207>

Научная статья  
УДК 564.53:551.763(574+575.4)

## Представители подсемейства *Cheloniceratinae* Spath, 1923 (Ammonoidea) из апта Мангышлака, Западной и Южной Туркмении. Статья 1. Общие вопросы. Род *Chelonicerases* Hyatt, 1900



К. С. Полковой

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

Полковой Кирилл Сергеевич, аспирант, [polkovoykirill@gmail.com](mailto:polkovoykirill@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-5325-4253>

**Аннотация.** Статья посвящена аммонитам подсемейства *Cheloniceratinae* Spath, 1923 (роды *Chelonicerases* Hyatt, 1900 и *Epicheloniceras* Casey, 1954) из нижнего и среднего апта Мангышлака, Западной и Южной Туркмении. Оценено разнообразие и стратиграфическое распространение видов, выявлен и охарактеризован полиморфизм. Приведено систематическое описание представителей рода *Chelonicerases*.

**Ключевые слова:** аммониты, *Chelonicerases*, *Epicheloniceras*, *Cheloniceratinae*, *Douvilleiceratidae*, нижний мел, апт, Казахстан, Мангышлак, Туркменистан, Туаркыр, Кубадаг, Большой Балхан, Малый Балхан, Копетдаг

**Благодарности.** Автор выражает благодарность Т. Н. Богдановой (ВСЕГЕИ) за предоставленную возможность работы с коллекционным материалом.

**Для цитирования:** Полковой К. С. Представители подсемейства *Cheloniceratinae* Spath, 1923 (Ammonoidea) из апта Мангышлака, Западной и Южной Туркмении. Статья 1. Общие вопросы. Род *Chelonicerases* Hyatt, 1900 // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 3. С. 191–207. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-191-207>

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

Article

**Representatives of the Subfamily *Cheloniceratinae* Spath, 1923 (Ammonoidea) from the Aptian of Mangyshlak, Western and Southern Turkmenistan. Paper 1. General Issues. The Genus *Chelonicerases* Hyatt, 1900**

K. S. Polkovoy

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

Kirill S. Polkovoy, [polkovoykirill@gmail.com](mailto:polkovoykirill@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-5325-4253>

**Abstract.** The article presents the study results of the ammonite subfamily *Cheloniceratinae* Spath, 1923 representatives (genera *Chelonicerases* Hyatt, 1900 and *Epicheloniceras* Casey, 1954) from the Lower and Middle Aptian of Mangyshlak, Western and Southern Turkmenistan. The diversity and stratigraphic distribution of species is assessed, intraspecific variability is identified and typified. Representatives of the genus *Chelonicerases* are described.

**Keywords:** ammonites, *Chelonicerases*, *Epicheloniceras*, *Cheloniceratinae*, *Douvilleiceratidae*, Lower Cretaceous, Aptian, Kazakhstan, Mangyshlak, Turkmenistan, Tuarkyr, Kubadag, Bolshoy Balkhan, Maly Balkhan, Kopetdag

**Acknowledgments:** The author is grateful to Tamara N. Bogdanova (Russian Geological Research Institute) for providing an opportunity to study the collection material.

**For citation:** Polkovoy K. S. Representatives of the Subfamily *Cheloniceratinae* Spath, 1923 (Ammonoidea) from the Aptian of Mangyshlak, Western and Southern Turkmenistan. Paper 1. General Issues. The Genus *Chelonicerases* Hyatt, 1900. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2022, vol. 22, iss. 3, pp. 191–207 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-191-207>

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

### Введение

Представители подсемейства *Cheloniceratinae* Spath, 1923 занимают важное место в аммонитовых комплексах верхнего баррема – среднего апта Тетической области и смежных регионов. Виды хелоницератин нередко используются в качестве зональных в биостратиграфических схемах. Раковины этих аммонитов характеризуются широкими

полуэволютными, эволютными или полуинволютными оборотами и грубой отчетливой скульптурой на их поверхности, представленной ребрами и бугорками.

Подсемейство *Cheloniceratinae* входит в семейство *Douvilleiceratidae* Parona et Bonarelli, 1897. Большинство исследователей придерживается деления дувийцератид на три подсемейства: *Che-*



loniceratinae Spath, 1923 (верхний баррем – средний апт), Roloboceratinae Casey, 1961 (нижний апт) и Douvilleiceratinae Parona et Bonarelli, 1897 (верхний апт – средний альб). Однако в последнее время некоторые палеонтологи стали рассматривать Cheloniceratinae в качестве синонима Douvilleiceratinae, понимая последний таксон шире и обосновывая это наличием единой последовательной линии смены родов внутри Douvilleiceratinae s. l. [1–3]. По мнению автора данной статьи, такая точка зрения является преждевременной. Морфологически представители Cheloniceratinae отличаются от Douvilleiceratinae s. str. отсутствием расщепления бугорков в процессе онтогенеза и обычно хорошо развитыми промежуточными ребрами. Еще одной особенностью, препятствующей объединению двух подсемейств, является предполагаемый кризис в развитии и распространении представителей Cheloniceratinae в терминальной части фазы Parahoplites melchioris среднего апта (о чем свидетельствует отсутствие достоверных находок этих аммонитов в отложениях соответствующего возраста), только после которого в начале позднего апта появляются первые находки Douvilleiceratinae s. str. (род Eodouvilleiceratas) [4, 5].

Состав подсемейства Cheloniceratinae является в некоторой степени дискуссионным вопросом. Большинство исследователей поддерживает валидность и принадлежность к подсемейству по крайней мере трех родов: Procheloniceratas Spath, 1923, Cheloniceratas Hyatt, 1903 и Epicheloniceratas Casey, 1954, для которых отмечается их последовательная смена на протяжении позднего баррема–среднего апта и широкое географическое распространение. Нередко к хелоницератам также относят таксоны: Paracheloniceratas Collignon, 1962, Vectisites Casey, 1962, Vectisites (Zambranoites) Etayo-Serna, 1979, Vergunniceratas Thomel, 1980 и Pseudocheloniceratas Sharikadze, 2015 [5–9 и др.]. Включение же некоторыми палеонтологами в состав не только рассматриваемого подсемейства, но и семейства Douvilleiceratidae родов Spinocrioceras Kemper, 1973 (=Eocheloniceratas Egoian, 1977), Diadochoceras Hyatt, 1903 и Walpenites Casey, 1962 (=Lupprovia Bogdanova et al., 1978) представляется недоуверительным [3, 5, 6, 10].

### История изучения хелоницератин Мангышлака, Западной и Южной Туркмении

Хелоницератины с Мангышлака указывались с конца XIX века. Упоминания представителей подсемейства, в частности «Acanthoceras» Martini Orb. и «A.» Cornueli Orb., встречаются в работах Н. И. Андрусова [11] и В. П. Семенова [12]. Первые описания и изображения мангышлакских форм принадлежат И. Ф. Синцову (Sinzow) [13]. Им было выделено несколько новых и важных для биостратиграфии видов: «Douvilleiceratas seminodosum Sinz., «D.» Tschernyschewi Sinz., «D.» subnodoso-costatum Sinz., а также их варианты.

Кроме того, был изображен «D.» Cornuelianum Orb. Впоследствии те же представители подсемейства под разными родовыми названиями указывались в стратиграфических работах по этому региону [14–16 и др.]. В публикации А. А. Савельева и В. П. Василенко [16] имеется упоминание представителя рода Procheloniceratas из этого региона – P. albrechtiaustriae (Uhl.). В 1999 году вышла статья Т. Н. Богдановой [17], посвященная нижнему апту Мангышлака, в которой список известных видов дополнен Cheloniceratas quadrarium Casey и описан один новый – Ch. sinzowi Bogd. В статье [4] и монографии [5] Т. Н. Богдановой (Bogdanova) и И. А. Михайловой (Mikhailova) также был изображен Epicheloniceratas tschernyschewi (Sinz.) из этого региона.

Из разных районов Западной и Южной Туркмении представители Cheloniceratinae упоминались неоднократно [4, 5, 18–26]. В одной из наиболее объемных сводок, по сути резюмирующей все предыдущие исследования по этим районам, составленной Т. Н. Богдановой [19], указываются Cheloniceratas cornuelianum (Orb.), Ch. seminodosum (Sinz.), Ch. meyendorffi (Orb.), Epicheloniceratas subnodosocostatum (Sinz.), E. tschernyschewi (Sinz.), E. buxtorfi (Jac.). Кроме них в изданиях «Геология СССР» [21, 22] упоминаются находки «Cheloniceratas» ex gr. albrechtiaustriae (Uhl.), Cheloniceratas crassum Spath и Epicheloniceratas pusillum (Sinz.). Изображения и реже описания хелоницератин в литературе появились только в конце XX века в нескольких публикациях для видов: Cheloniceratas cornuelianum (Orb.) [25], Epicheloniceratas subnodosocostatum (Sinz.) [4, 26], E. tschernyschewi (Sinz.), E. buxtorfi (Jac.) [4, 5, 26] и E. stuckenbergi (Kas.) [5].

Таким образом, имеющиеся сведения о представителях подсемейства Cheloniceratinae Мангышлака, Западной и Южной Туркмении имеют отрывочный характер. Большинство исследователей ограничивалось лишь указаниями на находки тех или иных видов, не сопровождая их описаниями и изображениями. Специально хелоницератины из рассматриваемых регионов изучались только И. Ф. Синцовым [13], Т. Н. Богдановой и И. А. Михайловой [5].

### Краткий стратиграфический очерк

В настоящей статье принимается трехчленное деление апта в соответствии с современными представлениями [24, 27, 28].

На Мангышлаке нижний апт почти повсеместно представлен маломощным (0,3–1,5 м) пластом известковых песчаников с гравийно-галечным материалом и желваками фосфоритов, который несогласно залегает на эродированной поверхности более древних отложений и часто именуется «плитой». Т. Н. Богдановой [17] доказано присутствие трех верхних аммонитовых зон нижнего апта в рассматриваемом регионе –



*Deshayesites weissi*, *D. deshayesi* и *Dufrenoyia furcata*, сгруппированных в конденсированном горизонте «плиты». Выше лежащие отложения представлены мощной пачкой (70–140 м) глин с септариевыми конкрециями (так называемые септариевые глины), которая подразделяется на средний – с зонами *Epicheloniceras subnodosocostatum* и *Parahoplites melchioris* – и верхний апт с зоной *Acanthohoplites nolani*. Верхняя часть отложений яруса размыта [24].

В Западной и Южной Туркмении нижний апт подразделяется на зоны *Deshayesites tuarkyricus*, *D. weissi*, *D. deshayesi* и *Dufrenoyia furcata*, средний – на *Epicheloniceras subnodosocostatum* и *Parahoplites melchioris*, верхний – на *Acanthohoplites prodromus*, *A. nolani* и *Huracanthoplites jacobi* [19, 24, 29]. В Западной Туркмении (Большой Балхан, Кубадаг и Туаркыр) аптские отложения представлены переслаивающимися слабосцементированными песчаниками, алевролитами и глинами, в нижней части с пластами песчанистого известняка, а в средней и верхней частях разреза – с пластами ракушечников и разнообразными по составу и размерам конкрециями, в отдельных районах, кроме того, содержатся слои с фосфоритовой галькой и прослой конгломерата. Отложения зон *deshayesi* и *jacobi* обычно полностью или частично размыты. Мощность апта в разрезах Западной Туркмении колеблется в пределах ~200–550 м [19, 24, 30]. В Южной Туркмении (Малый Балхан и Копетдаг) аптские отложения в целом похожи по строению и составу на таковые в Западной ее части. Среди отличий необходимо отметить большую мощность, более широкое развитие глинисто-алевролитовых пород и наличие пластов мергелей и известняков. На Малом Балхане и Западном Копетдаге зоны *deshayesi* и *prodromus* полностью или частично размыты. Мощность апта составляет от 700–750 м в районе Малого Балхана и увеличивается до 1000 м и более по направлению к Центральному Копетдагу [19, 24, 31].

### Материал и методы

Материалом для данной статьи послужила коллекция аммоноидей, состоящая более чем из 300 экземпляров из нижнего и среднего апта и представленная сборами различных исследователей: Н. Ю. Клычевой и Т. Н. Богдановой – с Мангышлака, Т. Н. Богдановой, М. П. Сукачевой и Л. Н. Фурсовой – из Западной Туркмении, Т. Н. Богдановой – с Малого Балхана, В. Б. Сапожникова и Е. А. Сиротиной – с Копетдага. Расположение разрезов, откуда происходят образцы, а также детальное описание наиболее значимых из них содержатся в ранее опубликованных стратиграфических работах [5, 17, 23, 25, 26, 30, 31]. Мангышлакские экземпляры дифференцированы по подъярусам; аммониты из среднего апта являются типичными для зоны *Epicheloniceras*

*subnodosocostatum*. Туркменские образцы стратиграфически привязаны к аммонитовым зонам, выделяемым в этом регионе.

Большинство изученных аммонитов происходит из Мангышлака и Западной Туркмении; из Южной Туркмении имеется чуть больше десяти экземпляров. Материал представлен раковинами и их фрагментами различной сохранности. Размеры целых раковин колеблются от 9 до 117 мм в диаметре, большая часть укладывается в диапазон 10–60 мм.

При определении видов хелоницератин проводились наблюдения за характером и изменением в процессе онтогенеза их скульптуры, формы раковины и поперечного сечения оборотов. По этим параметрам аммониты сравнивались между собой и с материалами других исследователей. Изменчивость форм раковин оценивалась путем сравнения в форме скаттер-диаграмм, строившихся в программе Microsoft Excel 2019, отношений их основных морфологических параметров: диаметра раковины и умбиликуса, высоты и ширины оборота. Измерение всех четырех параметров было возможно только при работе с целыми раковинами. Скульптура прослеживалась с ранних оборотов, при этом раковины средних и крупных размеров по возможности разворачивались. Фотографирование образцов проводилось после напыления хлоридом аммония. Изученная коллекция хранится в Центральном научно-исследовательском геолого-разведочном музее им. Ф. Н. Чернышева под № 13338.

### Разнообразие и стратиграфическое распространение

По результатам изучения коллекционного материала было уточнено и дополнено видовое разнообразие аммоноидей подсемейства *Cheloniceratinae* из апта Мангышлака, Западной и Южной Туркмении (рис. 1). Хелоницератины представлены двумя родами – *Cheloniceras* и *Epicheloniceras*, которые последовательно сменяли друг друга во времени.

В нижнем апте Мангышлака (зона *weissi-deshayesi-furcata*) преобладают *Cheloniceras cornuelianum* (Orb.), довольно часты *Ch. sinzowi* Bogd. и *Ch. quadrarium* Casey, редкостью находок отличаются *Ch. minimum* Casey и *Ch. seminodosum* (Sinz.). Из среднего апта (зона *subnodosocostatum*) определены преобладающие *Epicheloniceras subnodosocostatum* (Sinz.) и *E. tschernyschewi* (Sinz.), редкие *E. orientale* (Jac.), а также единичный *E. debile* (Casey).

Из зоны *weissi* нижнего апта Западной и Южной Туркмении определены *Cheloniceras cornuelianum* (Orb.) и *Ch. seminodosum* (Sinz.). Представители подсемейства из зоны *deshayesi* в изученной коллекции отсутствуют, что, очевидно, связано со значительным размывом этих отложений на рассматриваемой территории и редкостью находок аммонитов из данного интервала.



Ярус	Поль-ярус	Мангышлак		Западная и Южная Туркмения	
		Зона		Зона	
АПТСКИЙ	Верхний	Acanthohoplites nolani	<i>Cheloniceras cornuelianum</i> (Orbigny) <i>Ch. sinzowi</i> Bogdanova <i>Ch. quadrarium</i> Casey <i>Ch. seminodosum</i> (Sinzow) <i>Ch. minimum</i> Casey <i>Epicheloniceras tschernyschewi</i> (Sinzow) <i>E. subnodosocostatum</i> (Sinzow) <i>E. orientale</i> (Jacob) <i>E. debile</i> (Casey)	Hypacanthoplites jacobii	<i>Cheloniceras cornuelianum</i> (Orbigny) <i>Ch. seminodosum</i> (Sinzow) <i>Ch. sinzowi</i> Bogdanova <i>Ch. meyendorffi</i> (Orbigny) <i>Epicheloniceras tschernyschewi</i> (Sinzow) <i>E. subnodosocostatum</i> (Sinzow) <i>E. buxtorfi</i> (Jacob) <i>E. orientale</i> (Jacob) <i>E. pusillum</i> (Sinzow) <i>E. volgense</i> (Wassilievsky)
	Средний	Parahoplites melchioris		Parahoplites melchioris	
		Epicheloniceras subnodosocostatum		Epicheloniceras subnodosocostatum	
	Нижний	Deshayesites weissi— Desh. deshayesi— Dufrenoyia furcata		Dufrenoyia furcata	
				Deshayesites deshayesi	
				Deshayesites weissi	
				Deshayesites tuarkyricus	

Рис. 1. Стратиграфическое распространение представителей подсемейства Cheloniceratinae в апте Мангышлака, Западной и Южной Туркмении. Аммонитовые зоны по: [17, 19, 24, 29]

Среди хелоницератин из зоны furcata доминируют *Ch. cornuelianum* (Orb.), менее многочисленны *Ch. meyendorffi* (Orb.), *Ch. seminodosum* (Sinz.) и *Ch. sinzowi* Bogd. В отложениях зоны subnodosocostatum среднего апта преобладают *Epicheloniceras subnodosocostatum* (Sinz.), *E. tschernyschewi* (Sinz.) и *E. buxtorfi* (Jac.), довольно редки *E. orientale* (Jac.), а виды *E. volgense* (Wass.) и *E. pusillum* (Sinz.) представлены единичными экземплярами. Виды *E. subnodosocostatum* (Sinz.), *E. tschernyschewi* (Sinz.) и *E. buxtorfi* (Jac.) также распространены в зоне melchioris среднего апта.

### Полиморфизм

Для изученных хелоницератин выявлен многообразный внутривидовой полиморфизм. Анализ коллекционного материала и опубликованных данных по рассматриваемой группе аммонитов позволил выделить несколько его типов.

**1. Вариации абсолютных размеров (диаметров) раковин.** Для родов *Cheloniceras* и *Epicheloniceras* за продолжительную историю их изучения известен широкий диапазон диаметров их раковин: от мелких (диаметр 10–25 мм с жилой камерой) до очень крупных и гигантских (150–500 мм и более). Самыми крупными задокументированными экземплярами родов *Cheloniceras* и *Epicheloniceras* являются: *Ch. cf. cornuelianum* (Orb.), изображенный Р. Кейси (Casey), диаметром 605 мм [7, рис. 62]

и *E. tschernyschewi* (Sinz.), изображенный И. И. Никишичем, диаметром около 320 мм [32, табл. III, фиг. 2]. Названными выше значениями в настоящее время можно провести верхнюю границу размеров раковин для представителей родов. Вместе с тем указанные виды встречаются и определены при диаметрах в несколько раз меньших, хотя подобные мелкие раковины, вероятно, являются ювенильными формами. Например, в работе Р. Кейси встречается *Ch. cornuelianum* (Orb.) диаметром 13 мм [7, табл. XXXIV, фиг. 9] и *E. tschernyschewi* (Sinz.) диаметром 35 мм [8, табл. XXXIX, фиг. 6]. Таким образом, с учетом опубликованных данных на уровне видов наиболее широким диапазоном размеров раковин характеризуются *Ch. cornuelianum* (Orb.) и *E. tschernyschewi* (Sinz.). Также в диаметрах раковин заметно варьируют *Ch. seminodosum* (Sinz.), *Ch. meyendorffi* (Orb.), *Ch. quadrarium* Casey и *E. subnodosocostatum* (Sinz.). Напротив, возможно, более устойчивыми по этому параметру являются *Ch. sinzowi* Bogd., *Ch. minimum* Casey, *E. orientale* (Jac.), *E. pusillum* (Sinz.), *E. buxtorfi* (Jac.) и *E. volgense* (Wass.), для которых известны раковины только средних размеров (25–75 мм в диаметре).

**2. Изменчивость скорости онтогенеза** весьма распространена у хелоницератин и проявлена в широком диапазоне диаметров раковин, при которых появляются и угасают разные возрастные стадии, и в варьировании длительности этих



стадий у отдельных индивидов. Выборка представителей одного вида характеризуется нормальным распределением, где на фоне преобладающих нормоморфных, типичных раковин крайние члены выборки (при тех же диаметрах раковин) несут признаки, присущие обычно более ранним стадиям развития, – брадиморфные, или более поздним – тахиморфные. Этот тип полиморфизма хорошо изучен у юрских аммоноидей, и он учитывается при определении их видов [33, 34]. Для исключения влияния данной изменчивости на определение видов и для оценки степени ее выраженности необходимо иметь представления о последовательности смен стадий у разных видов и об облике самих стадий. Для рассматриваемых хелоницератин, по-видимому, можно использовать общую для всех их видов схему последовательности стадий.

О стадийности в развитии скульптуры, формы раковины и оборотов представителей родов *Cheloniceratas* и *Epicheloniceras* писал Р. Кейси [7]. Им были выделены и описаны 4 стадии развития: от начальной 1-й до последней 4-й. Отмечалось, что поздние стадии – 3 и 4 – наступают у разных видов на значительно варьирующих диаметрах раковин. Кроме того, этим автором иногда использовались названия стадий, характерных определенной группе видов. Например, характеризовалась стадия «*tschernyschewi*», которая является (по Р. Кейси) одним из этапов онтогенеза у нескольких видов, наиболее типичным из них является *E. tschernyschewi* (Sinz.) (среди его нумерованных стадий она соответствует стадии 2). Однако в описании видов Р. Кейси характеристику морфологии раковин и ее изменение в онтогенезе обычно привязывает к диапазонам диаметров раковин, на которых она наблюдалась, а не к нумерованным им стадиям. Стадийность в развитии скульптуры у *Ch. cornuelianum* (Orb.) обсуждалась С. Берсаком (Bersac) и Д. Бертом (Bert) [2]. У этого вида ими выделялись последовательные стадии: «*Royerianum*», «*Cheloniceratas*», «*Procheloniceratas*» и «взрослая», которые в целом соответствуют нумерованным Р. Кейси стадиям. При этом важно отметить, что С. Берсак и Д. Берт в описании этого вида привязывались к выделенным стадиям, а не к абсолютным величинам, поскольку ими было установлено, что границы появления/исчезновения стадий у вида *Ch. cornuelianum* (Orb.) сильно варьируют. Иными словами, авторы провели постадийное описание вида и учли изменчивость длительности выделенных стадий [2].

При изучении коллекционного материала вместе с анализом опубликованных данных было установлено, что наиболее важными и неотъемлемыми изменениями в развитии представителей родов *Cheloniceratas* и *Epicheloniceras*, присутствующими у всех их видов, являются появление / исчезновение или резкое изменение конфигурации

латеральных и умбиликальных бугорков, а также частично характер ветвления ребер в данных бугорках. В связи с этим следует рассматривать следующую последовательность стадий: 1) эмбриональную (начальная камера), 2) личиночную (раковина гладкая), 3) ювенильную (появление латеральных бугорков), 4) раннюю зрелую (появление умбиликальных бугорков и ветвления главных ребер в латеральных бугорках), 5) позднюю зрелую (резкое ослабление или редукция регулярных латеральных бугорков, прекращение ветвления главных ребер (одиночные ребра) или его смещение в умбиликальные бугорки, а также иногда впоследствии ослабление или исчезновение умбиликальных бугорков; у некоторых видов в самом конце стадии отмечается повторное появление ранее редуцированных бугорков). Наиболее важными стадиями при характеристике и определении видов являются ранняя зрелая (соответствует стадии 2 по [7] и стадии «*Cheloniceratas*» по [2]) и поздняя зрелая (соответствует стадиям 3 и 4 по [7], «*Procheloniceratas*» и «взрослой» по [2]). Другими словами, появление видовых признаков происходит уже на ранней зрелой стадии, которая наступает при диаметре раковин ~5–20 мм. Предшествующие ей стадии могут характеризовать только более высокие таксономические ранги. Деление поздней зрелой стадии на две самостоятельные (как это делали предыдущие исследователи [7, 2]) представляется нерациональным ввиду отсутствия четких границ между ними и характеристик для их распознавания: не у всех представителей одного вида они могут быть однозначно выделены и ясно отграничены друг от друга. Описание и сравнение хелоницератин, на наш взгляд, следует привязывать к выделенным ранней зрелой и поздней зрелой стадиям (этот подход применяется в систематической части данной работы). Стоит отметить, что с изменением конфигурации бугорков и ветвления почти одновременно происходит также трансформация формы поперечного сечения оборотов.

При постадийном анализе хелоницератин наиболее варьирующей скоростью онтогенеза выявлена у *Cheloniceratas cornuelianum* (Orb.), *Ch. seminodosum* (Sinz.), *Ch. quadrarium* Casey, *Epicheloniceras subnodosocostatum* (Sinz.) и *E. tschernyschewi* (Sinz.) В меньшей степени этот тип полиморфизма характерен для всех представителей рассматриваемых родов.

Обнаруженная изменчивость тесно ассоциирует с полиморфизмом размеров раковин, поскольку чем больше диапазон диаметров раковин у вида, тем большая и значимая вариативность скорости онтогенеза потенциально возможна. Вместе с тем учет изменчивости скорости онтогенеза позволяет сравнивать характер скульптуры и формы поперечного сечения оборотов у аммонитов разных размеров, если у них наблюдается одна и та же стадия.



**3. Изменчивость абсолютных величин элементов скульптуры (изменчивость «грубости» скульптуры).** Она выражена в наличии среди представителей одного вида индивидов с разной шириной основания и высотой бугорков, толщиной и высотой ребер, а соответственно нередко и с разной густотой ребристости при одинаковых размерах раковин, стадиях онтогенеза и абрисах скульптуры. Этот тип полиморфизма характерен в той или иной мере для всех представителей хелоницератин. Но наиболее существенно изменчивость проявляется у *Chelonicerases cornuelianum* (Orb.). Так, отличающиеся по указанным признакам от типичных представителей вида формы нередко обособлялись исследователями в отдельные варианты, подвиды и виды [7, 8, 35].

**4. Изменчивость ширины оборота по отношению к его высоте и к диаметру раковины.** Несмотря на то что у всех представителей родов *Chelonicerases* и *Epicheloniceras* толщина оборота (возможно, за редким исключением) всегда больше ее высоты, отношения между ними подвержены значительным колебаниям в целом (для представителей *Chelonicerases* Ш : Д = 0,44–0,79, В : Ш = 0,48–0,88; для *Epicheloniceras* – Ш : Д = 0,49–0,77, В : Ш = 0,47–0,91 по имеющемуся материалу (рис. 2)). На видовом уровне наиболее варьирующим этот тип изменчивости выявлен у *Chelonicerases cornuelianum* (Orb.), *Epicheloniceras tschernyschewi* (Sinz.) и *E. subnodosocostatum* (Sinz.) (см. рис. 2).

## Выводы

Ревизия коллекционного материала позволила оценить видовое разнообразие аммонитов подсемейства *Cheloniceratinae* из нижнего и среднего апта Мангышлака, Западной и Южной Туркмении. Нижнеаптские *Chelonicerases* представлены пятью видами на Мангышлаке и четырьмя – в Туркмении, среднеаптские *Epicheloniceras* – соответственно четырьмя и шестью видами. Из рода *Chelonicerases* в обоих регионах доминирует вид *Ch. cornuelianum* (Orb.). Среди представителей *Epicheloniceras* в рассмотренных областях преобладают виды *E. subnodosocostatum* (Sinz.) и *E. tschernyschewi* (Sinz.). Из апта Мангышлака впервые описаны виды *Epicheloniceras orientale* (Jac.) и *E. debile* (Casey), а из Западной и Южной Туркмении – *Chelonicerases sinzowi* Bogd., *Epicheloniceras orientale* (Jac.) и *E. volgensis* (Wass.).

Анализируя видовое разнообразие хелоницератин из рассмотренных регионов, следует отметить следующее. Во-первых, комплексы этих аммонитов из Мангышлака и Туркмении весьма близки между собой, хотя содержат и отличные, но, как правило, немногочисленные элементы. Во-вторых, сообщества изученных хелоницератин имели устойчивую связь с аммонитами этого подсемейства удаленных палеозоохорий Кавказа, Поволжья и Западной Европы в фазу *furcata* раннего апта и на протяжении среднего апта, о чем

свидетельствуют находки на Мангышлаке и в Туркмении общих с указанными регионами видов.

Для хелоницератин выявлен многообразный полиморфизм и выделены четыре его типа. Учет внутривидовой изменчивости дает возможность широко понимать виды, игнорируя необоснованно выделенные таксоны, в соответствии с современными тенденциями и политипической концепцией.

## Систематическое описание

Семейство *Douvilleiceratidae* Parona et Bonarelli, 1897

Подсемейство *Cheloniceratinae* Spath, 1923

Род *Chelonicerases* Hyatt, 1903

*Chelonicerases cornuelianum* (Orbigny, 1841)

Фототабл. 1, фиг. 1–7; фототабл. 2, фиг. 1–3.

*Ammonites Cornuelianus*: Orbigny, 1841, с. 364, табл. 112, фиг. 1, 2.

*Acanthoceras Kiliani*: Koenen, 1902, с. 406, табл. XXXIII, фиг. 1.

*Douvilleicerases Cornuelianum*: Sinzow, 1906, с. 158, рис. I, табл. 1, фиг. 1, 2.

*Douvilleicerases Cornueli*: Никшич, 1915, с. 10, рис. 1, табл. 1, фиг. 1–5.

*Douvilleicerases Cornueli* var. *latispinosa*: Никшич, 1915, с. 15, табл. I, фиг. 6.

*Chelonicerases crassum*: Spath, 1930, с. 449, табл. XV, фиг. 6.

*Chelonicerases cornuelianum* var. *sinzowi*: Луппов, 1952, с. 213, табл. XI, фиг. 1.

*Chelonicerases cornuelianum*: Bogdanova, Prozorovsky, 1999, табл. 8, фиг. k; Bogdanova, 1999, табл. III, фиг. 3; Bogdanova, Mikhailova, 2016, с. 877, рис. 69, табл. 19, фиг. 1, 2, табл. 20, фиг. 3; Bersac, Bert, 2017, с. 65, рис. 6, фиг. A–C, рис. 7, фиг. A–D, рис. 8, фиг. A–D, рис. 9, рис. 10, фиг. A–D, рис. 11, фиг. A–E, рис. 12, фиг. A–C, рис. 18, фиг. A–C, рис. 21, фиг. A, B.

*Chelonicerases (Chelonicerases) cornuelianum*: Casey, 1961, с. 198, рис. 60, фиг. a, b, рис. 60, фиг. c, рис. 61, 62, рис. 67, фиг. e, f, табл. XXXIII, фиг. 7, табл. XXXIV, фиг. 1, 9; табл. XXXV, фиг. 1–3.

*Chelonicerases (Chelonicerases) sp. between cornuelianum and crassum*: Casey, 1961, рис. 63.

*Chelonicerases (Chelonicerases) kiliani*: Casey, 1961, с. 213, рис. 67, фиг. a, b, рис. 67, фиг. c, табл. XXXIII, фиг. 3–5.

*Chelonicerases (Chelonicerases) kiliani* var. *obesum*: Casey, 1961, с. 215, рис. 67, фиг. d, табл. XXXIII, фиг. 6; Casey, 1980, с. 653, табл. CX, фиг. 2.

*Chelonicerases (Chelonicerases) crassum*: Casey, 1961, с. 208, рис. 64–66, табл. XXXIV, фиг. 2, табл. XXXV, фиг. 4.

*Chelonicerases (Chelonicerases) crassum* var. *impar*: Casey, 1961, с. 209, табл. XXXIV, фиг. 3–6.

*Chelonicerases (Chelonicerases) disparile*: Casey, 1961, с. 215, рис. 67, фиг. g, рис. 68, табл. XXXIV, фиг. 7, 8.

*Chelonicerases (Chelonicerases) proteus*: Casey, 1962, с. 217, рис. 69, табл. XXXVI, фиг. 8.

*Chelonicerases (Chelonicerases) cf. gottschei*: Casey, 1962, с. 234, табл. XXXVI, фиг. 5.

*Chelonicerases (Chelonicerases) rotundum*: Casey, 1980, с. 653, табл. CX, фиг. 4.

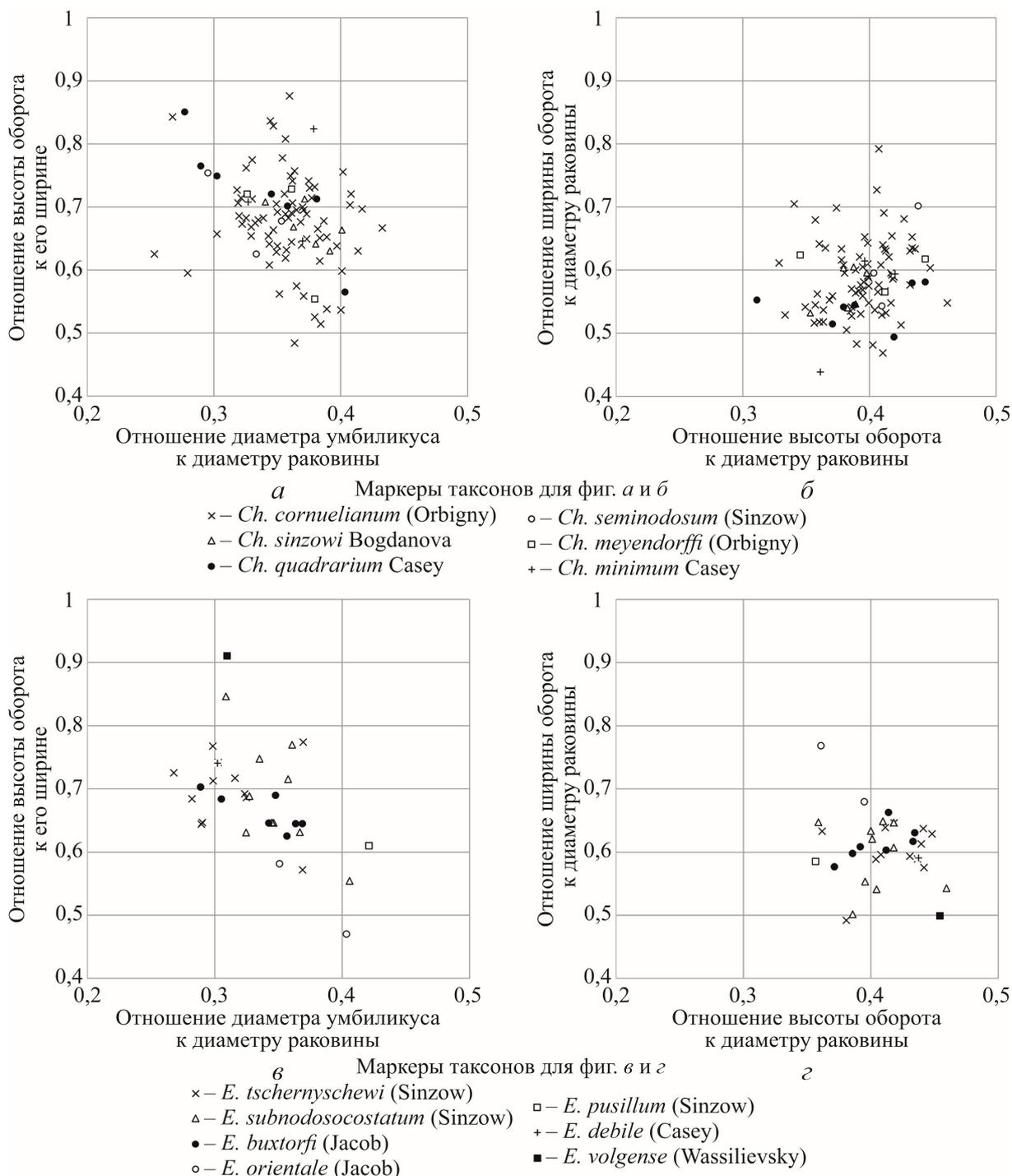


Рис. 2. Скаттер-диаграммы распределения отношений основных морфологических параметров раковин *Cheloniceratinae* из апта Мангышлака, Западной и Южной Туркмении: а, б – представители рода *Cheloniceratas* (96 экз.), в, г – представители рода *Eicheloniceras* (34 экз.)

**Форма.** Раковины полуэволютные, реже полуинволютные или эволютные. Умбиликус широкий, реже умеренно широкий. Поперечное сечение оборотов на ранней зрелой стадии широкоовальное между ребрами; когда проходит через них, то звездчато-полигональное. На поздней зре-

лой стадии сечение приобретает субпрямоугольный или субтрапецидальный вид, с шириной, наибольшей в нижней приумбиликальной трети боковых сторон. Вентральная сторона на обеих стадиях широкая, нередко слабоуплощенная посередине, слабоскругляющаяся к бокам.



**Скульптура.** На ранней зрелой стадии относительно широкие и высокие главные ребра начинаются на умбиликальном перегибе и несут две пары неравных бугорков: массивные конические латеральные и менее крупные умбиликальные, которые сначала имеют вид высоких коленчатых перегибов ребер, затем также становятся коническими. В латеральных бугорках ребра по направлению к вентральной стороне разделяются на две или три ветви. В начале стадии ветви неравны (передняя ветвь более грубая), в конце становятся одинаковыми. Безбугорчатые промежуточные ребра вставляются по одному-два, реже – по три между главными, возникая в приумбиликальной части боковых сторон. На латеральных сторонах они сравнительно тонкие и невысокие. Все ребра утолщаются по направлению к вентральной стороне, на которой они нередко уплощены и в начале стадии различаются по высоте и ширине, затем становятся одинаковыми. У груборебристых форм иногда наблюдается очень слабая вдольсифональная депрессия ребер.

В начале поздней зрелой стадии главные ребра несут одну пару небольших умбиликальных бугорков, в которых происходит их бифуркация на слабонервные ветви. Промежуточные ребра вставляются по одному-два между главными. На вентральной стороне все ребра равны. В конце стадии прекращается бифуркация главных ребер, редуцируются умбиликальные бугорки. Скульптура представлена чередованием простых, равных между собой по толщине и высоте ребер, отличающихся главным образом местом их возникновения: на умбиликальном перегибе (главные) или вблизи него (промежуточные).

**Замечания.** Несколько таксонов, вертикальное распространение которых совпадает с *Ch. cornuelianum* (Orb.), по-видимому, являются экстремальными морфами разнообразной внутривидовой изменчивости этого вида. Их абрисы скульптуры, формы раковин и поперечного сечения оборотов аналогичны *Ch. cornuelianum* (Orb.) на рассматриваемых стадиях, а от типичных представителей вида они отличаются главным образом разной скоростью онтогенеза, грубостью скульптурных элементов, отношениями ширины оборота к диаметру раковины и к его высоте, а также размерами раковин. Приведенные ниже таксоны с учетом внутривидовой изменчивости, на наш взгляд, не заслуживают рассмотрения в качестве самостоятельных видов и подвидов:

- *Ch. cornuelianum* «*latispinosum*» Niksh. (грубоскульптурированная разновидность);
- *Ch. cornuelianum* «*sinzowi*» Luppov (разновидность с относительно узкими оборотами);
- *Ch. «kiliani»* (Koen.) (тахиморфная груборебристая разновидность);

- *Ch. «kiliani obesum»* Casey (тахиморфная груборебристая разновидность с относительно широкими оборотами);
- *Ch. «crassum»* Spath (груборебристая разновидность с относительно широкими оборотами);
- *Ch. «crassum impar»* Casey (грубоскульптурированная разновидность);
- *Ch. «disparile»* Casey (брадиморфная разновидность с относительно узкими оборотами);
- *Ch. «rotundum»* Casey (тахиморфная груборебристая разновидность).

В синонимике также следует внести *Ch. «proteus»* Casey (аномальные формы в характере и регулярности скульптуры бугорков, возможно, переходные к *Ch. meendorffi* (Orb.)).

**Сравнение.** От *Ch. meendorffi* (Orb.) отличается менее вздутыми оборотами, менее приподнятой, округлой, нередко слабоуплощенной вентральной стороной, более выраженными и обособленными умбиликальными бугорками относительно латеральных, более ясной и регулярной скульптурой. На ранней зрелой стадии, кроме того, отличается меньшим количеством промежуточных ребер и отсутствием в процессе онтогенеза незакономерного, спорадического изменения высоты и ширины оснований латеральных бугорков.

От *Ch. quadrarium* Casey отличается на ранней зрелой стадии округлыми боковыми сторонами, большим количеством промежуточных ребер, более выраженными и обособленными коническими бугорками. На поздней зрелой стадии отличается субпрямоугольным или субтрапецидальным, более округленным поперечным сечением оборотов, а в начале этой стадии – наличием ясных и хорошо обособленных умбиликальных бугорков с регулярным ветвлением в них главных ребер.

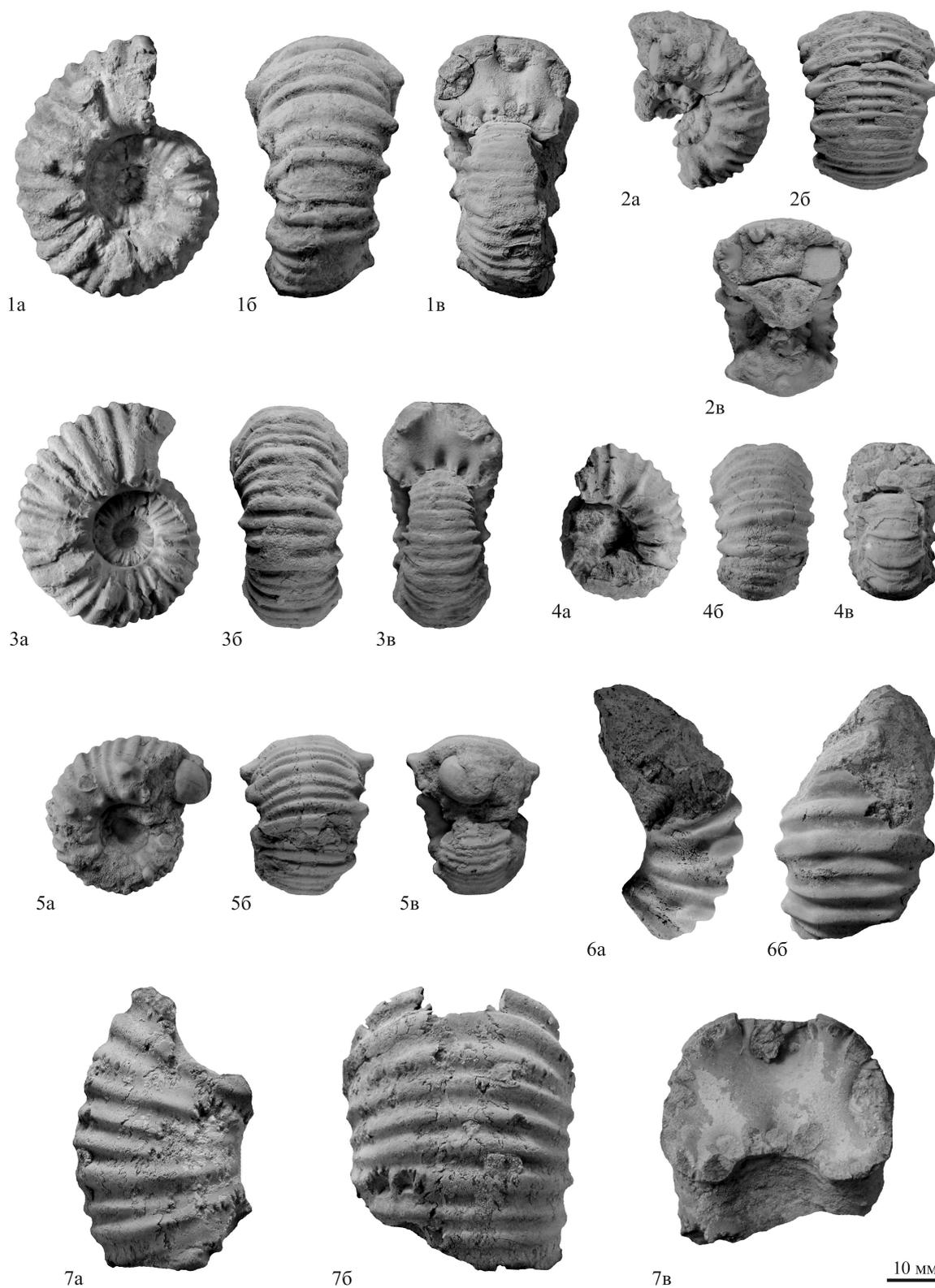
→

Фототаблица 1. Фиг. 1–7. *Chelonicerax cornuelianum* (Orbigny, 1841); 1 – экз. № 1/13338: 1а – вид сбоку, 1б – с вентральной стороны, 1в – с устья; Казахстан, Мангышлак, Караширмау; нижний апт, зона *weissideshayesi-furcata*; 2 – экз. № 8/13338: 2а – вид сбоку, 2б – с вентральной стороны, 2в – с устья; Туркменистан, Бол. Балхан, Огланлы; нижний апт, зона *furcata*; 3 – экз. № 2/13338: 3а – вид сбоку, 3б – с вентральной стороны, 3в – с устья; Казахстан, Мангышлак, Караширмау; нижний апт, зона *weissideshayesi-furcata*; 4 – экз. № 6/13338: 4а – вид сбоку, 4б – с вентральной стороны, 4в – с устья; Туркменистан, Бол. Балхан, Борджаклы; нижний апт, зона *weissi*; 5 – экз. № 7/13338: 5а – вид сбоку, 5б – с вентральной стороны, 5в – с устья; Туркменистан, Бол. Балхан, Огланлы; нижний апт; 6 – экз. № 5/13338: 6а – вид сбоку, 6б – с вентральной стороны; Казахстан, Мангышлак, Джапракты; нижний апт, зона *weissideshayesi-furcata*; 7 – экз. № 4/13338: 7а – вид сбоку, 7б – с вентральной стороны, 7в – с устья; Казахстан, Мангышлак, Чирчили; нижний апт, зона *weissideshayesi-furcata*.

Автор сборов всех экземпляров Т. Н. Богданова.



Фототаблица 1





От *Ch. sinzowi* Bogd. на ранней зрелой стадии отличается большим в целом количеством промежуточных ребер, сильнее выраженной градицией по толщине и высоте главных и промежуточных ребер, хорошо развитыми и более обособленными бугорками. На поздней зрелой стадии отличается ясной и закономерной ребристостью, регулярностью и большим количеством промежуточных ребер, а в начале стадии – наличием ясных и обособленных умбиликальных бугорков и бифуркации ребер в них.

**Материал и местонахождения.** 226 экз. Казахстан – Мангышлак: Каратаучик, Чирчили, Карашимрау, Шаир, Когозбулак, Айрақты, Джапрақты, Куркрук, Джаксысауран, Карасыз, Бесокты, Кугусем, Керт; нижний апт, зона *weissi-deshayesi* – *furcata*. Туркменистан – Туаркыр: Мансу-Аккуп, Доунгра, Геокдере, Умокдере, Бейнеу, Гобекаджи, Текеджик; Кубадаг: Кубасенгир, Янгаджа; Большой Балхан: Борджаклы, Утулуджа, Огланлы; Малый Балхан: Портсайман; нижний апт, зона *furcata*. Большой Балхан: Борджаклы; Туаркыр: Текеджик; нижний апт, зона *weissi*.

#### **Chelonicerias meyerendorffi (Orbigny, 1845)**

Фототабл. 2, фиг. 4, фототабл. 3, фиг. 3–5.

*Ammonites Meyerendorffi*: Orbigny, 1845, с. 428, табл. XXXII, фиг. 4, 5.

*Douvilleicerias Meyerendorffi*: Sinzow, 1906, с. 161, рис. II, табл. I, фиг. 7–9.

*Chelonicerias (Chelonicerias) meyerendorffi*: Casey, 1962, с. 222, рис. 73, фиг. a–g, рис. 74, табл. XXXVI, фиг. 4, табл. XXXVII, фиг. 11.

**Форма.** Раковины полуэволютные. Обороты вздутые. Умбиликус умеренно широкий или широкий. Поперечное сечение оборотов на ранней зрелой стадии широкоовальное между ребрами; когда проходит через них, – такое же, но с угловатыми выступами по бокам в местах расположения латеральных бугорков. На поздней зрелой стадии сечение полукруглое или субтрапециальное, с закругленными боками и наиболее широкое в их приумбиликальной части. Вентральная сторона на обеих стадиях широкая, вздутая, значительно выпуклая и скругленная.

**Скульптура.** На ранней зрелой стадии ребристость в целом частая, сгруппированная и иногда неясная. Относительно высокие и довольно толстые главные ребра начинаются на умбиликальном крае, несут две пары конических и обычно значительно неравных бугорков: крупных латеральных и мелких умбиликальных. В латеральных бугорках ребра по направлению к вентральной стороне разделяются на две более-менее равные ветви. Безбугорчатые промежуточные ребра вставляются по одному-три и более между главными, возникая в приумбиликальной части боков. На латеральных сторонах они значительно ниже и тоньше главных. Нередко вместо обычного

большого количества промежуточных ребер между парами главных отмечается их меньшее число (одно-два), но в таком случае в онтогенезе наблюдается незакономерное, спорадическое сильное понижение и уменьшение оснований некоторых латеральных бугорков на главных ребрах. Все ребра утолщаются по направлению к вентральной стороне, на которой они обычно равны и иногда уплощены. Редко наблюдается слабая вдольсифональная депрессия ребер.

На поздней зрелой стадии скульптура представлена частыми, довольно тонкими и низкими ребрами, слабодифференцируемыми на главные и промежуточные и почти равными между собой. Они чаще всего начинаются на умбиликальном перегибе или вблизи него, где нередко несут умбиликальные бугорки, обычно имеющие вид очень слабых невысоких утолщений, в которых ребра иногда разделяются на две ветви. На вентральной стороне все ребра равны.

Сравнение с видом *Ch. cornuelianum* (Orb.) приведено выше.

**Материал и местонахождения.** 6 экз. Туркменистан – Туаркыр: Бейнеу, Гобекаджи; Большой Балхан: Утулуджа; нижний апт, зона *furcata*.

#### **Chelonicerias seminodosum (Sinzow, 1906)**

Фототабл. 3, фиг. 1, 2.

*Douvilleicerias seminodosum*: Sinzow, 1906, с. 165, табл. I, только фиг. 4–6.

**Форма.** Раковины полуинволютные или полуэволютные. Умбиликус широкий или умеренно широкий. Поперечное сечение оборотов на

Фототаблица 2. Фиг. 1–3. *Chelonicerias cornuelianum* (Orbigny, 1841); экз. № 3/13338: 1а, 1б – вид сбоку, 1в – с вентральной стороны, 1г – с устья; Казахстан, Мангышлак, Шаир; нижний апт, зона *weissi-deshayesi-furcata*; 2 – экз. № 17/13338: 2а, 2б – вид сбоку, 2в – с вентральной стороны, 2г – с устья; Туркменистан, Бол. Балхан, Утулуджа; нижний апт, зона *furcata*; 3 – экз. № 19/13338: 3а – вид сбоку, 3б – с вентральной стороны, 3в – с устья; Туркменистан, Туаркыр, Текеджик; нижний апт, зона *furcata*.

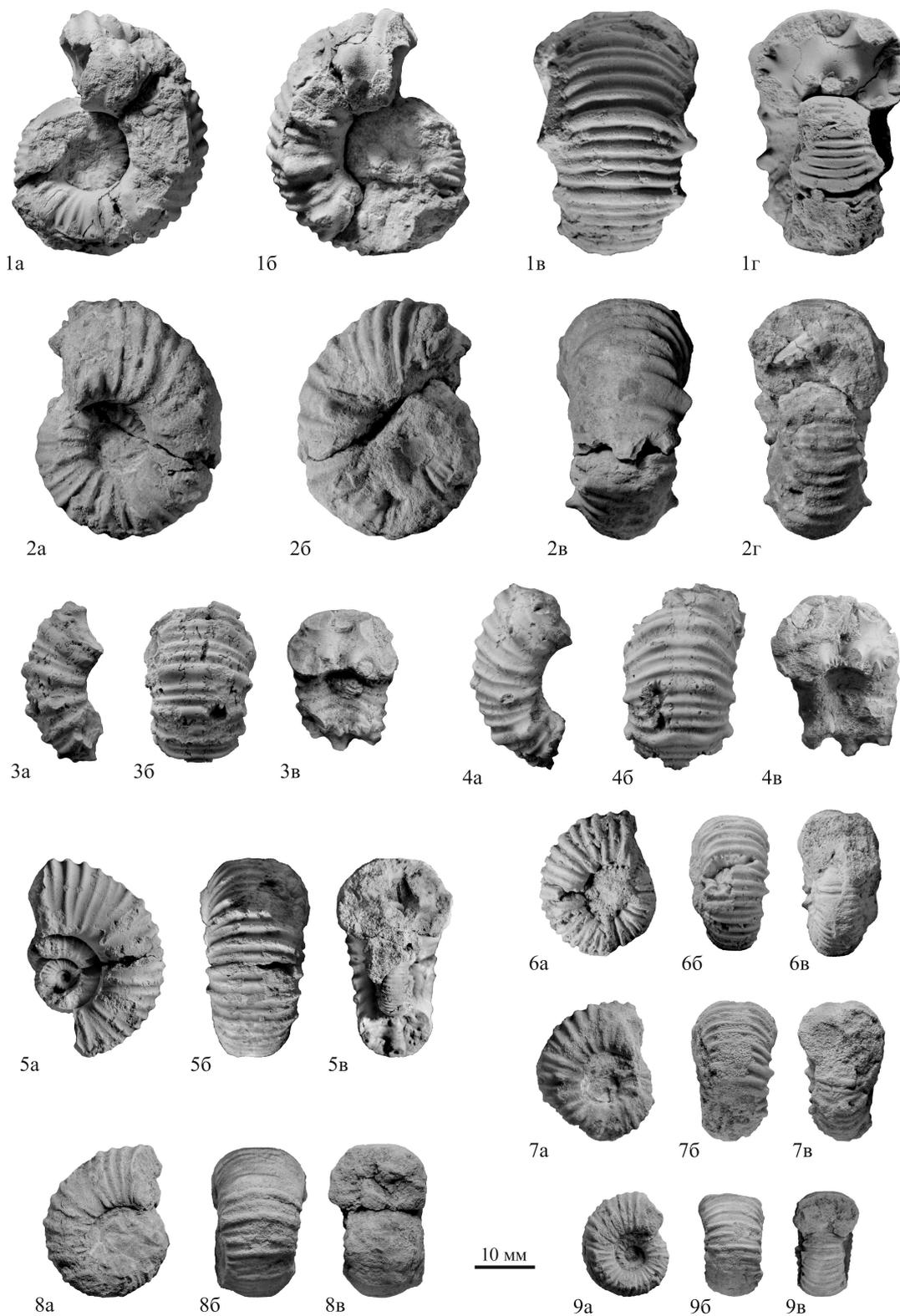
Фиг. 4. *Chelonicerias meyerendorffi* (Orbigny, 1845); 4 – экз. № 18/13338: 4а – вид сбоку, 4б – с вентральной стороны, 4в – с устья; Туркменистан, Туаркыр, Геокдере; нижний апт, зона *furcata*.

Фиг. 5–9. *Chelonicerias sinzowi* Bogdanova, 1999; 5 – экз. № 10/13338: 5а – вид сбоку, 5б – с вентральной стороны, 5в – с устья; Казахстан, Мангышлак, Шаир; нижний апт, зона *weissi-deshayesi-furcata*; 6 – экз. № 9/13338: 6а – вид сбоку, 6б – с вентральной стороны, 6в – с устья; Казахстан, Мангышлак, Когозбулак; нижний апт, зона *weissi-deshayesi-furcata*; 7 – экз. № 11/13338: 7а – вид сбоку, 7б – с вентральной стороны, 7в – с устья; Туркменистан, Туаркыр, Бейнеу; нижний апт, зона *furcata*; 8 – экз. № 12/13338: 8а – вид сбоку, 8б – с вентральной стороны, 8в – с устья; Туркменистан, Туаркыр, Бейнеу; нижний апт, зона *furcata*; 9 – экз. № 13/13338: 9а – вид сбоку, 9б – с вентральной стороны, 9в – с устья; Туркменистан, Туаркыр, Бейнеу; нижний апт, зона *furcata*.

Автор сборов всех экземпляров Т. Н. Богданова.



Фототаблица 2





ранней зрелой стадии широкоовальное между ребрами; когда проходит через них, то полигональное. На поздней зрелой стадии оно приобретает овально-субтрапецеидальный вид, с широко скругленными и немного вздутыми в приумбиликальной части боковыми сторонами. Вентральная сторона на обеих стадиях широкая, скругляющаяся к боковым сторонам.

**Скульптура.** На ранней зрелой стадии главные ребра начинаются на умбиликальном крае и несут две пары небольших конических бугорков: латеральные и немного меньшие по размеру умбиликальные. В латеральных бугорках ребра по направлению к вентральной стороне нередко разделяются на две равные ветви. Промежуточные безбугорчатые ребра вставляются по одному-три между главными, возникая в нижней приумбиликальной половине боков. На латеральных сторонах они обычно сгружены и слабо отличаются по толщине и высоте от главных. Все ребра слабо утолщаются по направлению к вентральной стороне, на которой они обычно равные и низкие.

С исчезновением латеральных бугорков на поздней зрелой стадии точка ветвления главных ребер переносится в умбиликальные бугорки. Количество промежуточных ребер уменьшается. Впоследствии ветвление главных ребер прекращается. В конце стадии на главных ребрах вновь появляются регулярные латеральные бугорки, а также усиливаются и укрупняются умбиликальные. На вентральной стороне все ребра равны.

**Сравнение.** От *Ch. cornelianum* (Orb.) отличается на ранней зрелой стадии слабее выраженными и менее различающимися между собой латеральными и умбиликальными бугорками, несоответствующим изменением количества промежуточных ребер между парами главных, нерегулярностью ветвления главных ребер в латеральных бугорках. На поздней зрелой стадии отличается более вздутым в приумбиликальной части поперечным сечением оборотов, а в конце стадии – повторным появлением латеральных бугорков на главных ребрах.

От *Ch. quadrarium* Casey отличается на ранней зрелой стадии более округлыми боковыми сторонами, более выраженными и обособленными умбиликальными бугорками, изменчивым, но в целом большим количеством промежуточных ребер. На поздней зрелой стадии отличается вздутыми в приумбиликальной части латеральными сторонами, округлой вентральной стороной, более ясными и обособленными умбиликальными бугорками, а в конце стадии – отсутствием ветвящихся главных ребер и повторным появлением латеральных бугорков на главных ребрах.

**Материал и местонахождения.** 15 экз. Казахстан – Мангышлак: Каратаучик, Когзбулак; нижний апт, зона weissi–deshayesi–furcata.

Туркменистан – Туаркыр: Мансу-Аккуп, Коймат, Лаузан, Геокдере, Бейнеу; Большой Балхан: Борджаклы; нижний апт, зона furcata. Туаркыр: Умокдере; нижний апт, зона weissi; Западный Копетдаг; нижний апт.

### **Cheloniceras quadrarium Casey, 1962**

Фототабл. 4, фиг. 1–3.

*Cheloniceras* (*Cheloniceras*) *quadrarium*: Casey, 1962, с. 227, рис. 76, рис. 77, фиг. a, b, табл. XXXVI, фиг. 7, табл. XXXVII, фиг. 10.

*Cheloniceras quadrarium*: Bogdanova, 1999, табл. III, фиг. 4.

**Форма.** Раковины полуэволютные, полуинволютные, реже эволютные. Умбиликус умеренно широкий или широкий. Поперечное сечение оборотов на ранней зрелой стадии от овального до овально-прямоугольного между ребрами; когда проходит через них, то полигональное. Вентральная сторона широкая, слабоуплощенная, слабоскругляющаяся к боковым сторонам. На поздней зрелой стадии сечение субквадратное, с уплощенными, почти параллельными друг другу боками. Вентральная сторона широкая, уплощенная, резко скругляющаяся к боковым сторонам.

**Скульптура.** На ранней зрелой стадии относительно высокие главные ребра начинаются на умбиликальном крае и несут две пары бугорков: довольно высокие латеральные и низкие умбиликальные. И те и другие имеют вид приподнятых коленчатых перегибов ребер. В латеральных бугорках главные ребра по направлению к вентральной стороне в начале стадии обычно разделяются на две ветви, которые, как правило, равны между собой. Промежуточные безбугорчатые ребра вставляются по одному, реже – по два между главными или нередко могут отсутствовать. Они начинаются в интервале от приумбиликальной части боков до умбиликального края. Все ребра слабо утолщаются по направлению к вентральной стороне, на которой они равны.

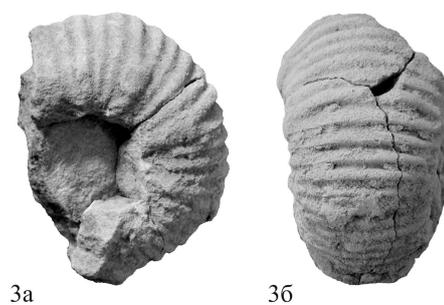
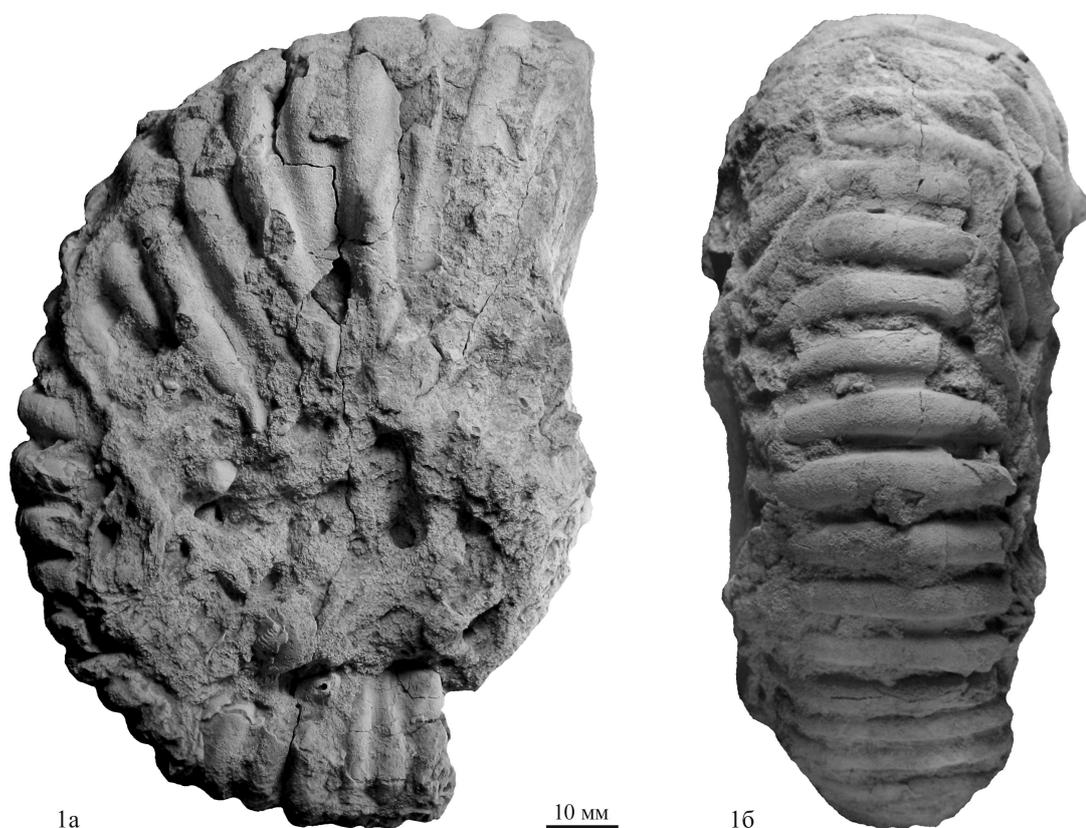
На поздней зрелой стадии главные ребра нередко разделяются на умбиликальном крае

Фототаблица 3. Фиг. 1, 2. *Cheloniceras seminodosum* (Sinzow, 1906); 1 – экз. № 23/13338: 1a – вид сбоку, 1б – с вентральной стороны; Казахстан, Мангышлак, Когзбулак; нижний апт, зона weissi–deshayesi–furcata; 2 – экз. № 25/13338: 2a – вид сбоку, 2б – с вентральной стороны, 2в – с устья; Туркменистан, Зап. Копетдаг; нижний апт. Фиг. 3–5. *Cheloniceras meyendorffi* (Orbigny, 1845); 3 – экз. № 15/13338: 3a – вид сбоку, 3б – с вентральной стороны; Туркменистан, Туаркыр, Бейнеу; нижний апт, зона furcata; 4 – экз. № 16/13338: 4a – вид сбоку, 4б – с вентральной стороны; Туркменистан, Бол. Балхан, Утуджа; нижний апт, зона furcata; 5 – экз. № 14/13338: 5a – вид сбоку, 5б – с вентральной стороны; Туркменистан, Туаркыр, Бейнеу; нижний апт, зона furcata.

Фиг. 1, 3–5 – сборы Т. Н. Богдановой, фиг. 2 – сборы Е. А. Сиротиной.



Фототаблица 3





на две почти равные ветви, однако в точке бифуркации ясные умбиликальные бугорки отсутствуют, иногда наблюдаются лишь слабо приподнятые утолщения. Промежуточные ребра изредка вставляются по одному между парами главных, почти идентичны по толщине и высоте последним и начинаются вблизи умбиликального перегиба. На вентральной стороне все ребра равны.

Сравнение с видами *Ch. cornuelianum* (Orb.) и *Ch. seminodosum* (Sinz.) приведено выше.

**Материал и местонахождения.** 6 экз. Казахстан – Мангышлак: Карашимрау, Когозбулак, Карасязь; нижний апт, зона *weissi-deshayesi-furcata*.

### ***Cheloniceras minimum* Casey, 1962**

Фототабл. 4, фиг. 4, 5.

*Cheloniceras* (*Cheloniceras*) *minimum*: Casey, 1962, с. 217, табл. XXXV, фиг. 5.

**Форма.** Раковины полуэволютные. Умбиликус широкий. Поперечное сечение оборотов на ранней зрелой стадии широкоовальное между ребрами; когда проходит через них, то звездчато-полигональное. На поздней зрелой стадии сечение субквадратное, с уплощенными, почти параллельными друг другу боками. Вентральная сторона на обеих стадиях довольно широкая, сначала закругленная, позже уплощенная.

**Скульптура.** На ранней зрелой стадии относительно широкие и высокие главные ребра начинаются на умбиликальном крае и несут две пары бугорков: высокие, обычно конические латеральные, и низкие умбиликальные, имеющие вид приподнятых коленчатых перегибов ребер, или также конические. В латеральных бугорках ребра по направлению к вентральной стороне нередко разделяются на две равные ветви. Более тонкие и низкие промежуточные ребра вставляются по одному между главными, начинаясь в средней части боков, но нередко могут отсутствовать. Все ребра слабо утолщаются по направлению к вентральной стороне, на которой они равны.

На поздней зрелой стадии скульптура на поверхности раковины становится более беспорядочной и тонкой. Регулярные крупные латеральные бугорки исчезают. Скульптура представлена чередованием ребер, слабодифференцируемых на главные и промежуточные, близких по толщине и высоте. Большинство ребер начинается на умбиликальном перегибе, где наблюдаются очень слабые умбиликальные бугорки, реже ребра возникают в средней части боковых сторон. Иногда наблюдается бифуркация ребер, точка разделения при этом в разных случаях может располагаться в интервале от середины боковых сторон до умбиликального перегиба. Редкие ребра также несут в средней зоне боков точечные латеральные бугорки, которые отмечаются как

на простых одиночных ребрах, так и в точках ветвления делящихся. На вентральной стороне все ребра обычно равны, но величина промежутков между ними иногда слабо варьирует.

**Сравнение.** От *Ch. sinzowi* Bogd. отличается на ранней зрелой стадии более обособленными и ясными латеральными и умбиликальными бугорками. На поздней зрелой стадии отличается уплощенными, почти параллельными друг другу боковыми сторонами, наличием бифуркации ребер и спорадическим появлением точечных латеральных бугорков.

**Материал и местонахождения.** 8 экз. Казахстан – Мангышлак: Чирчили, Шаир, Когозбулак; нижний апт, зона *weissi-deshayesi-furcata*.

### ***Cheloniceras sinzowi* Bogdanova, 1999**

Фототабл. 2, фиг. 5–9.

*Douvilleiceras seminodosum*: Sinzow, 1906, с. 165 (часть), табл. I, фиг. 3 (только).

*Cheloniceras sinzowi*: Bogdanova, 1999, с. 353, табл. III, фиг. 5, 6.

**Форма.** Раковины полуэволютные, реже эволютные. Умбиликус широкий. Поперечное сечение оборотов на ранней зрелой стадии широкоовальное между ребрами; когда проходит через них, то звездчато-полигональное или полигональное. На поздней зрелой стадии оно приобретает субпрямоугольный или субквадратный вид, со слабоокругленными боками. Вентральная сторона на обеих стадиях широкая, скругляющаяся к боковым сторонам, по мере роста раковины слабоуплощенная.

**Скульптура.** На ранней зрелой стадии относительно толстые и высокие главные ребра начинаются на умбиликальном крае и несут две пары бугорков: небольшие, низкие конические латеральные и мелкие, плохо обособленные умбиликальные, имеющие вид приподнятых коленчатых перегибов ребер, или конические. В латеральных бугорках главные ребра по направлению к вентральной стороне разделяются на две ветви, которые обычно равны. Про-

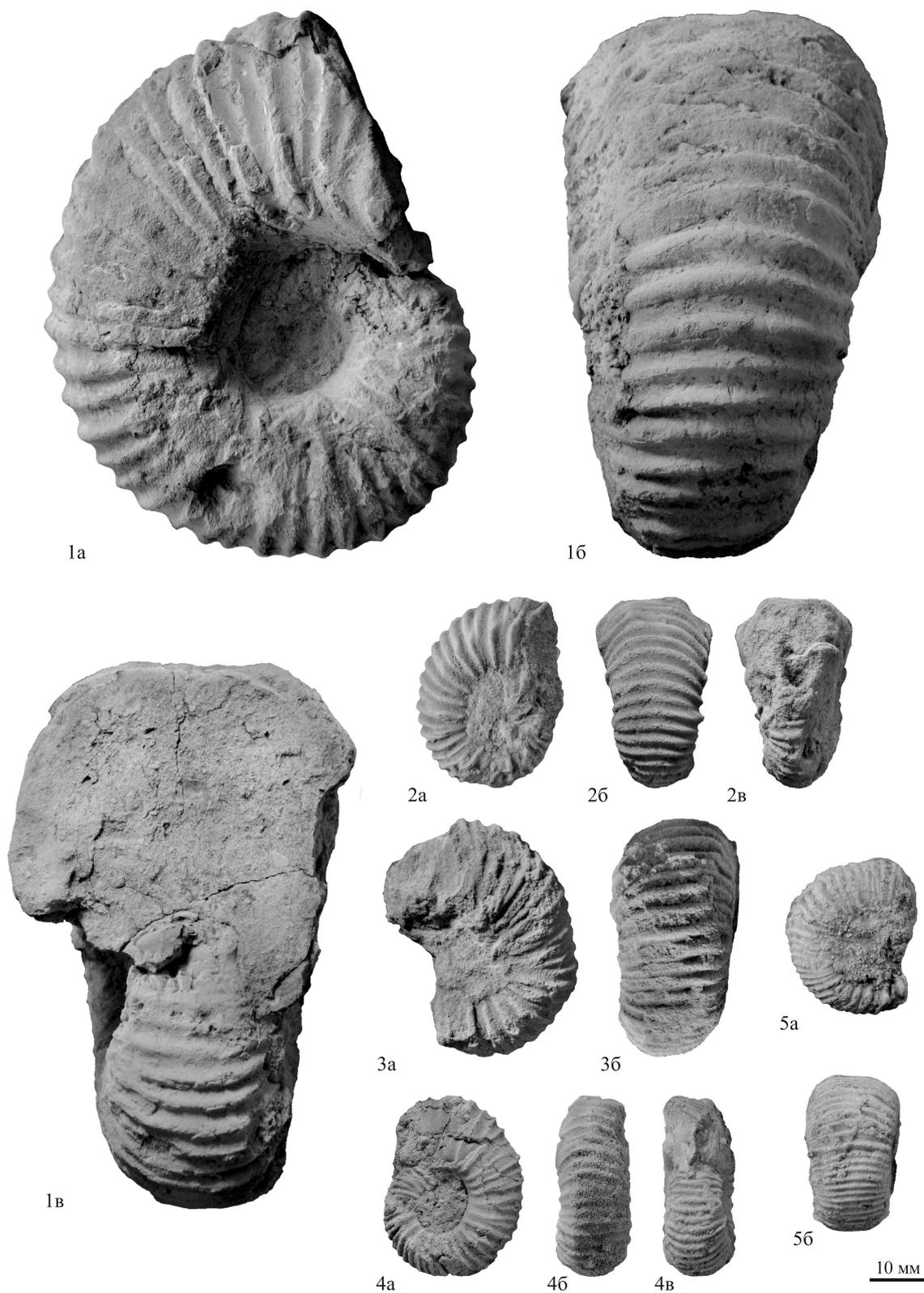
→  
Фототаблица 4. Фиг. 1–3. *Cheloniceras quadrarium* Casey, 1962; 1 – экз. № 21/13338: 1а – вид сбоку, 1б – с вентральной стороны, 1в – с устья; Казахстан, Мангышлак, Карашимрау; нижний апт, зона *weissi-deshayesi-furcata*; 2 – экз. № 22/13338: 2а – вид сбоку, 2б – с вентральной стороны, 2в – с устья; Казахстан, Мангышлак, Карашимрау; нижний апт, зона *weissi-deshayesi-furcata*; 3 – экз. № 20/13338: 3а – вид сбоку, 3б – с вентральной стороны; Казахстан, Мангышлак, Когозбулак; нижний апт, зона *weissi-deshayesi-furcata*.

Фиг. 4, 5. *Cheloniceras minimum* Casey, 1962; 4 – экз. № 24/13338: 4а – вид сбоку, 4б – с вентральной стороны, 4в – с устья; Казахстан, Мангышлак, Чирчили; нижний апт, зона *weissi-deshayesi-furcata*; 5 – экз. № 26/13338: 5а – вид сбоку, 5б – с вентральной стороны; Казахстан, Мангышлак, Когозбулак; нижний апт, зона *weissi-deshayesi-furcata*.

Автор сборов всех экземпляров Т. Н. Богданова.



Фототаблица 4





межуточные безбугорчатые ребра вставляются по одному-три между главными, возникая в интервале от привентральной части боков до умбиликального края, нередко могут отсутствовать. На боковых сторонах они сравнительно тонкие, невысокие. Все ребра утолщаются по направлению к вентральной стороне, на которой они обычно одинаковы, но у некоторых индивидов наблюдается и их слабовыраженное неравенство.

На поздней зрелой стадии бифуркация главных ребер и ясные бугорки обычно отсутствуют. Скульптура представлена одиночными ребрами. Главные начинаются на умбиликальном крае, на котором изредка образуются коленчатые перегибы ребра. Промежуточные ребра, начинающиеся в интервале от привентральной части боковых сторон и почти до умбиликального перегиба, иногда вставляются по одному, в редких случаях – по два-три между главными, но часто отсутствуют. На вентральной стороне все ребра равны. Иногда наблюдается очень слабая вдольсифональная депрессия ребер.

Сравнение с видами *Ch. cornuelianum* (Orb.) и *Ch. minimum* Casey приведено выше.

**Материал и местонахождения.** 19 экз. Казахстан – Мангышлак: Чирчили, Шаир, Когозбулак, Джапракты; нижний апт, зона *weissideshayesi-furcata*. Туркменистан – Туаркыр: Бейнеу; нижний апт, зона *furcata*.

### Библиографический список

1. Bulot L. G. Systematic paleontology of Aptian and Albian ammonites from southwest Iran // *Vincent B., Bucher, van F. S. P., Bulot L. G., Immenhauser A., Caron M., Baghbani D., Huc A. Y. Carbon-isotope Stratigraphy, Biostratigraphy and Organic Matter Distribution in the Aptian – Lower Albian Successions of Southwest Iran (Dariyan and Kazhdumi Formations)* // *GeoArabia Special Publication 4*. 2010. Vol. 1. P. 167–197.
2. Bersac S., Bert D. Revision of the lower Aptian (Lower Cretaceous) ammonite species *Chelonicerus cornuelianum* (d'Orbigny, 1841) // *Annales de Paléontologie*. 2018. Vol. 104, № 1. P. 45–70.
3. Lehmann J., Simpson M. I., Bayliss H. M. A new ammonite fauna from the *Walpenites* horizon of the upper Aptian (Lower Cretaceous), Isle of Wight, southern England // *Proceedings of the Geologists' Association*. 2020. Vol. 131, № 3–4. P. 321–333.
4. Богданова Т. Н., Михайлова И. А. Аммоноидеи среднего апта (биоразнообразие и эволюция) // Меловая система России и ближнего зарубежья : проблемы стратиграфии и палеогеографии : сборник научных трудов / под редакцией Е. М. Первушова. Саратов : Издательство Саратовского университета, 2007. С. 36–62.
5. Bogdanova T. N., Mikhailova I. A. Middle Aptian Biostratigraphy and Ammonoids of the Northern Caucasus and Transcaspia // *Paleontological Journal*. 2016. Vol. 50, № 8. P. 725–933.
6. Шарикадзе М. З. Аптские аммониты Кавказа. Тбилиси : Универсал, 2015. 321 с.
7. Casey R. A monograph of the Ammonoidea of the Lower Greensand. Part III. London : Palaeontographical Society, 1961. P. 119–216.
8. Casey R. A monograph of the Ammonoidea of the Lower Greensand. Part IV. London : Palaeontographical Society, 1962. P. 217–288.
9. Wright C. W., Callomon J. H., Howarth M. K. Cretaceous Ammonoidea // *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part L (revised). Mollusca 4*. Boulder : The Geological Society of America ; Lawrence : The University of Kansas, 1996. 362 p.
10. Михайлова И. А. О систематическом положении и объеме рода *Diadochoceras* // *Палеонтологический журнал*. 1963. № 3. С. 65–77.
11. Андрусов Н. И. О геологических исследованиях в Закаспийской области, произведенных в 1887 г. (Предварительный отчет) // *Труды Арало-Каспийской экспедиции*. 1889. Вып. VI. С. 115–167.
12. Семенов В. П. Фауна меловых образований Мангышлака и некоторых пунктов Закаспийского края // *Труды Императорского Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей. Отделение геологии и минералогии*. 1899. Т. XXVIII, вып. 5. С. 1–178.
13. Sinzow I. Die Beschreibung einiger *Douvilléceras*-Arten aus dem Oberen Neocom Russland // *Verhandlungen der Russisch-Kaiserlichen Mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg*. Ser. 2. 1906. Bd. XLIV. S. 157–197.
14. Нацкий А. Д. Заметка о фауне нижнемеловых септариевых глин Мангышлака // *Известия Императорской Академии Наук*. VI сер. 1912. Т. 6, вып. 10. С. 671–676.
15. Нацкий А. Д. Материалы к стратиграфии нижнего мела Мангышлака // *Материалы для геологов России*. 1918. Т. 26, вып. 1. С. 133–191.
16. Савельев А. А., Василенко В. П. Фаунистическое обоснование стратиграфии нижнемеловых отложений Мангышлака // *Геологическое строение и нефтегазоносность Мангышлака* // *Труды ВНИГРИ*. 1963. Вып. 218. С. 248–300.
17. Богданова Т. Н. Нижний апт Горного Мангышлака (стратиграфия, корреляция, аммониты) // *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. 1999. Т. 7, № 4. С. 40–53.
18. Андрусов Н. И. Материалы для геологии Закаспийской области : в 2 частях. Ч. I. Красноводский полуостров. Большой и Малый Балхан. Джанак. Устюрт. Юрьев : Типография К. Маттисена, 1905. 188 с. (Труды Арало-Каспийской экспедиции. Вып. VII).
19. Богданова Т. Н. Нижний апт и пограничные с ним слои Западной и Южной Туркмении (стратиграфия, аммониты) : автореферат диссертации ... кандидата геолого-минералогических наук. Москва, 1971. 30 с.
20. Васильевский П. М. Геологическая карта Больших Балхан // *Вестник ирригации*. 1926. № 9. С. 81–86.
21. Геология СССР. Т. XXII. Туркменская ССР. Геологическое описание / под редакцией Н. П. Луппова. Москва : Госгеолтехиздат, 1957. 658 с.
22. Геология СССР. Т. XXII. Туркменская ССР. Геологическое описание / под редакцией Н. П. Луппова. Москва : Недра, 1972. 768 с.
23. Луппов Н. П., Сиротина Е. А., Товбина С. З. К стратиграфии аптских и альбских отложений Копет-Дага // *Проблема нефтегазоносности Средней Азии*. Вып. 1.



- Геология и нефтегазоносность западной части Средней Азии // Труды ВСЕГЕИ. Новая серия. 1960. Т. 42. С. 156–173.
24. Стратиграфия СССР. Меловая система (получтом 1) / под редакцией М. М. Москвина. Москва : Недра, 1986. 340 с.
25. *Bogdanova T. N., Prozorovsky V. A.* Substantiation of the Barremian / Aptian boundary // *Scripta Geologica*. 1999. Spec. Issue № 3. P. 45–81.
26. *Cecca F., Dhondt A. V., Bogdanova T. N.* The Aptian stratigraphy of the southern Tuarkyr (NW Turkmenistan, central Asia) // *Revista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*. 1999. Vol. 105, № 3. P. 377–396.
27. *Михайлова И. А., Богданова Т. Н., Барабошкин Е. Ю.* Аптский ярус (подъярусное и зональное деление, границы ярусов и подъярусов) // *Общая стратиграфическая шкала России : состояние и проблемы обустройства : материалы Всероссийского совещания / под редакцией М. А. Федонкина, Ю. Б. Гладенкова, В. А. Захарова, А. П. Ипполитова.* Москва : ГИН РАН, 2013. С. 304–306.
28. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий / под редакцией А. И. Жамойды. Санкт-Петербург : Издательство ВСЕГЕИ, 1997. Вып. 29. 35 с.
29. Решения Межведомственного стратиграфического совещания по мезозою Средней Азии / под редакцией Г. Я. Крымгольца. Ленинград : Издательство ВСЕГЕИ, 1977. 48 с.
30. *Богданова Т. Н., Луппов Н. П., Яхнин Э. Я.* К стратиграфии аптских и альбских отложений Туаркыра // Проблема нефтегазоносности Средней Азии. Вып. 14. Новые данные по геологии западной части Средней Азии // Труды ВСЕГЕИ. Новая серия. 1963. Т. 109. С. 75–97.
31. *Товбина С. З., Богданова Т. Н., Лобачева С. В.* Аптские отложения Копетдага // Ежегодник Всесоюзного Палеонтологического общества. 1985. Т. XXVIII. С. 242–258.
32. *Никишич И. И.* Представители рода *Douvilleiceras* из аптских отложений на северном склоне Кавказа. Петроград : Типография М. М. Стасюлевича, 1915. 53 с. (Труды Геологического комитета. Новая серия. Вып. 121).
33. *Безносков Н. В., Мутта В. В.* Полиморфизм юрских аммоноидей // Палеонтологический журнал. 1995. № 2. С. 41–50.
34. *Иванов А. Н.* О колебаниях в скорости онтогенеза у аммонитов в связи с систематикой и филогенетикой // Труды XIII и XIV сессий Всесоюзного Палеонтологического общества. Ленинград : Наука, 1976. С. 25–36.
35. *Spath L. F.* On some ammonoidea from the Lower Greensand // *Journal of Natural History*. Ser. 10. 1930. Vol. V. P. 417–464.

Поступила в редакцию 10.05.2022; одобрена после рецензирования 29.05.2022; принята к публикации 01.06.2022  
The article was submitted 10.05.2022; approved after reviewing 29.05.2022; accepted for publication 01.06.2022



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 3. С. 208–218

*Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2022, vol. 22, iss. 3, pp. 208–218

<https://geo.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-208-218>

Научная статья

УДК 550.83

# Многопризнаковая петрофизическая классификация горных пород как основа интерпретации геофизических данных



Н. П. Сенчина<sup>✉</sup>, Т. А. Мингалева

Санкт-Петербургский горный университет, Россия, 199106, г. Санкт-Петербург, 21-я линия, д. 2

Сенчина Наталия Петровна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, [senchina\\_np@pers.spmi.ru](mailto:senchina_np@pers.spmi.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5458-648X>

Мингалева Татьяна Андреевна, аспирант, [tatiana.mingaleva@bk.ru](mailto:tatiana.mingaleva@bk.ru), <https://orcid.org/0000-0002-6867-1981>

**Аннотация.** В статье проведена апробация способа комплексной интерпретации геофизических данных с использованием алгоритма классификации без эталона. Получена дифференциация площади участка по классам в зависимости от величины параметров, вычисленных в результате инверсии на уровне поверхности фундамента. Далее классы сопоставлены с петрофизическими материалами из литературных источников. Путем сопоставления инвертированных параметров и значений свойств пород получена схема вещественного состава для изучаемой площади. Показана применимость данного подхода для комплексной интерпретации геофизических данных, в частности, в пределах малоизученных территорий со сложным геологическим строением.

**Ключевые слова:** петрофизика, комплексная интерпретация, классификация, несейсмические методы

**Для цитирования:** Сенчина Н. П., Мингалева Т. А. Многопризнаковая петрофизическая классификация горных пород как основа интерпретации геофизических данных // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 3. С. 208–218. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-208-218>

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

Article

## Multi-feature petrophysical classification of rocks as a basis for interpretation of geophysical data

N. P. Senchina<sup>✉</sup>, T. A. Mingaleva

Saint-Petersburg Mining University, 21<sup>st</sup> Lina, Saint Petersburg 199106, Russia

Nataliya P. Senchina, [senchina\\_np@pers.spmi.ru](mailto:senchina_np@pers.spmi.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5458-648X>

Tatyana A. Mingaleva, [tatiana.mingaleva@bk.ru](mailto:tatiana.mingaleva@bk.ru), <https://orcid.org/0000-0002-6867-1981>

**Abstract.** The work is carried out approbation of the algorithm for the complex interpretation of geophysical data using data classification algorithm. Distributions by class are obtained and compared with petrophysical materials from published sources. This data is compared and geological composition of the studied area is obtained. The applicability of this approach for the integrated interpretation of geophysical data is shown, including low-level studied areas with a complex geological structure.

**Keywords:** petrophysics, complex interpretation, classification, non-seismic methods

**For citation:** Senchina N. P., Mingaleva T. A. Multi-feature petrophysical classification of rocks as a basis for interpretation of geophysical data. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2022, vol. 22, iss. 3, pp. 208–218 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-208-218>

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

## Введение

Внедрение новых технологических решений по оптимизации процессов разных отраслей становится неотъемлемой частью жизни, это коснулось и геологоразведочной отрасли, в том числе геофизики. В недавнем прошлом для поиска и разведки полезных ископаемых зачастую использовались относительно простые поисковые признаки. В настоящее время фонд крупных, дающих контрастные аномалии, легкооткрываемых месторождений обедняется и актуализируются

задачи, связанные с поиском и разведкой полезных ископаемых в сложных геологических условиях. Это требует развития новых методических подходов, включающих разработку интегрирующих разные данные методических решений [1–3], оптимальных алгоритмов интерпретации [4–6], наиболее полно учитывающих уже имеющуюся априорную информацию.

Так как многие задачи геологоразведки предусматривают моделирование вплоть до значительных глубин по минимальному набору



информации и часто без верификации, в некоторых случаях геофизические данные будут характеризоваться [7]:

- недостаточной разрешающей способностью или плотностью распределения по территории и по глубине;
- проблемами множественности решения обратной задачи;
- сложностями идентификации геологического состава изучаемой среды, так как одно и то же свойство может соответствовать разным типам пород;
- невозможностью полного охвата большого массива информации априорных данных при экспертной оценке и инверсии геофизических полей.

Частично борьба с такими сложностями может проводиться путем комплексирования с использованием современных алгоритмов обработки обширных цифровых массивов [4, 8].

Данные наземных геофизических исследований, как правило, представляются в виде дискретного распределения значений физического поля по профилю или площади исследования. Результаты, полученные в ходе геофизических работ разными методами, позволяют получить разнородную информацию – одни методы лучше решают задачи восстановления структурных границ, другие позволяют выделять разрывные нарушения, субвертикальные неоднородности, некоторые дают возможность выполнить качественную и количественную оценку эффективных свойств среды [9, 10]. Идентификация вещественного состава горных пород по этим материалам является практически нерешаемой задачей при анализе результатов одного отдельного метода геофизики. В ходе интерпретации параметров физического поля интерпретатор может получить распределение эффективных свойств в недрах, причем для каждого метода необходимо применять специальный обоснованный подход, благодаря которому удается получить наиболее адекватный вариант апостериорной геолого-геофизической модели. Результаты инверсии данных в рамках одного метода освещают модель только с одной стороны. Для преобразования физической модели в геологическую интерпретатору зачастую приходится самостоятельно проводить визуальное сопоставление всех изученных путем инверсии параметров с физическими свойствами конкретных пород и данными геологического картирования, что является трудоемким процессом.

Кроме того, обширные территории уже являются достаточно хорошо изученными, материалы грави- и магниторазведки в мелком масштабе имеются на всей территории России, крупномасштабная съемка разными методами проведена на наиболее перспективных участках. Электро-разведка мелкого и среднего масштаба реализуется реже, тем не менее для многих площадей

геоэлектрические параметры разреза доступны. Несейсмические методы довольно часто применяются при поисках и разведке разных полезных ископаемых. Их преимущество заключается в дешевизне и простоте исполнения. Соответственно на изучаемых территориях могут иметься данные по магниторазведке, гравиразведке и электроразведке, которые можно использовать для мультипризнаковой классификации. Указанные методы позволяют изучать плотность, магнитную восприимчивость (эффективную намагниченность), удельное электрическое сопротивление пород. Стоит отметить, что чем больше физических параметров горных пород рассматривается в ходе комплексной интерпретации геофизических данных, тем выше шанс достоверно классифицировать горные породы, слагающие изучаемый геологический разрез. Накопленный обширный банк геофизических данных требует развития подходов к их сводной интерпретации и геологическому истолкованию.

Решение задачи многопризнаковой классификации облегчается с использованием алгоритмов, основанных на применении данных петрофизических исследований образцов (каменный материал, керн и т. д.). Как известно, *петрофизика является связующим звеном между минералогическим «взглядом» геолога и физическим «взглядом» геофизика* [11]. Объединение данных геофизических исследований и петрофизики в совокупности представляет достаточный материал для геологического картирования изучаемых районов при возможности хотя бы точечной верификации данных.

Важно отметить, что классификация геофизических полей, а не свойств, менее достоверна, так как, например, на распределение магнитных аномалий влияют наклонение, склонение, в результате чего, аномалии и результаты классификации могут быть смещенными и искаженными. В данной статье предполагается классификация именно результатов инверсии, а не полей, чтобы избежать подобных проблем.

В настоящей статье рассматривается методический подход к трехпризнаковой петрофизической классификации горных пород по плотностным, магнитным свойствам и удельному электрическому сопротивлению. Результатом применения алгоритма является схема вещественного состава; в случае представленной статьи схема построена на уровень поверхности разнородного фундамента, скрытого от прямого изучения осадочным чехлом.

### **Мультипризнаковые петрофизические классификации**

Одним из важных этапов интерпретации геофизических данных является определение принадлежности аномалий, зафиксированных в ходе



выполнения геологоразведочных работ, к определенным литотипам и отдельным геологическим объектам. При этом интерпретатору необходимо связать параметры «первого уровня», или физические свойства, с параметрами «второго уровня» (состав, литология, флюидонасыщенность и др.) [7]. Тем самым в ходе интерпретации физическая модель должна постепенно преобразоваться в геологическую, более применимую для работы геолога. Как было указано выше, определить вещественный состав по данным одного метода затруднительно, так как различные горные породы могут иметь одинаковые значения рассматриваемого физического параметра. По этой причине оптимальным подходом представляется использование комплексной интерпретации геофизических методов, когда в анализ включается несколько физических параметров, полученных по данным разных геофизических методов. Существует достаточно много способов для реализации комплексной интерпретации:

- одновременная совместная инверсия [12, 13],
- последовательная совместная инверсия [6, 14, 15],
- независимая инверсия и классификация [16–18], пример применения которой продемонстрирован в текущей работе.

Идея, положенная в основу многопризнаковой классификации результатов инверсии, заключается в том, что в такой многомерной (каждое новое свойство задает новую размерность – это ось в многомерном пространстве) среде горные породы имеют индивидуальные физические свойства, которые можно различить [19]. Такой подход имеет ряд особенностей в своей реализации. Сначала интерпретируются данные отдельно для каждого геофизического метода с получением эффективных или абсолютных свойств. Далее при помощи разных методов классификации выделяют интегральные образы, которые имеют контрастное петрофизическое проявление. На этой стадии определяются так называемые геофизические литотипы [20], различающиеся между собой по физическим свойствам, что обычно отражается на диаграммах – кроссплотах. Ряд исследователей – А. Abubakar и соавторы – называют в своей статье такие классы «петрофизическими доменами» или «доменами свойств горных пород» [12]. Далее по выделенным блокам, или «доменам свойств горных пород», проводится прогноз параметров «второго уровня» с учетом имеющейся априорной информации.

Классификация на основе анализа нескольких физических свойств может проводиться как с обучением (с учителем, эталоном), так и без него (к чему иногда применяется термин «кластеризация»). Основные методы дискриминантного анализа, применяющиеся для решения

таких задач, следующие: знаковая классификация, К-средних, по А. В. Петрову и др. [21] – методы весьма полно представлены в программном комплексе КОСКАД ЗД, а также могут быть реализованы самостоятельно средствами Surfer, Excel, Matlab.

### **Сопоставление горных пород по физическим свойствам**

Петрофизическая информация извлекается обычно локально путем изучения геологических образцов или керн пробуренных на изучаемой площади скважин. Однако если на территории количество скважин минимально или территория совсем не изучена бурением, оценки физических свойств выполняются по справочным данным. В текущей статье результаты классификации анализируются с использованием представленных в литературных источниках обобщенных данных. Часто в литературе встречается табличное представление физических свойств разных типов горных пород. Для лучшего визуального восприятия распределения свойств использовано графическое представление в виде кросс-плотов.

В качестве опорной петрофизической информации использовалась база данных «Индикаторные петрофизикохимические параметры горных пород и минералов» (А. Н. Краснов, 2018 г., препринт) [1] со значениями разных свойств горных пород. На основе этой базы данных выполнено обобщение для магматических, метаморфических, метасоматических горных пород (рис. 1–3). Графики с петрофизическими характеристиками построены в системах координат «плотность», «логарифм магнитной восприимчивости», «логарифм удельного электрического сопротивления». При этом диаграммы увязаны между собой как трехмерная модель. В базе указаны средние значения свойств, а также диапазон их изменения. Средние нанесены на диаграммы в виде разнообразных значков, где цвет отвечает за состав, а символ – за условия образования пород. «Усы», отходящие от средних, показывают диапазон изменения свойств пород. Заливка областей – несколько грубое выделение областей, занимаемых породами разного состава на кросс-плотах. Представленные диаграммы обладают недостатками, но, с точки зрения авторов, применимы для обобщения информации и интерпретации.

При рассмотрении петрофизических данных в системе координат «плотность» – «магнитная восприимчивость» (см. рис. 1) выделяется общая закономерность по уменьшению значений этих параметров от ультраосновных пород к кислым. Уменьшение плотности горных пород по отрядам связано с увеличением содержания кремнезема. Магнитные свойства для разных отрядов имеют довольно сложное распределение в диапазоне  $(-0,07-8000) \cdot 10^{-5}$  ед. СИ. Породы основного

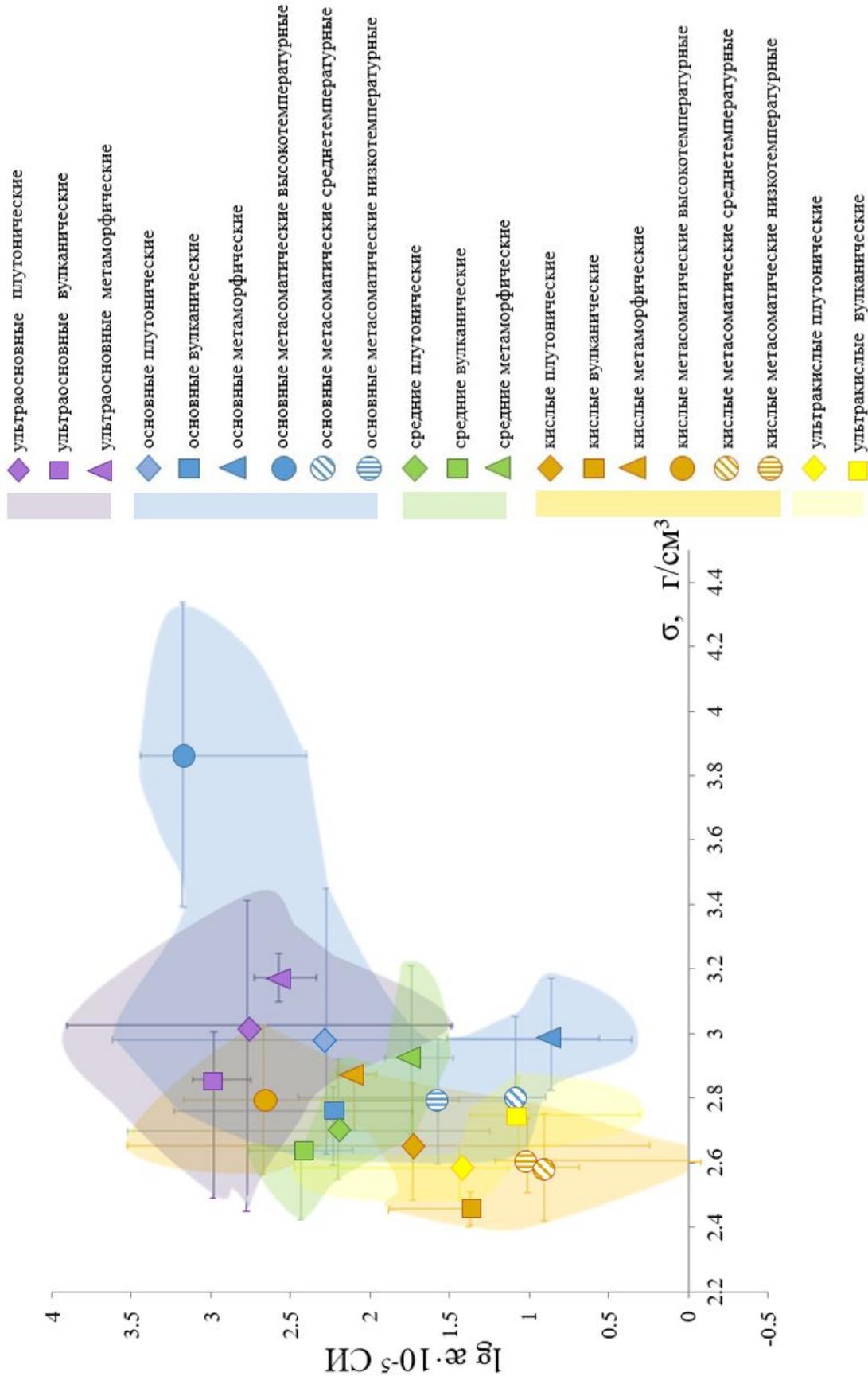


Рис. 1. Основные магматические горные породы в системе координат «плотность» – «логарифм магнитной восприимчивости» (цвет online)

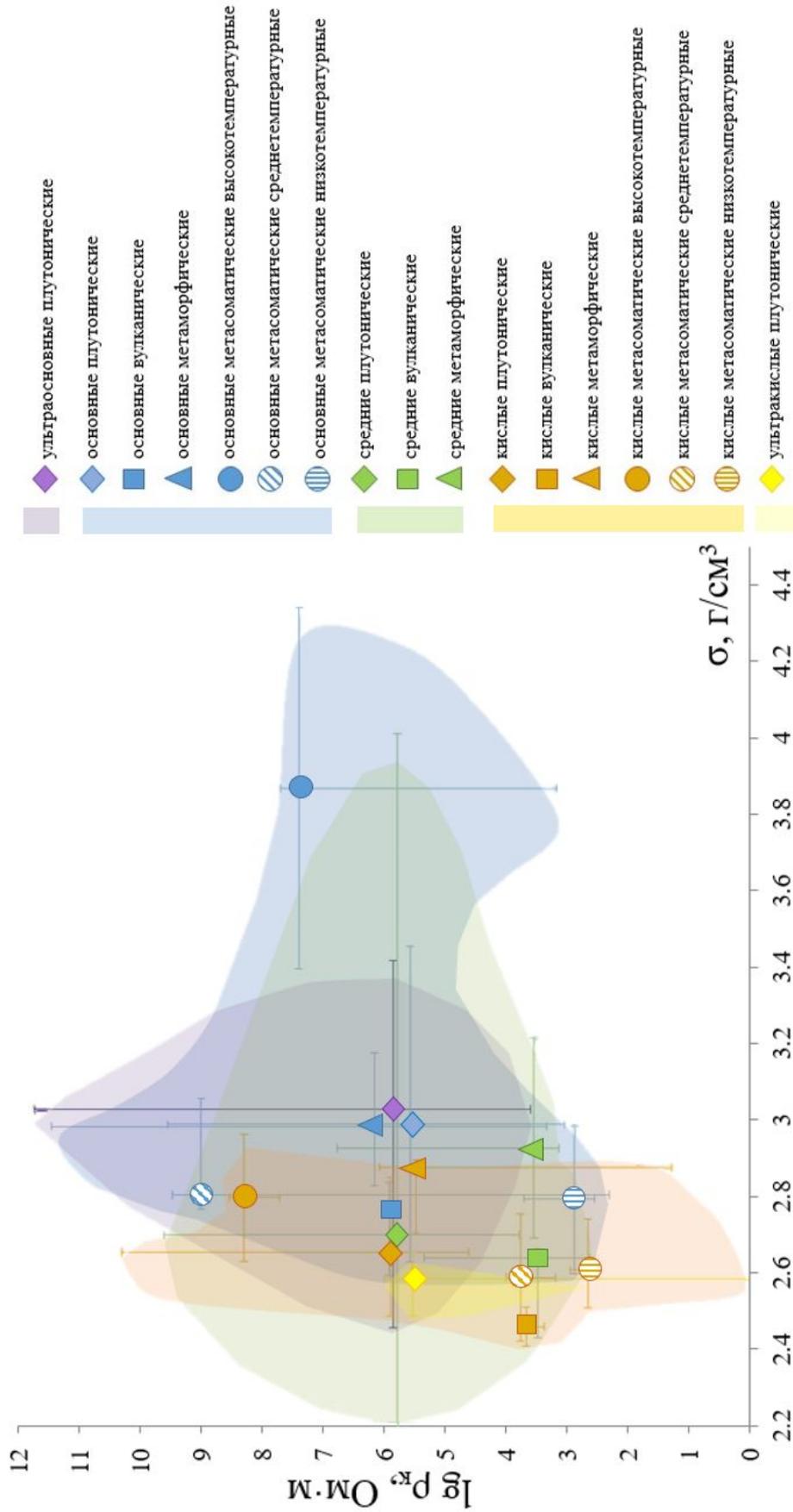


Рис. 2. Основные магматические горные породы в системе координат «плотность» – «логарифм удельного электрического сопротивления» (цвет online)

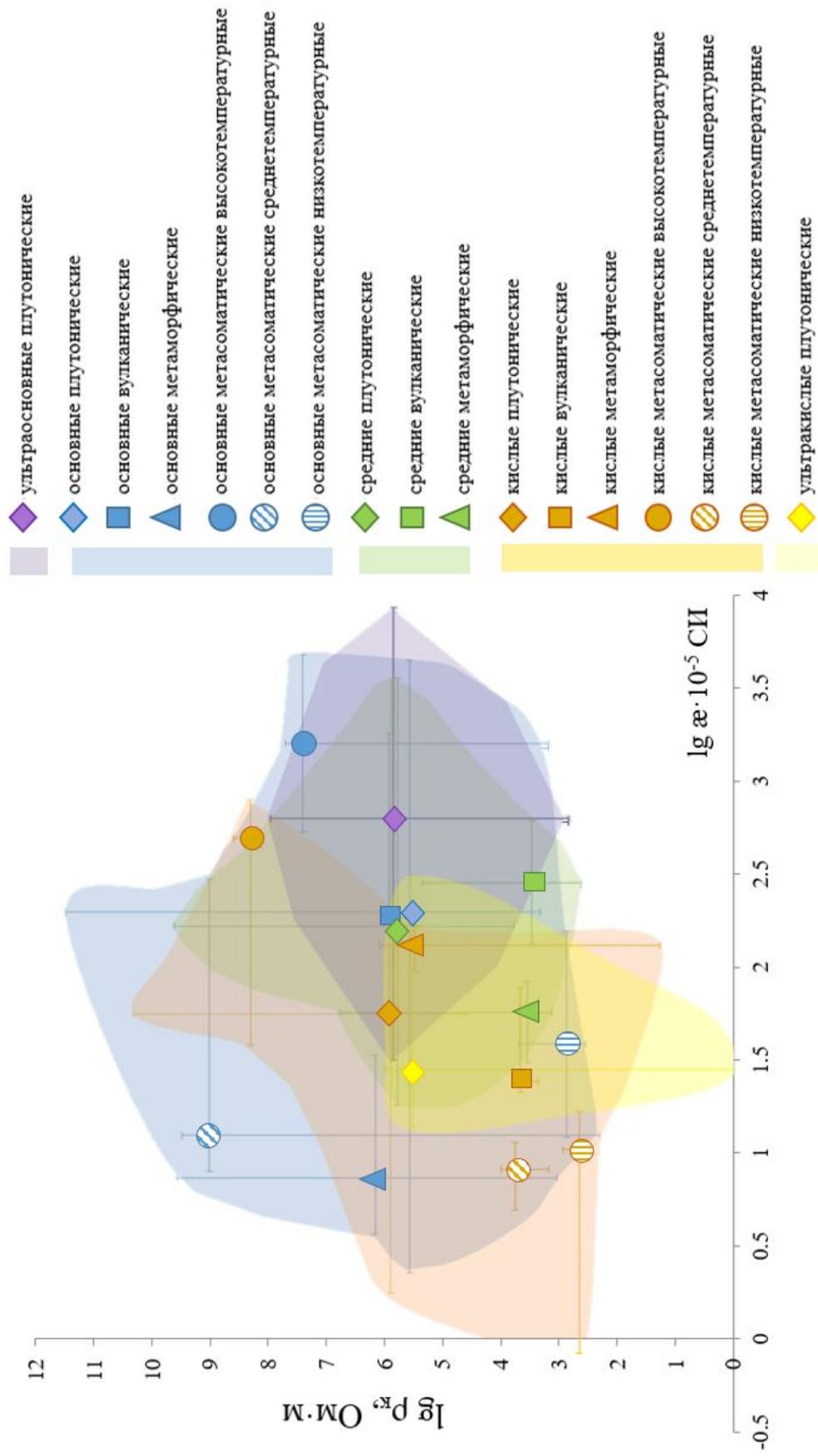


Рис. 3. Основные магматические горные породы в системе координат «логарифм магнитной восприимчивости» – «логарифм удельного электрического сопротивления» (цвет online)



состава имеют достаточно большой разброс значений магнитной восприимчивости в пределах примерно  $(1,8-4000) \cdot 10^{-5}$  ед. СИ. Скорее всего, это связано с разным содержанием ферромагнитных минералов в горных породах. Кислые и ультракислые горные породы также имеют большой разброс магнитной восприимчивости в пределах примерно от  $0,1-1500 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ. Сильный или слабый магнетизм данных отрядов горных пород определяется в процессе их образования. Если это происходит во время завершения складчатости, то породы будут слабомагнитными, если во время автономной тектонической активности, то высокомагнитные [19]. Ультраосновные и средние горные породы на представленных графиках не имеют больших «разбросов» по плотности и магнитной восприимчивости. Метасоматические горные породы имеют достаточно сложное распределение в указанных выше координатах, что, вероятно, связано с их полигенным генезисом.

По электрическим свойствам классы пород разного состава имеют высокие значения удельного электрического сопротивления (УЭС) в пределах от  $10^2$  до  $10^4$  Ом·м. Если рассматривать моды для каждого класса, то горные породы можно подразделить на три группы:

- 1) в пределах  $10^8-10^9$  Ом·м горные породы из класса метасоматических высокотемпературных;
- 2) в пределах  $10^5-10^6$  Ом·м расположились ультраосновные, основные и кислые классы горных пород (не попавшие в первую и третью группы);
- 3) от  $10^2$  до  $10^4$  Ом·м кислые и средние вулканические, средние метаморфические и метасоматические низкотемпературные горные породы.

В пределах классов более широкий разброс значений УЭС у метасоматических горных пород. Метасоматические низкотемпературные горные породы (лиственит, хлоритолит, березит) на диаграмме (см. рис. 2, 3) имеют низкие значения УЭС в районе  $10^3$  Ом·м, высокотемпературные – повышенные значения в пределах  $10^8$  Ом·м. В пределах отрядов достаточно большой разброс значений по оси логарифма УЭС у основных горных пород.

Большинство классов пересекаются на представленных проекциях – кросс-плотах и в трехмерном пространстве. Попытка их использования может быть реализована с опорой на средние значения параметров или на взаимное расположение сгущений точек относительно друг друга и ареалов свойств пород по рис. 1–3.

#### **Комплексная классификация данных для тестового участка**

Для апробации методики комплексной классификации петрофизических данных был выбран

участок, расположенный в пределах Непского свода (Восточная Сибирь). Для данной территории характерно сложное геологическое строение. Фундамент составлен метаморфическими и интрузивными образованиями архей-протерозойского возраста, в верхней части образующими кору выветривания. Осадочный чехол состоит из терригенных, карбонатных и солевых отложений мезозойского и кайнозойского возраста. Осадочный чехол также осложнен дизъюнктивами и трапповыми интрузиями. Интерес к территории обусловлен наличием залежей нефти и газа, а также перспективами на нахождение алмазных кимберлитов.

О геологическом строении фундамента известно немного. Из фактического материала по геофизике имеются данные грави- и магниторазведки в аэроварианте, также результаты наземных электроразведочных работ методом ЗСБ (зондирования становлением поля в ближней зоне), представленные в виде кривых (рис. 4). В качестве дополнительной информации имеются немногочисленные данные по скважинам, распределенным по неравномерной сети, и данные сейсморазведки, которые позволяют сформировать структурный каркас для более достоверной интерпретации материалов несейсмических методов – магниторазведки, гравиразведки и электроразведки.

Далее по каждому методу были выполнены трехмерная инверсия со структурными ограничениями (послойная) и расчет петрофизических неоднородностей на уровне поверхности фундамента с учетом заданных возможных диапазонов измерения свойств. Известно, что инверсия неоднозначна и дает один из возможных вариантов распределения эффективных свойств. Но в данной статье вопрос неоднозначности решения обратной задачи не рассматривается, так как использован максимум априорной информации и результат мы считаем наиболее достоверным из возможных. В итоге были получены схемы распределения плотности, эффективной намагниченности и логарифма сопротивления (рис. 5). Для магнитного поля получено распределение эффективной намагниченности – это не свойство, а более комплексный параметр, учитывающий и магнитную восприимчивость, и намагничивающее поле. Далее проводится качественное сопоставление указанных магнитных параметров.

После получения распределения трех параметров по изучаемой площади проведена комплексная безэталонная классификация данных в программном комплексе КОСКАД ЗД. Наиболее удачный алгоритм классификации, по мнению авторов, в рассматриваемых условиях, – классификации «по Петрову» (рис. 6). Полученная схема распределения физических свойств по классам (№ 1–7) была дополнена удобным для анализа форматом кросс-плотов в координатах

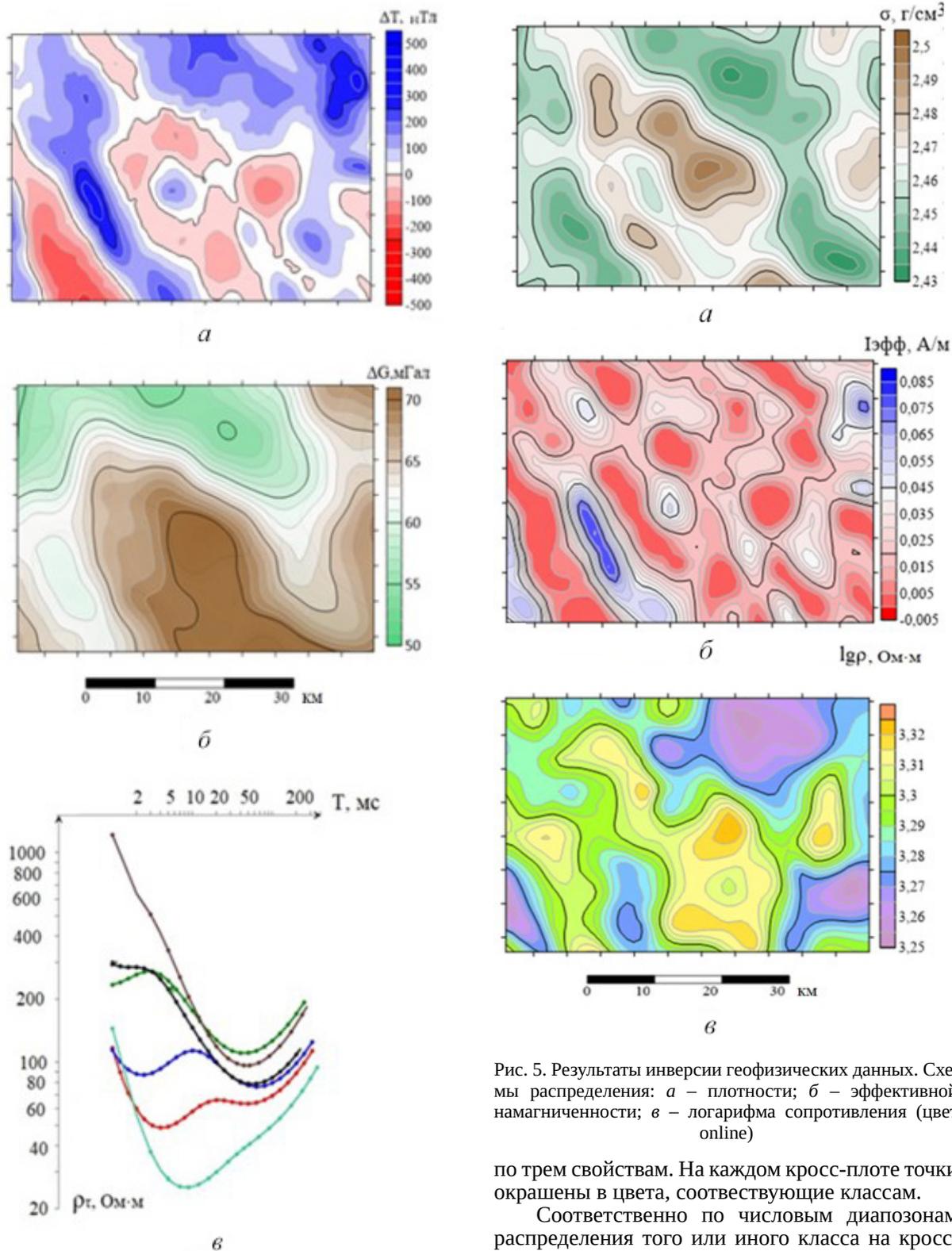


Рис. 4. Исходные данные по сейсмическим методам: а – карта аномального магнитного поля; б – карта аномального гравитационного поля в редукции Буге; в – кривые зондирования ЗСБ (цвет online)

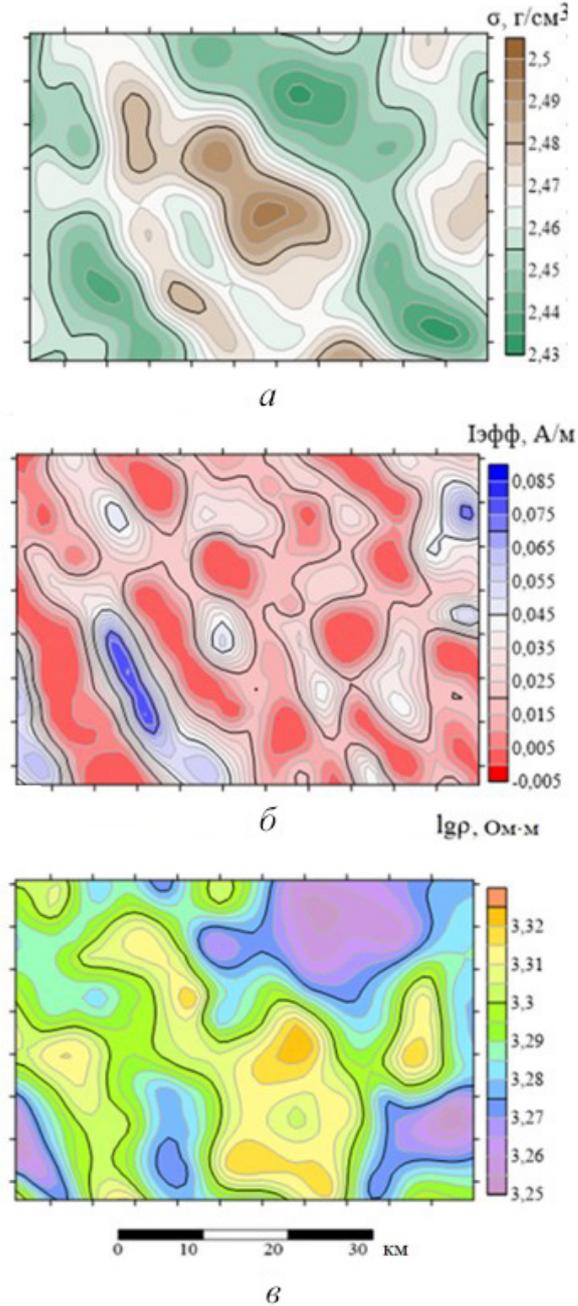


Рис. 5. Результаты инверсии геофизических данных. Схемы распределения: а – плотности; б – эффективной намагниченности; в – логарифма сопротивления (цвет online)

по трем свойствам. На каждом кросс-плоте точки окрашены в цвета, соответствующие классам.

Соответственно по числовым диапазонам распределения того или иного класса на кросс-плотах или по взаимному расположению точек можно предположить принадлежность к определенному отряду горных пород. Поэтому полученные кросс-плоты сравниваются с графиками распределения петрофизических свойств по данным обобщения имеющегося петрофизического материала (см. рис. 1–3). Таким образом, идей

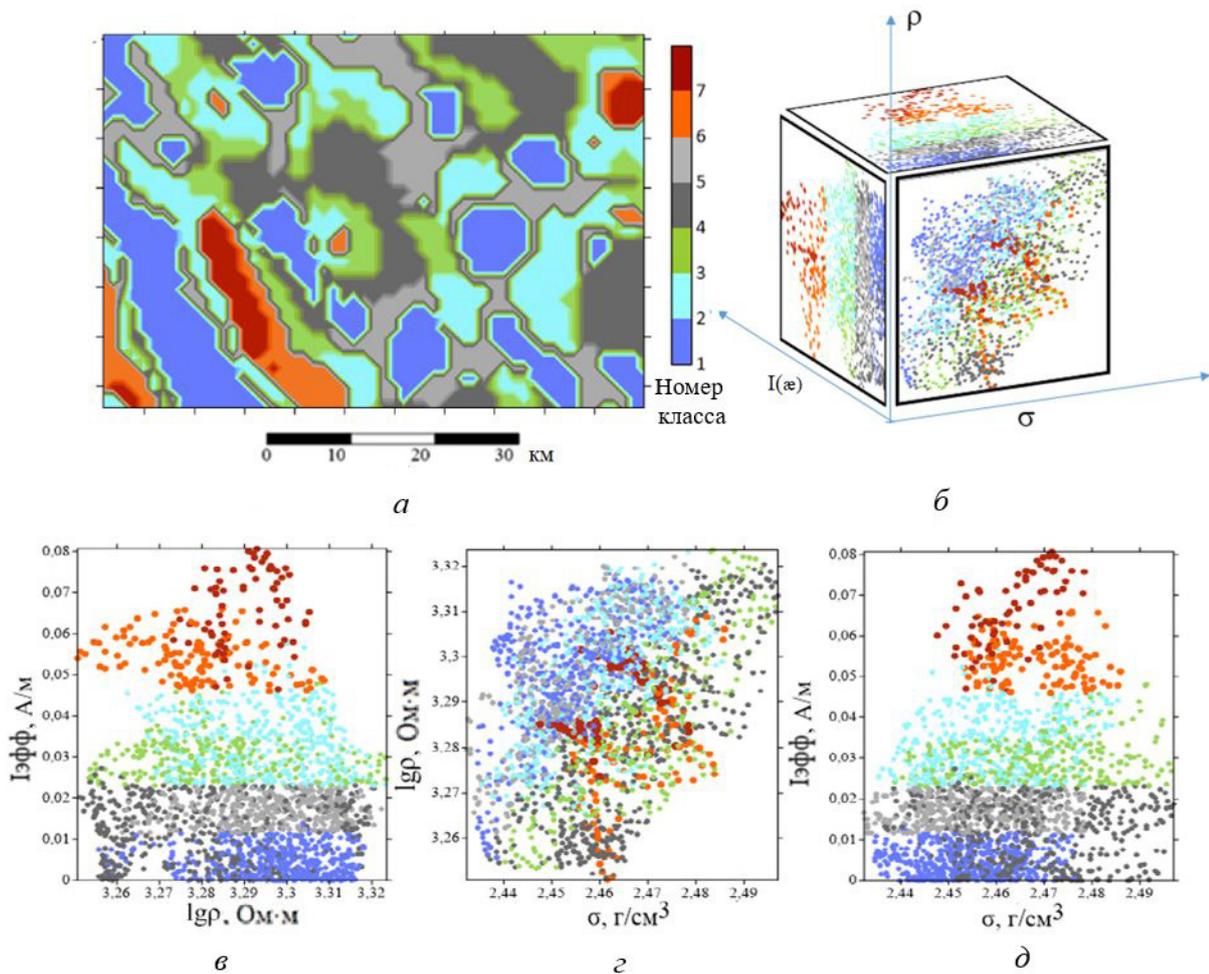


Рис. 6. Комплексная классификация геофизических данных (плотность, эффективная намагнитченность и логарифм сопротивления): а – карта классов (по А. В. Петрову), б – объемная модель распределения свойств, в, г, д – попарные кросс-плоты по трем свойствам для изучаемой площади (цвет точек соответствует номеру выделенного на карте класса) (цвет online)

данного этапа работы является петрофизическая идентификация горных пород.

В итоге, сравнивая кросс-плоты с диаграммами петрофизических характеристик, удалось выделить следующие породы: кислые plutonic, вулканические, метасоматические, средние и основные вулканические. Для построения предварительной схемы вещественного строения фундамента использовались также скважинные данные. Результаты качественной интерпретации представлены на рис. 7.

Таким образом, каждому классу с учетом данных петрофизических материалов и изучения скважинных было присвоено имя определенного отряда пород. Более уверенно удалось осуществить данную процедуру с классами 1–4, где данные по фундаменту были получены из материалов по скважинам. Классы 1 и 4 характеризуются низким значением плотности и магнитных свойств; для классов 2 и 3 харак-

терны средние значения плотности и магнитных свойств, что соответствует кислым и ультракислым горным породам. По каждому типу имеется небольшая вариация свойств, связанная с комплексным изменением вещественного состава. В итоге на составленной классификационной схеме (см. рис. 6, 7) были выделены граниты разного состава (розовые, серые, лейкократовые) и коры выветривания разного состава (кора выветривания гранитов и хлоритизированная кора выветривания гранитов), их локализация точно известна по скважинам, вошедшим в фундамент. Для оставшихся классов были сделаны предположения по вещественному составу. Классы 5–7 могут соотноситься с породами предположительно основного и среднего состава.

### Заключение

В ходе проведения работ по комплексной классификации данных трех геофизических съе-

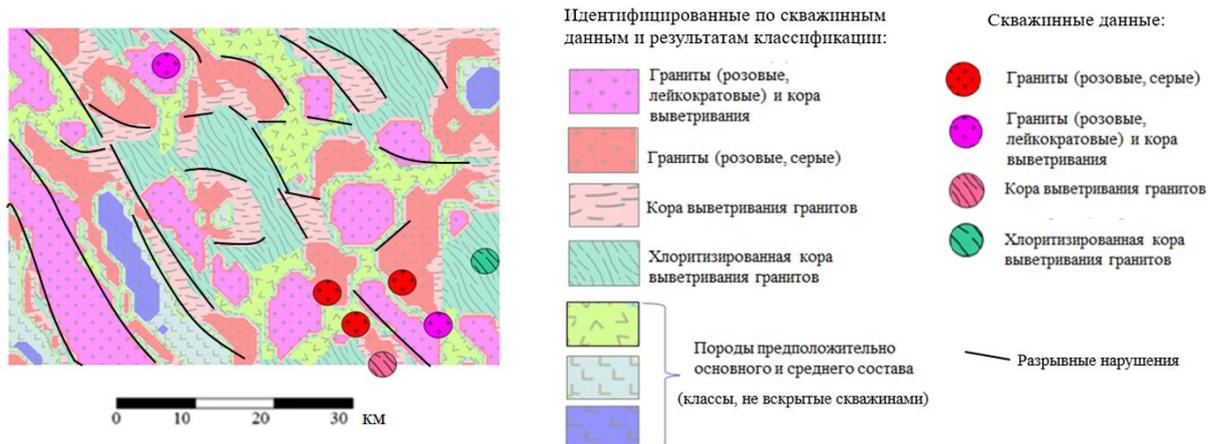


Рис. 7. Результаты предварительной геологической интерпретации геофизических материалов (цвет online)

мок на первом этапе была подготовлена петрофизическая основа по базе данных «Индикаторные петрофизикохимические параметры горных пород и минералов» (А. Н. Краснов, 2018 г. препринт) [21] для магматических пород. Далее был разработан и апробирован алгоритм классификации результатов инверсии набора геофизических данных с разделением на классы для фундамента на изучаемой площади. В итоге в ходе качественной интерпретации всей априорной информации построена предварительная схема геологического строения фундамента для данной территории, получен внутренне непротиворечивый результат.

Разработанный алгоритм может быть использован для сопровождения задач геологического картирования погребенных пород фундамента. Недостатком автоматической классификации является отсутствие связи с кросс-плотами реальных физических свойств. Следующим этапом усовершенствования методики видится привлечение «ручной» или нейросетевой классификации с обучением на данных петрофизики.

### Библиографический список

1. Голыздра Г. Я. О комплексировании гравитационного и сейсмического методов // Известия РАН. Серия «Физика Земли». 1978. № 6. С. 26–38.
2. Спичак В. В., Безрук И. А., Гойдина А. Г. Построение трехмерных кластерных петрофизических моделей геологической среды по совокупности геофизических данных, измеренных на опорных профилях // Разведка и охрана земных недр. 2015. № 4. С. 41–45.
3. Kotyrba B., Schmidt V. Combination of seismic and resistivity tomography for the detection of abandoned mine workings in Münster / Westfalen, Germany : Improved data interpretation by cluster analysis // Near Surface Geophysics. 2014. Vol. 12. P. 415–426.

4. Спичак В. В. Современные подходы к комплексной инверсии геофизических данных // Геофизика. 2009. № 5. С. 10–19.
5. Colombo D., Stefano M. De Geophysical modeling via simultaneous joint inversion of seismic, gravity, and electromagnetic data : Application to prestack depth imaging // The Leading Edge. Vol. 26. P. 326–331.
6. Glazunov V. V., Shtengel V. G., Nedyalkov V. S., Efimova N. N., Danilev S. M. Combined Investigation by Thermal Imaging and Georadar Scanning for Voids Detection under Reinforced Concrete Slabs of Fastening Soil Slopes of Hydraulic Structures // Engineering and Mining Geophysics 2018. Apr 2018. Vol. 20, Almaty, Kazakhstan : European Association of Geoscientists & Engineers. P. 1–11.
7. Нукитин А. А., Бульчев А. А. Комплексный анализ и комплексная интерпретация геофизических полей : учебное пособие. Москва : ВНИИгеосистем, 2015. 94 с.
8. Lelièvre P. G., Farquharson C. G. Integrated Imaging for Mineral Exploration. Integrated Imaging of the Earth : Theory and Applications, Geophysical Monograph 218, First Edition. Hoboken : American Geophysical Union, 2016. 215 p.
9. Molodtsov D. M., Troyan V. N.. Multi-physics joint inversion through joint sparsity regularization // SEG International Exposition and 87th Annual Meeting, Houston : Society of Exploration Geophysicists, 2017. P. 1262–1267.
10. Moorkamp M., Jones A. G., Fishwick S. Joint inversion of receiver functions, surface wave dispersion, and magnetotelluric data // Geophysical Research Letters. 2010. Vol. 115, P. 1–23.
11. Спичак В. В., Безрук И. А., Попова И. В. Построение глубинных кластерных петрофизических разрезов по геофизическим данным и прогноз нефтегазоносности территорий // Геофизика. 2008. № 5. С. 43–45.
12. Abubakar A., Gao G., Habashy T. M., Liu J. Joint inversion approaches for geophysical electromagnetic and elastic full-waveform data // Inverse Problems. 2012. Vol. 28. P. 055016.
13. Hu W., Abubakar A., Habashy T. M.. Joint electromagnetic and seismic inversion using structural constraints // Geophysics. 2009. Vol. 74, № 6. R99–R109.



14. Golizdra G. Y. Statement of the problem of comprehensive interpretation of gravity fields and seismic observations // *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*. 1980. Vol. 16. P. 535–539.
15. Haber E., Oldenburg D. Joint inversion : A structural approach. UBC-Geophysical Inversion Facility, Department of Geophysics. Vancouver, Canada : University of British Columbia, 1997. Vol. 13. P. 63–77.
16. Giuseppe M. G. Di, Troiano A., Patella D., Piochi M., Carlino S. A geophysical k-means cluster analysis of the Solfatara-Pisciarelli volcano-geothermal system, Campi Flegrei (Naples, Italy) // *Journal of Applied Geophysics*. 2018. Vol. 156. P. 44–54.
17. Guliyev H., Aghayev Kh. B., Guliyev I. S. Application of cluster analysis in the study of the petrophysical properties of the medium // *International Conference on Geoinformatics. Theoretical and Applied Aspects*. Kiev : European Association of Geoscientists and Engineers, 2013. 315 p.
18. Klose C. D. Self-organizing maps for geoscientific data analysis : Geological interpretation of multidimensional geophysical data // *Computers and Geosciences*. 2006. Vol. 10. P. 265–277.
19. Дортман Н. Б. Петрофизика : справочник. В трех книгах. Кн. первая. Горные породы и полезные ископаемые. Москва : Недра, 1992. 391 с.
20. Bosch M. Lithologic tomography : From plural geophysical data to lithology estimation // *Journal of Geophysical Research*. 1999. Vol. 104 (B1). P. 749–766.
21. Никитин А. А., Петров А. В. Теоретические основы обработки геофизических данных. Москва : РГГУ, 2008. 112 с.

Поступила в редакцию 22.05.2022; одобрена после рецензирования 29.05.2022; принята к публикации 01.06.2022  
The article was submitted 22.05.2022; approved after reviewing 29.05.2022; accepted for publication 01.06.2022



## PERSONALIA

Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 3. С. 219–226

*Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2022, vol. 22, iss. 3, pp. 219–226

<https://geo.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-219-226>

Научная статья  
УДК 551.5

### Некоторые малоизвестные страницы профессиональной деятельности Рудольфа Эдуардовича Давида. К 135-летию со дня рождения

Е. В. Демидова, С. Н. Лапина, М. Ю. Червяков

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

Демидова Елена Владимировна, заведующий учебной лабораторией метеорологии, [kafmeteo@mail.ru](mailto:kafmeteo@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2065-2551>

Лапина Серафима Николаевна, кандидат географических наук, доцент, [kafmeteo@mail.ru](mailto:kafmeteo@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-9058-6540>

Червяков Максим Юрьевич, кандидат географических наук, [chervyakovmu@mail.ru](mailto:chervyakovmu@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-7641-3392>

**Аннотация.** Статья посвящена 135-летию юбилею Рудольфа Эдуардовича Давида – крупного Российского ученого, академика ВАСХНИЛ, стоявшего у истоков организации и развития в Нижнем Поволжье метеорологии и агрометеорологии. Освещаются основные этапы биографии и некоторые малоизвестные стороны профессиональной деятельности Р. Э. Давида. В биографическом исследовании использованы материалы архива Всесоюзного института зернового хозяйства (ВИЗХ) из личного дела Р. Э. Давида и воспоминания сотрудников Саратовского университета и ВИЗХ.

**Ключевые слова:** метеорология, агрометеорология, снегозадержание, засуха

**Благодарности.** Коллектив авторов выражает благодарность Русскому географическому обществу за финансовую поддержку научно-образовательного проекта «Метеорологика» (проект № 27/2021-Р), а также журналисту, главному редактору информационного агентства SaratovNews А. А. Голицыну за восстановление событий последних месяцев жизни ученого. Авторы статьи благодарят за помощь в поиске материала директора и сотрудников областного государственного учреждения «Государственный архив Саратовской области» В. Н. Токарева, М. Н. Шашкину, Р. И. Ишмухамедову и др., начальника ОМПРТО Саратовского ЦГМС – филиала ФГБУ «Приволжское УГМС» Д. А. Мытарева, заведующего лабораторией агрометеорологии НИИ СХ «Юго-Восток» Н. Г. Левицкую и заведующего Научной библиотекой НИИ СХ «Юго-Восток» А. П. Панкратову.

**Для цитирования:** Демидова Е. В., Лапина С. Н., Червяков М. Ю. Некоторые малоизвестные страницы профессиональной деятельности Рудольфа Эдуардовича Давида. К 135-летию со дня рождения // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 3. С. 219–226. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-219-226>

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

Article

**Some little-known facts of the professional activity of Rudolf Eduardovich David. To the 135th anniversary of the birth**

E. V. Demidova, S. N. Lapina, M. Yu. Cherviakov

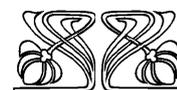
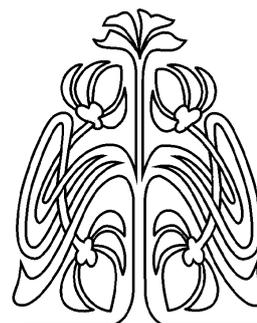
Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia

Elena V. Demidova, [kafmeteo@mail.ru](mailto:kafmeteo@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2065-2551>

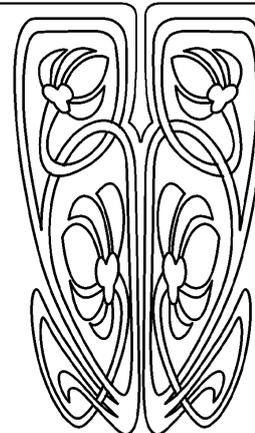
Serafima N. Lapina, [kafmeteo@mail.ru](mailto:kafmeteo@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-9058-6540>

Maksim Yu. Cherviakov, [chervyakovmu@mail.ru](mailto:chervyakovmu@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-7641-3392>

© Демидова Е. В., Лапина С. Н., Червяков М. Ю., 2022



ПРИЛОЖЕНИЯ





**Abstract.** The article is dedicated to the 135th anniversary of Rudolf Eduardovich David, an outstanding Russian scientist, academician of the Lenin All-Union Academy of Agricultural Sciences, who was at the origins of the organization and development of meteorology and agrometeorology in the Lower Volga region. The main stages of the biography and some little-known aspects of the professional activity of R. E. David are discussed. The biographical study used archival materials and memoirs of employees of Saratov State University.

**Keywords:** meteorology, agrometeorology, snow retention, drought

**Acknowledgments.** The team of authors expresses gratitude to the Russian Geographical Society for financial support of the Scientific and Educational project "Meteorologika" (project No. 27/2021-P), and also gratitude to the journalist, chief editor of the information agency "Saratov News" Alexey A. Golitsyn for restoring the events of the last months of the scientist's life. The authors of the article thank Viktor N. Tokarev, Margarita N. Shashkina, Reseda I. Ishmukhamedova, the director and staff of the Regional State Institution "State Archive of the Saratov Region"; Dmitry A. Mytarev, the head of the department of Saratov Center of Hydrometeorology and Monitoring of Environment (branch of the federal state budgetary institution "Privolzhsky Department for Hydrometeorology and Environmental Monitoring"); Nina G. Levitskaya, the head of the Laboratory of Agrometeorology of Agricultural Research Institute for South-East Region; and Antonina P. Pankratova, the head of the Scientific Library of Agricultural Research Institute for South-East Region for their help in finding the material.

**For citation:** Demidova E. V., Lapina S. N., Cherviakov M. Yu. Some little-known facts of the professional activity of Rudolf Eduardovich David. To the 135th anniversary of the birth. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2022, vol. 22, iss. 3, pp. 219–226 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-3-219-226>

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC0-BY 4.0)

Рудольф Эдуардович Давид – российский ученый-агроном, агрометеоролог, агроклиматолог, академик Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина (ВАСХНИЛ). Стоял у истоков организации и развития в Нижнем Поволжье метеорологических и агрометеорологических исследований. По случаю 25-летия научной деятельности в 1936 году награжден орденом Знак Почета.



Давид Рудольф Эдуардович (1887–1938)

Давид Рудольф Эдуардович – немец польского происхождения, родился 22 февраля 1887 г. в городе Пабянице Петроковского воеводства Привислинского края – в то время территории Польши, входившей в состав Российской империи.

После окончания в 1904 г. коммерческого училища Рудольф Эдуардович поступил в Московский сельскохозяйственный институт (ныне Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева), который окончил в 1910 г. с присвоением квалификации агронома [1].

Рано лишившись родителей и имея обязательство по отношению к своим младшим сестрам, оставшимся в Польше, Р. Э. Давид вынужден был в течение студенческой жизни зарабатывать уроками и переводами. В значительной степени в этом ему помогло отличное знание немецкого языка [1].

Еще студентом на практике Рудольф Эдуардович принимал участие в организации Краснокутской сельскохозяйственной опытной станции Новоузенского земства Саратовской губернии.

В 1910–1911 гг. работал в Вольнском земстве в качестве участкового агронома. Неудовлетворенность своей подготовкой и влечение к научной работе склонили Давида в 1911 г. принять приглашение на работу в качестве ассистента по полеводству недавно организованной Саратовской селекционной станции, 13 ноября 1913 г. преобразованной в Саратовскую сельскохозяйственную опытную станцию [2].

Жизнь выдвигала новые задачи, предъявляла новые требования. Поволжье давало богатые урожаи зерна, но подвергалось периодическим засухам. Нужно было искать эффективные способы предупреждения этого опасного явления и изыскивать пути борьбы с ним. Для организации нового дела требовались специалисты – метеорологи, синоптики.

В 1914 г. Рудольф Эдуардович приехал из Саратова в Петроград в Главную физическую обсерваторию (ГФО, ныне ГГО – Главная геофизическая обсерватория имени А. И. Воейкова), чтобы повысить свою квалификацию в области метеорологии. Там он поступил на одногодичные Высшие метеорологические курсы (броуновские



курсы) и получил вторую специальность – метеоролог.

После окончания курсов в 1915 г. Р. Э. Давиду было поручено в рамках опытной станции организовать и возглавить метеорологический отдел. По просьбе Рудольфа Эдуардовича из ГФО в Саратов был направлен П. Н. Адамов – синоптик с опытом составления долгосрочных прогнозов погоды. С ним Давид был знаком ранее: во время броуновских курсов Рудольф Эдуардович проходил стажировку в отделе Адамова под его непосредственным руководством. По приезду в Саратов Павел Николаевич был зачислен в штат станции, занимался анализом метеорологического материала и вел занятия с сотрудниками по синоптической метеорологии, привезя с собой копии синоптических карт за 15 лет [3].

Рудольф Эдуардович не ограничивал работу отдела традиционными агрометеорологическими наблюдениями, а стремился развивать исследования в этой области. Предстояла обработка всего накопившегося в губернии метеорологического материала. Рудольф Эдуардович, по мнению П. Н. Адамова, был очень «способный исследователь, умеющий видеть самую сущность вещей». Ему удалось отметить ритмичность и чередование неурожайных и урожайных лет и связать их с атмосферными осадками осеннего и весеннего сезонов. В дальнейшем анализом полевого эксперимента с глубоким анализом природных факторов развития культурных растений и формирования урожая позволило Давиду по-новому поставить вопрос о методах ведения сельского хозяйства в засушливых регионах. Рудольф Эдуардович понимал как никто другой, что погода – важнейший фактор урожайности [3, 4].

Еще в 1916 г. в условиях военного времени (шла Первая мировая война) Рудольф Эдуардович формулирует в ряде статей, опубликованных в журнале «Сельскохозяйственный вестник Юго-Востока», свои мысли о том, как влияют прогнозы погоды на улучшение урожайности [5]. Он впервые разделяет прогнозы по времени действия и по назначению, с обязательным учетом особо опасных явлений погоды. По его мнению, для сельского хозяйства в большинстве случаев нужны предсказания на длительный период вперед (имеются в виду долгосрочные прогнозы), краткосрочные же – менее значимы, в отличие от своевременного прогноза штормов на морях или метелей на железных дорогах [5]. Р. Э. Давид понимал всю важность доведения сведений о погоде до конкретных хозяйств. Он полагал, что с окончанием военного времени перегрузка телеграфно-телефонной связи прекратится и от Обсерватории (имеется в виду ГФО) сведения о погоде и прогнозы на ближайшие дни в виде телеграмм будут поступать на Саратовскую опытную станцию, а далее она будет пересылать

в уезды «предостережения» о резких изменениях погоды, как-то предсказания дождей на период сева озимых и других видов неблагоприятных погодных условий за несколько дней до их наступления во время уборки урожая. Не менее важны, по мнению Давида, предсказания волн холода весной, особенно для приволжских огородников и садовников. Он постоянно поднимает вопрос о создании Саратовского центра прогнозов.

В декабре 1920 г. в Москве сотрудники метеорологического отдела впервые представили результаты своих работ перед широкой общественностью на Всесоюзном совещании по опытному сельскохозяйственному делу. По совокупности нескольких прогностических факторов, входящих в теорию Брюкнера, – состояние льдов в Баренцевом море и погодные условия осени 1920 г. в крае, – было дано в общих чертах предупреждение о засухливом 1921 г. В статьях, опубликованных в журнале «Сельское и лесное хозяйство» за 1921 г. и 1922 г. дается обоснование данного прогноза [4, 6]. Из воспоминаний П. Н. Адамова: «Наши исследования на Саратовской опытной станции позволили еще ранней весной 1921 г. предупредить партийное и советское руководство об угрозе засухи» [3, с. 35]. В своей публикации в журнале «Сельское и лесное хозяйство» за 1921 г. Давид отмечал, что последствием засухи 1921 г. стало оживление интереса к метеорологии, которая с этого времени стала «на службу земледелия», давая объективные основания для предвычисления урожаев по погоде до их уборки [6].

В 1921 г. в Саратове решением Народного комиссариата земледелия (НКЗ) было создано Нижне-Волжское метеорологическое бюро, руководителем которого в течение нескольких лет был Р. Э. Давид. Программа работ бюро включала в себя изучение климата Нижнего Поволжья, сельскохозяйственные и метеорологические наблюдения, их анализ и прогностическую работу.

С начала 30-х гг. начинается, пожалуй, самый плодотворный период в жизни ученого, связанный, в частности, с богатой общественной жизнью. Р. Э. Давид состоял в профсоюзной организации Работников Земли и Леса (земельного и лесного хозяйства) [7], являлся членом Всесоюзной ассоциации работников науки и техники для содействия социалистическому строительству в СССР (ВАРНИСО) [2], действительным членом Саратовского общества естествоиспытателей и любителей естествознания (СОЕ) [8]. «С 1922 года принимал активное участие в организации метеорологической сети края, возглавляя до 1934 года бессменно Метеорологическое Бюро, Гидрометкомитет в Управлении единой гидрометеорологической службы (УЕГМС) Нижневолжского края (в качестве научного руководителя), был руководителем Научно-исследовательского Гидрометеорологического института



при Саратовском Гидрометбюро, выполняя некоторые должности в порядке общественной нагрузки» [2, Л. 20; см. также 9, 10].

В марте 1923 г. Р. Э. Давид избирается профессором и возглавляет кафедру сельскохозяйственной метеорологии в Саратовском институте сельского хозяйства и мелиорации (ИСХиМ) [11]. В 1923 г. он совершает заграничную командировку в Германию по линии Народного комиссариата просвещения РСФСР с целью ознакомления с результатами научных исследований по метеорологии. Там он познакомился с постановкой метеорологической службы в Берлине, Гамбурге, Лейпциге, Линденберге и Гёттингене [1]. Эта поездка, по мнению Р. Э. Давида, «сильно расширила горизонты, позволила приобрести библиотеку, ценнейшие синоптические карты Датского института, так что Саратов теперь располагает многим в отношении возможности широких работ по засухе, которые не всегда можно найти в столице» [2, Л. 20 об.]. Все это дало возможность в дальнейшем развертывать в широком масштабе синоптико-климатологические работы [1, Л. 10 об.]. В 1931 г. Давид «был назначен начальником штаба Всесоюзного Снегопохода, который организовал, инструктировал, устраивал конференции, курсы, привлекая при поддержке (неразборчиво)... Гидрометкомитета, интересных слушателей и лекторов» [2, Л. 20 об.].

С 1926 г. Рудольф Эдуардович читал курс метеорологии в Саратовском университете [12–15], в 1934 г. (постановлением № 409/6 Президиума ВАСХНИЛ от 14 декабря 1934 г.) ему была присвоена ученая степень доктора сельскохозяйственных наук [16]. Появились ученики и аспиранты, которые и составили ядро Метеорологического отдела Саратовской сельскохозяйственной опытной станции, от которой ведет свое начало Всесоюзный институт зернового хозяйства Юго-востока (ВИЗХ), в настоящее время носящий название ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока».

Из воспоминаний П. Г. Кабанова, аспиранта Р. Э. Давида: «Всего у Рудольфа Эдуардовича было шесть аспирантов: двое стали специализироваться по синоптике, двое – по агроклиматологии, один – по гидрологии, а мне, близкому к земле, поручено специализироваться по агрометеорологии. Нашей подготовке он уделял много внимания. С лекциями по отдельным специальностям приглашал виднейших в нашей стране ученых. В частности, с курсом лекций по климатологии приезжала Е. С. Рубинштейн, по синоптике – М. А. Лорис-Меликов, аэрологию читала Р. Н. Кладо и другие. Академик Давид был для нас большим непререкаемым авторитетом. Впоследствии мы убедились, что он пользуется авторитетом и среди многих видных ученых нашей страны. Внешне Рудольф Эдуардович представлял довольно импозантную

фигуру. Он был крупного телосложения с большой головой и солидным носом, носил пышную прическу и небольшие усики, характер вспыльчивый, не терпел лодырничества, недисциплинированности, и все сотрудники его побаивались» [10, с. 112].

25 лет профессионально-творческой деятельности Р. Э. Давида поражают размахом и глубиной его научных исследований в разных направлениях. В условиях засушливого Юго-Востока главное внимание Р. Э. Давид уделял вопросам дополнительного накопления и баланса почвенной влаги, эффективности глубокого промачивания почвы с целью повышения урожайности. Он был пионером в научном обосновании снегозадержания в качестве массового приема накопления почвенной влаги.

В 1931 г. по инициативе Рудольфа Эдуардовича был объявлен «Всесоюзный поход за снегозадержанием». При НКЗ был создан штаб Снегопохода, председателем его был назначен Р. Э. Давид [12, 17].

В одном из отчетных докладов Метеорологического отдела Саратовской сельскохозяйственной опытной станции даются практические выводы по снегозадержанию [9, 12]. Приводим некоторые из них:

- 1) наиболее отзывчивыми на снегозадержание в Саратовской области являются озимая пшеница, подсолнечник и в годы после сухой осени – яровая пшеница. В Заволжье из-за меньшей обеспеченности почвы весенней влагой снегозадержание под яровую пшеницу всегда дает значительный эффект;
- 2) лучший способ снегозадержания – расстановка механических препятствий. Снегозадержание «подделкой препятствий из самого снега» часто не дает желаемых результатов;
- 3) полосы снегозадержания должны ориентироваться поперек господствующего направления зимних метелевых ветров. Для большинства районов области полосы должны быть ориентированы с востока на запад.

Работы Рудольфа Эдуардовича и руководимого им отдела метеорологии послужили основой для включения снегозадержания в качестве обязательного агроприема в районах, подвергающихся засухам.

Руководство Нижне-Волжским метеорологическим бюро позволило Р. Э. Давиду значительно расширить рамки начатых им исследований. Был собран и обобщен большой исследовательский материал по всем важнейшим климатическим показателям, на основании которого им написан ряд фундаментальных монографий по климату Юго-Востока применительно к запросам сельского хозяйства: «Климатический атлас Нижнего Поволжья» (1923), «Климат и хозяйственные возможности Калмобласти» (1925), «Климат Нижнего Поволжья», ч. 1 (1927) и ч. 2 (1929), «Снегозадержание» (1932) [4].



Организация снегозадержания на полях

Большое место в исследованиях Рудольфа Эдуардовича занимало изучение условий формирования засухи и суховеев и мер борьбы с ними. Им были определены и выделены типы засух, проанализирована их повторяемость в Поволжье, рассмотрены синоптические условия, способствующие их возникновению. Автором было впервые сформулировано агрономическое понятие засухи как периода несоответствия испарительной возможности выпадающим осадкам, предложена формула возможной испаряемости как функции дефицита влажности воздуха. Дальнейшее подтверждение эта формула получила в работах его ученика П. Г. Кабанова, а позднее к аналогичным выводам пришли многие исследователи (Алпатьев, Процеров, Шашко и др.) [4].

Р. Э. Давид большое внимание уделял мелиоративным методам воздействия на засушливый климат – регулированию весеннего стока талых вод на полях, хозяйственному использованию снега, полезащитному лесоразведению, а также изучению изменения микроклимата в посевах культур с помощью орошения и лесонасаждений, применения «факультативных посевов» и приемов агротехники [17].

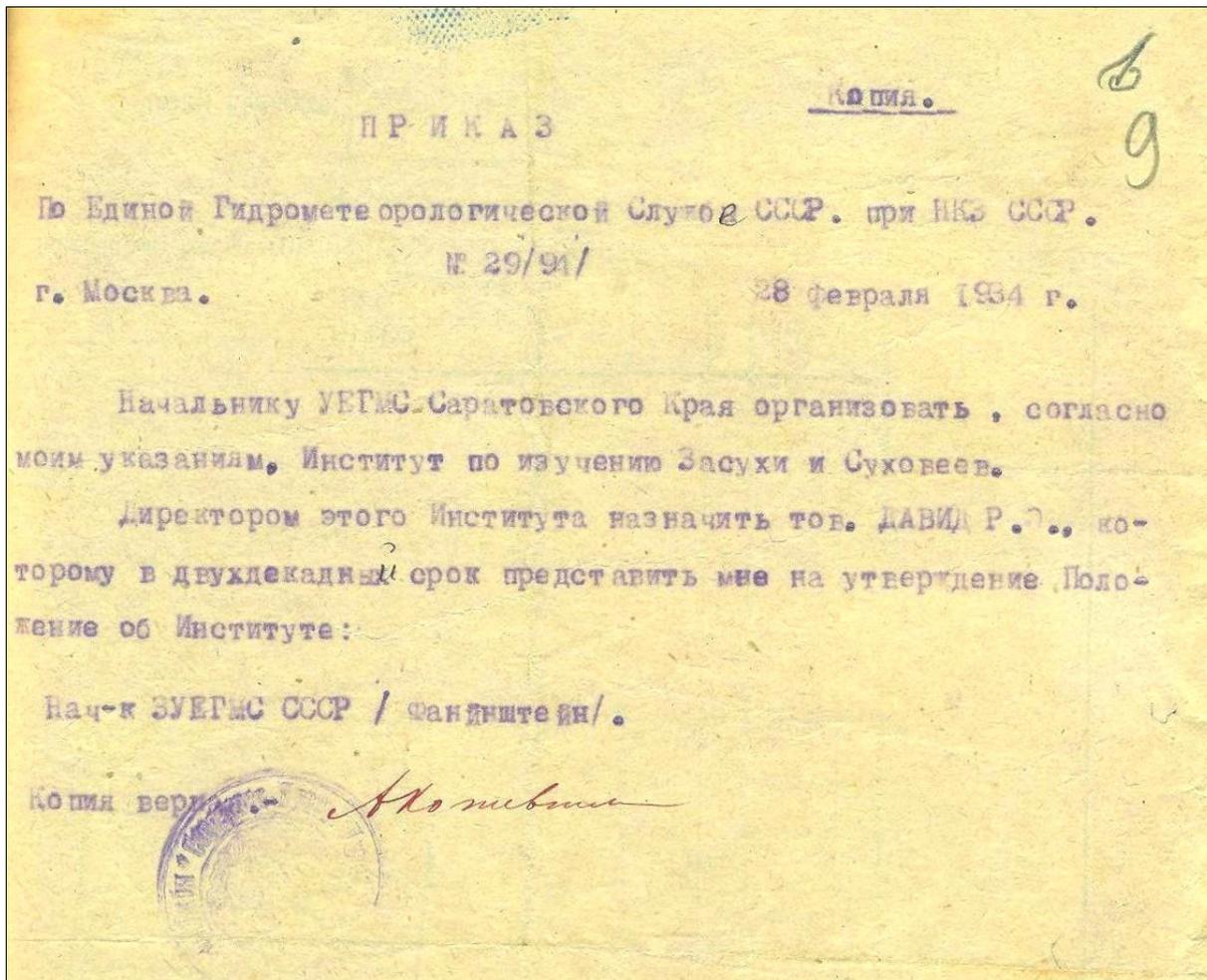
В 1931 г. на конференции по засухам, проводимой НКЗ, Р. Э. Давид получил одобрение своим исследованиям и поддержку предложения о создании специального института в Саратове. В 1934 г. на базе агрометеорологического отдела ВИЗХ он организовал и возглавил Центральный

институт по изучению засухи и суховеев (ЦИИ-ЗАС) [18].

Главной задачей института было изучение агрометеорологических, климатических, синоптических, актинометрических и аэрологических условий на территории Поволжья в засушливые годы. Научные исследования, возглавляемые Р. Э. Давидом в ЦИИЗАСе, охватывали широкий круг вопросов – проводились полевые экспериментальные исследования, выявляющие влияние экспозиции и крутизны склонов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур, работы по снегозадержанию и оценке влагообеспеченности растений. Велась разработка методики микроклиматических наблюдений на сельскохозяйственных полях в засушливых условиях (в Саратове) и при орошении (в Ершове) [19].

Р. Э. Давид стремился разносторонне организовать комплексные исследования циркуляционных процессов, приводящих к развитию засухи и суховеев в Поволжье. Он придавал большое значение синоптическим исследованиям, акцентируя внимание на макроциркуляционных процессах, являющихся причиной длительных периодов с отсутствием дождей и иссушения поступающих на эту территорию воздушных масс [17].

Для выполнения поставленной задачи Рудольф Эдуардович собрал сильный научный коллектив талантливых исполнителей. В 1935 г.



Приказ об организации Института по изучению засухи и суховеев и назначении Р. Э. Давида его директором [20] (цвет online)

он приглашает на работу аэролога Т. Н. Кладо и специалиста по долгосрочным прогнозам Э. С. Лир, перспективных сотрудников ГФО, которым после убийства С. М. Кирова, как и многим ленинградцам, было предписано покинуть город [21].

Из автобиографии Р. Э. Давида: «В настоящее время всем институтом засухи и суховеев под моим руководством ведется исследование весенних засух в масштабе европейской территории России – изучается специфичность барических образований, свойственных засушливым процессам, характеризуется нарушение естественных широтных циркуляций и т. п. Первые результаты этих работ, в виде подробного описания засухи 1934 года, будут издаваться» [2, Л. 23].

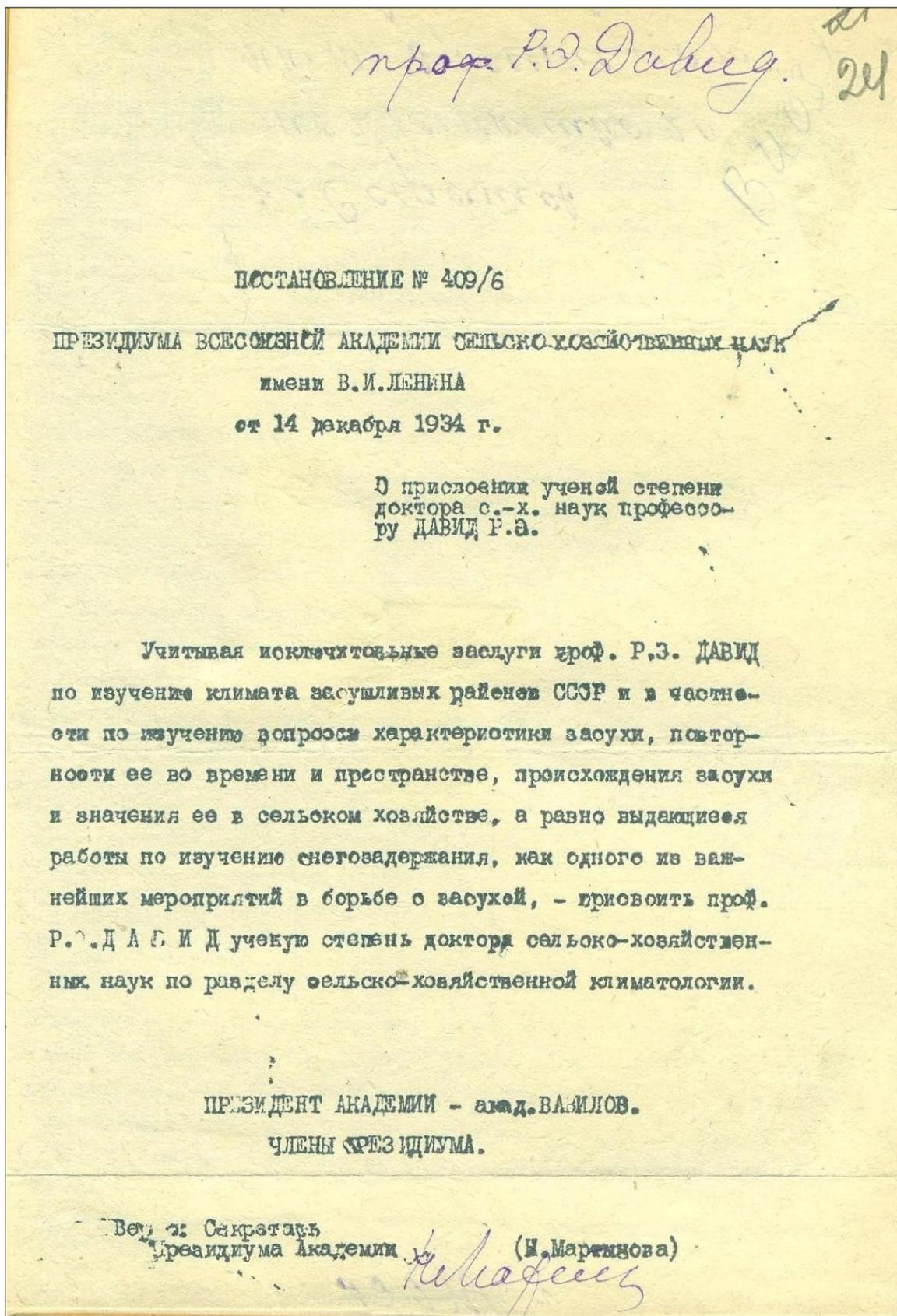
В 1935 г. Рудольф Эдуардович избирается действительным членом Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина (ВАСХНИЛ). Он был полон энтузиазма и строил планы дальнейшего развития исследований.

Огромной заслугой Р. Э. Давида было издание в 1936 г. первого учебника для рас-

тениеводческих вузов – «Сельскохозяйственная метеорология». Из письма Рудольфа Эдуардовича Давида жене, Марии Давид, можно видеть, как серьезно относился автор к своим исследованиям: «Был в Сельхозгизе, книга моя набирается. Около первого декабря должна выйти. И радостно, и жутко! Я только здесь испытал полностью, за какой исполинский труд я взялся... По существу, мы создадим (но когда, к какому сроку) сельскохозяйственную климатологию Союза, то, что должно войти в учебники и до настоящего времени нигде не преподается...» [22, с. 96].

В последние годы своей жизни Рудольф Эдуардович вел большую работу по составлению монографии «Пшеница и климат», принимал активное участие в разработке основ орошения в связи с проектом ирригации Заволжья. Но эти работы Рудольф Эдуардович не успел завершить [10].

1 октября 1937 г. Рудольф Эдуардович Давид был арестован, 2 октября – исключен из состава института (приказ № 99 от 2 октября 1937 г.) и заключен под стражу [23]. Институт вновь стал



Постановление президиума ВАСХНИЛ о присвоении профессору Давиду Р. Э. ученой степени доктора сельскохозяйственных наук [16] (цвет online)



отделом ВИЗХ. Часть сотрудников была сокращена, аэрологические и синоптические работы переданы в местное Управление Гидрометслужбы [21].

Рудольф Эдуардович был расстрелян 21 января 1938 г. На долгие десятилетия имя Р. Э. Давида оказалось под запретом, как и все упоминания о нем в печатных изданиях. Реабилитирован 28 июля 1956 г.

Из воспоминаний П. Г. Кабанова: «Я познакомился с делом Рудольфа Эдуардовича и тут только узнал, насколько смехотворными были предъявленные ему обвинения. Рудольфу Эдуардовичу вменялось в вину то, в чем он больше других дал науке и производству» [10, с. 123].

Академик Рудольф Эдуардович Давид оставил большое научное наследие. Практические выводы его исследований выдержали испытание временем. Работы Давида стали классикой агрономической науки. Их общее количество – более 100, издавались они ограниченным тиражом и являются в настоящее время библиографической редкостью.

Избранные работы ученого по сельскохозяйственной метеорологии при содействии его жены Марии Павловны и сотрудников института вышли отдельной книгой в 1965 г. [4, 6].

#### Библиографический список

1. Автобиография Р. Э. Давида // Архив Всесоюзного института зернового хозяйства (ВИЗХ). Личное дело № 463. Л. 10, 10 об.
2. Давид Рудольф Эдуардович. Краткое жизнеописание // Архив Всесоюзного института зернового хозяйства (ВИЗХ). Личное дело № 463. Л. 20, 20 об., 23.
3. Адамов П. Н. Жизнь, отданная любимому делу. 2-е изд. Ленинград : Гидрометеиздат, 1969. 108 с.
4. Бобров Г. П. Погода и климат Саратова в вопросах и ответах. Саратов : ЭМОС, 2002. 220 с.
5. Давид Р. Э. О предсказании погоды // Сельскохозяйственный вестник Юго-Востока. 1916. № 13. С. 5–9.
6. Давид Р. Э. Избранные работы по сельскохозяйственной метеорологии. Ленинград : Гидрометеиздат. 1965. 223 с.
7. Анкетный лист Р. Э. Давида. Центральный институт по изучению засухи и суховеев // Архив Всесоюзного института зернового хозяйства (ВИЗХ). Личное дело № 463. Л. 19, 19 об.
8. Скиданов М. Е. Краеведческое движение 1920-х гг. в Саратовской губернии как явление общественной и научной жизни региона : автореферат ... кандидата исторических наук. Приложение 5. Список членов Саратовского общества естествоиспытателей и любителей естествознания (1925 г.) // ГАСО. Ф. Р-461. Оп. 2. Д. 2. Л. 151–152 об.
9. Давид Р. Э. Метеорологический отдел // Десять лет работы (1918–1927) : сборник статей. Саратов : Наркомзем РСФСР, 1928. С. 25–46.
10. Кабанов П. Г. Жизнь, как она прошла (эпизоды моей жизни в воспоминаниях). Машинопись. Саратов : Научная библиотека НИИ СХ Юго-Востока, 1992. 238 с.
11. Давид Рудольф Эдуардович. Личный листок по учету кадров // Архив Всесоюзного института зернового хозяйства (ВИЗХ). Личное дело № 463. Л. 16, 16 об.
12. Кабанов П. Г. Академик Р. Э. Давид и советская агрометеорология // Вопросы климата и погоды Нижнего Поволжья. 1973. Вып. 1 (8). С. 3–9.
13. Научно-полевой роман. К 110-летию НИИСХ Юго-Востока : очерки, интервью, воспоминания / автор-составитель В. В. Рязанов. Саратов : Отпечатано ООО «Пилиграф-НН», 2021. 448 с.
14. Научные учреждения и научные работники г. Саратова : (справочник). Саратов : Издание Саратовского Губернского Бюро Секции Научных работников, типография Промкомбината, 1927. 103 с.
15. Саратовский государственный имени Н. Г. Чернышевского университет в 1925 году. (Краткие сведения о состоянии и работе). Приложение к V тому «Ученых записок». Саратов : Сарполиграфпром. Типолитография № 9, 1926. 57 с.
16. Постановление № 409/6 Президиума ВАСХНИЛ от 14 декабря 1934 года о присвоении ученой степени доктора с.-х. наук профессору Давиду Р. Э. // Архив Всесоюзного института зернового хозяйства (ВИЗХ). Личное дело № 463. Л. 24.
17. Двадцать лет борьбы с засухой (к 25-летию юбилею научной работы Р. Э. Давида) // Социалистическое зерновое хозяйство. 1936. № 2. С. 2.
18. Анкетный лист Р. Э. Давида. Центральный институт по изучению Засухи и Суховеев // Архив Всесоюзного института зернового хозяйства (ВИЗХ). Личное дело № 463. Л. 18, 18 об.
19. Очерки по истории Гидрометеорологической службы России : в 3 т. Санкт-Петербург : Типография «Моби Дик», 2009. Т. 2. 227 с.
20. Копия приказа по Единой Гидрометеорологической службе СССР при НКЗ СССР г. Москва № 29/91 от 28.02.34 // Архив Всесоюзного института зернового хозяйства (ВИЗХ). Личное дело № 463. Л. 9.
21. Селезнева Е. С. Первые женщины геофизики и метеорологи. Ленинград : Гидрометеиздат, 1986. 184 с.
22. Рыжков Н. На полосе прибоя // Жизнь в науке : очерки о саратовских селекционерах / составитель В. И. Азанов. Саратов : Приволжское книжное издательство, 1979. С. 86–97.
23. Личная справка // Архив Всесоюзного института зернового хозяйства (ВИЗХ). Личное дело № 463. Л. 3.

Поступила в редакцию 13.05.2022; одобрена после рецензирования 20.05.2022; принята к публикации 01.06.2022  
The article was submitted 13.05.2022; approved after reviewing 20.05.2022; accepted for publication 01.06.2022

ISSN 1819-7663

22003



9 771819 766302

ISSN 1819-7663 (Print). ISSN 2542-1921 (Online)  
Известия Саратовского университета. Новая серия.  
Серия: Науки о Земле. 2022. Том 22, выпуск 3

## 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

