

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

ИЗВЕСТИЯ САРАТОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Новая серия



Серия: Науки о Земле

2021

Том 21

Выпуск 1



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

ИЗВЕСТИЯ САРАТОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Новая серия



Научный журнал
2021 Том 21
ISSN 1819-7663 (Print)
ISSN 2542-1921 (Online)
Издается с 2006 года

Серия Науки о Земле, выпуск 1

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

СОДЕРЖАНИЕ

Научный отдел

География

Кульнев В. В., Насонов А. Н., Цветков И. В., Межова Л. А.

Оценка техногенной нагруженности Нижнетагильского городского пруда и управление геоэкологическими рисками на основе мультифрактальной динамики

4

Макаров В. З., Волков Ю. В., Архипова Е. А., Неврюев А. М., Мельникова Е. С. Фациальная структура меловых урочищ памятника природы «Меловые склоны с растениями-кальцефилами у г. Вольска»

12

Маргарян В. Г., Аветисян Г. Д., Хачатрян Г. А., Маргарян П. Н.

О проявлениях изменения климата в режиме ветра на территории Сюникского марза (Армения)

22

Преображенский Ю. В. Расселение населения на берегах некоторых рек Европы: поиск межгородского интервала

27

Спирин Ю. А., Зотов С. И. Оценка геоэкологического состояния поверхностных водотоков Славского района Калининградской области (летний гидрологический сезон)

33

Уставщикова С. В. Некоторые показатели смертности населения крупного региона Поволжского федерального округа

44

Геология

Никашин К. И., Зорина С. О. Вулканогенный материал в верхнеюрско-нижнемеловых отложениях востока Русской плиты и его источники

49

Писаренко Ю. А., Гончаренко О. П., Писаренко В. Ю. Особенности строения нижнепермской соленосной толщи и характер проявления соляного тектогенеза в северном и северо-западном обрамлении Прикаспийской впадины. Статья 1

58

Харитонов А. Л. Геолого-геофизический анализ морфологических структур центрального типа на территории Восточно-Европейской платформы и их связь с месторождениями углеводородов

65

Приложение

Personalia

Елизавета Всеволодовна Миронова (К столетию со дня рождения)

73

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; 25.00.02; 25.00.10; 25.00.23; 25.00.24; 25.00.30; 25.00.35; 25.00.36)

Индекс издания в объединенном каталоге «Пресса России» 36010, раздел 30 «Научно-технические издания». Известия РАН. Известия вузов». Журнал выходит 4 раза в год

Директор издательства

Бучко Ирина Юрьевна

Редактор

Малютина Елена Анатольевна

Художник

Соколов Дмитрий Валерьевич

Редактор-стилист

Кочкаева Инна Анатольевна

Верстка

Степанова Наталья 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) 52-26-89, 51-29-94
E-mail: izdat@sgu.ru

Подписано в печать 25.03.2021.

Подписано в свет 31.03.2021.

Формат 60x84 1/8.

Усл. печ. л. 8,6 (9,25).

Тираж 500 экз. Заказ 17-Т.

Цена свободная

Отпечатано в типографии Саратовского университета.

Адрес типографии:
410012, Саратов, Б. Казачья, 112А

© Саратовский университет, 2021



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.

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 редколлегией, не возвращаются.

Адреса для переписки с редколлегией серии: farik26@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

- Kul'nev V. V., Nasonov A. N., Tsvetkov I. V., Mezхова L. A.**
Assessment of technogenic load of Nizhny Tagil city pond and environmental risk management based on multifractal dynamics 4
- Makarov V. Z., Volkov Yu. V., Arhipova E. A., Nevryuev A. M., Melnikova E. S.** Facies structure of the chalk natural landmark of the nature monument "Chalk slopes with calcephil plants near town Volsk" 12
- Margaryan V. G., Avetisyan G. D., Xachatryan G. A., Margaryan P. N.** On the manifestations of climate change in the wind regime in the territory of Syunik marz (Armenia) 22
- Preobrazhenskiy Yu. V.** The urban settlement pattern on the banks of some rivers in Europe: Search for inter-city interval 27
- Spirin Yu. A., Zotov S. I.** Assessment of the geoecological state of surface watercourses in the Slavsky district, Kaliningrad region (summer hydrological season) 33
- Ustavshchikova S. V.** Some population mortality indicators of the large region of Volga federal district 44

Geology

- Nikashin K. I., Zorina S. O.** Volcanogenic material in upper jurassic-lower cretaceous deposits of the Eastern Russian plate and its sources 49
- Pisarenko Yu. A., Goncharenko O. P., Pisarenko V. Yu.** Structural features of the lower permian salt-bearing series and the character of salt-tectogenesis manifestations in the northern and northwestern margins of the Caspian depression. Paper I 58
- Kharitonov A. L.** Geological and geophysical analysis of morphological structures of the central type in the Eastern European platform territory and its connection with hydrocarbon fields 65

Appendices

Personalia

- Elizaveta Vsevolodovna Mironova (on the centenary of the birth) 73



**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:

Валашиц Иренеуш, действительный член Польской академии наук, профессор (Варшава, Польша)

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

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

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

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

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

Рыхлов Александр Богданович, доктор геогр. наук, профессор (Саратов, 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. NEW SERIES.
SERIES: 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:

Ireneusz P. Walaszczyk (Warsaw, Poland)

Andrey Yu. Guzhikov (Saratov, Russia)

Aleksey N. Didenko (Khabarovsk, Russia)

Nikolay A. Kalinin (Perm, Russia)

Aleksandr D. Korobov (Saratov, Russia)

Yurij P. Perevedentsev (Kazan, Russia)

Aleksandr B. Rikhlov (Saratov, Russia)

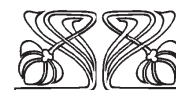
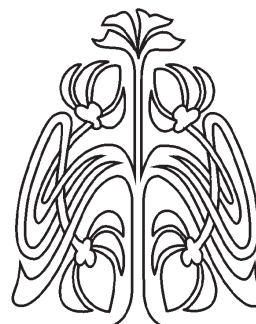
Yuriy M. Semenov (Irkutsk, Russia)

Ashot V. Khoetsyan (Erevan, Armenia)

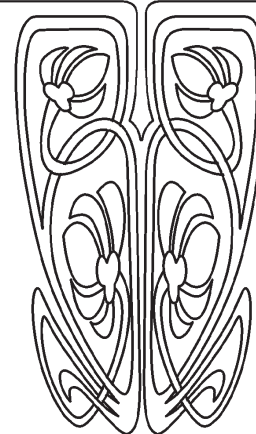
Aleksey N. Chumachenko (Saratov, Russia)

Boris N. Shurygin (Novosibirsk, Russia)

Nataliya V. Yakovenko (Voronezh, Russia)



**РЕДАКЦИОННАЯ
КОЛЛЕГИЯ**





ГЕОГРАФИЯ

Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 4–11

Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Earth Sciences, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 4–11

Научная статья

УДК 574.636 (470.54)

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-4-11>

Оценка техногенной нагруженности Нижнетагильского городского пруда и управление геоэкологическими рисками на основе мультифрактальной динамики

В. В. Кульнев^{1✉}, А. Н. Насонов², И. В. Цветков³, Л. А. Межова⁴

¹Отдел государственного экологического надзора по Воронежской области Центрально-Черноземного межрегионального управления Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, Россия, 394087, г. Воронеж, ул. Ломоносова, д. 105

²Российский государственный аграрный университет – Московский сельскохозяйственный академии имени К. А. Тимирязева, Россия, 127550, г. Москва, Тимирязевская ул., д. 49

³Тверской государственный университет, Россия, 170100, г. Тверь, ул. Желябова, д. 33

⁴Воронежский государственный педагогический университет, Россия, 394043, г. Воронеж, ул. Ленина, д. 86

Кульнев Вадим Вячеславович, кандидат географических наук, ведущий специалист-эксперт, kulnev@rpn36.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1646-9183>

Насонов Андрей Николаевич, кандидат технических наук, доцент, adn22@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4927-2192>

Цветков Илья Викторович, доктор технических наук, профессор, mancu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5284-880X>

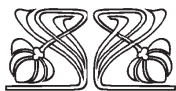
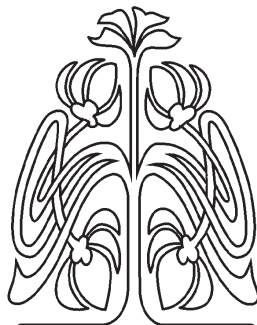
Межова Лидия Александровна, кандидат географических наук, доцент, lidiya09@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6652-5120>

Аннотация. В основе альгоремедиации, которая представляет собой способ очистки природных и сточных вод за счет метаболического потенциала хлорококковых микроводорослей, лежит принцип системной устойчивости. Показан метод определения степени загрязнения техногенно нагруженного водного объекта, основанный на применении фрактального исчисления. С помощью факторного анализа определены параметры порядка экологической системы Нижнетагильского городского пруда, на которых базируется новый подход к оценке эффективности природоохранных мероприятий.

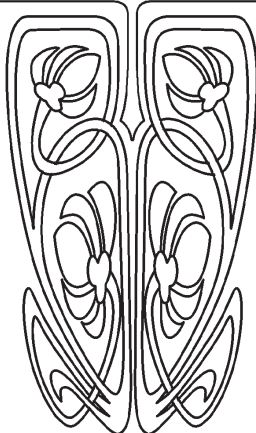
Ключевые слова: альголизация, альгоремедиация, гидробиоценоз, качество воды, мультифрактальная динамика, загрязнители, сине-зеленые водоросли, самоорганизация, толерантность, управление геоэкологическими рисками, экотоксиканты

Для цитирования: Кульнев В. В., Насонов А. Н., Цветков И. В., Межова Л. А. Оценка техногенной нагруженности Нижнетагильского городского пруда и управление геоэкологическими рисками на основе мультифрактальной динамики // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 4–11. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-4-11>

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



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





Article

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-4-11>

Assessment of technogenic load of Nizhny Tagil city pond and environmental risk management based on multifractal dynamics

Vadim V. Kul'nev¹✉, kulnev@rpn36.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1646-9183>

Andrey N. Nasonov², adn22@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4927-2192>

Il'ya V. Tsvetkov³, mancu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5284-880X>

Lidiya A. Mezhova⁴, lidiya09@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6652-5120>

¹Central Black Earth Interregional Administration of the Federal Service for Supervision of Natural Resources, 105 Lomonosov St., Voronezh 394087, Russia

²Russian State Agrarian University – Moscow Academy of Agriculture named K. A. Timiryazev, 49 Timiryazevskaya St., Moscow 127550, Russia

³Tver' State University, 33 Zhelyabova St., Tver' 170100, Russia

⁴Voronezh State Pedagogical University, 86 Lenina St., Voronezh 394043, Russia

Abstract. Allogremiation which is a method of natural and waste water treatment due to the metabolic potential of chlorococcal microalgae is based on the principle of system stability. The method of pollution degree estimation of anthropogenic loaded water object based on the application of fractal calculation is shown. Factor analysis has been used to determine the parameters of the environmental system of Nizhny Tagil city pond which are the basis for a new approach to evaluating the efficiency of environmental protection measures through geocological risk management.

Keywords: algolization, allogremiation, hydrobiocenosis, water quality, multifractal dynamics, pollutants, blue-green algae, self-organization, tolerance, risk management, ecotoxicants

For citation: Kul'nev V. V., Nasonov A. N., Tsvetkov I. V., Mezhova L. A. Assessment of technogenic load of Nizhny Tagil city pond and environmental risk management based on multifractal dynamics. *Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Earth Sciences*, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 4–11 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-4-11>

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

Введение

Стержневой особенностью используемого в статье фрактального подхода к описанию сложных техноприродных объектов (процессов) является изучение их структуры в связи с изменением среды обитания. Это позволяет рассматривать такое описание как инструмент изучения их морфологии. Данный подход дает возможность связать интегральные свойства объекта с динамикой локальных параметров разного генезиса, проявляющихся при структурной декомпозиции сложноорганизованных систем [1].

В математическом плане фрактальное описание многоуровневых техноприродных объектов (процессов) сводится к тому, что исследуемый объект воспроизводится в виде множества копий фрактальных эталонов, последовательность которых в пределе исчерпывает его геометрию (масштабирование) и сводится к одному или нескольким (в случае мультифрактальности) числам – фрактальным размерностям $D \in (1; 2)$, определяющим меру его внутренней сложности [2].

Любая экосистема функционирует в характерных для нее пределах системной достаточности действующих факторов, в которых она не утрачивает своей устойчивости. Благодаря самоорганизации поддерживается гомеостаз экосистемы, под которым понимается ее способность поддерживать устойчивое динамическое равновесие в изменяющейся техногенной на-

грузке, определяющей экологическое состояние среды обитания.

При гомеостазе размер экосистемы или развитость ее структуры соответствуют выполняемым ею функциям самосохранения и развития, в противном случае она будет неэффективной или неконкурентоспособной. В гомеостазе экосистема достигает наибольшей эффективности функционирования. Однако по мере приближения уровня действующих факторов к своему лимиту эффективность функционирования экосистемы резко снижается, и она переходит в режим самосохранения. При этом гомеостаз сменяется на неустойчивое равновесие, а в экосистеме происходят качественные изменения.

В неустойчивом равновесии резко возрастает роль случайных флуктуаций действующих факторов, которые могут вывести экосистему за пределы системной достаточности, что, в конечном итоге, приводит к ее разрушению. Иными словами, в самоорганизующейся динамической экосистеме всегда присутствует два типа процессов: одни (компенсаторные) сохраняют и закрепляют ее строение и функциональные особенности, а вторые (системообразующие) направлены на ее развитие. Благодаря соразмерности системообразующих и компенсаторных процессов экосистема может самосохраняться и развиваться в обновляющейся среде существования [3–5].

В этом плане фракталы оказались чрезвычайно удобным математическим инструментом описания многоуровневых техноприродных объектов



в динамически развивающейся среде, которые, подобно живому организму, способны управлять адаптацией экосистемы к внешнему фактору за счет самоорганизации [6, 7].

В физическом плане механизм самоорганизации, определяемый фракталом, задает такой структурный каркас сообществ, который сохраняет свою устойчивость за счет оптимального распределения потоков вещества и энергии в экосистеме [4].

Таким образом, фрактальность экосистемы можно рассматривать как свойство ее морфогенеза – функционального структурообразования, максимально приспособленного к условиям существования [8].

Математически фрактальность отражает характер самоподобия взаимодействующих сред объекта (хозяйственной и природной), геометрия которого связана с его свойствами степенной зависимостью [2]

$$M(\delta) = \mu\delta^{1-D}, \quad (1)$$

где $M(\delta)$ – размер объекта или развитость его структуры, $\mu\delta$ – шаг масштабирования, D – фрактальный показатель техногенной преобразованности экосистемы.

Из соотношения (1) следует, что если техноприродный объект является фракталом, то он сохраняет свою функциональную целостность (качество) в изменяющихся условиях техногенной нагрузки на компоненты окружающей природной среды [6, 9] (рис. 1).

Материалы и методы

Практическая ценность предлагаемого подхода состоит в том, что он позволяет заранее оценить и предупредить наступление геоэкологических рисков, связанных как с изменением условий техногенной эксплуатации экосистем, так и с включением новых источников загрязнения [10]. Тем самым, появляется возможность целевого управления хозяйственной деятельностью в постоянно меняющихся условиях внешней среды [9].

Качество экосистемы определяется биоразнообразием, которое поддерживается самоорганизацией сообществ живых организмов в изменяющейся среде существования. Наиболее опасное влияние на нарушение свойств мест обитания оказывает техногенная составляющая, в частности, приводящая к деградации экосистемы [11].

Выявление признаков деградации или разрушения экосистемы, которые обусловлены нарушением ее целостных свойств, возможно лишь в случае фрактального описания многоуровневой экосистемы, при котором геометрия объекта или развитость структуры связывается с его свойствами степенной зависимостью [12].

В этом случае степень экологических рисков, трактуемых как возможность нарушения функциональной целостности экосистемы в условиях высокой вероятности ее деградации, можно оценить через смещение ее фрактальных показателей от оптимума (низкие геоэкологические риски) к лимитирующим значениям устойчивости (высокие геоэкологические риски).

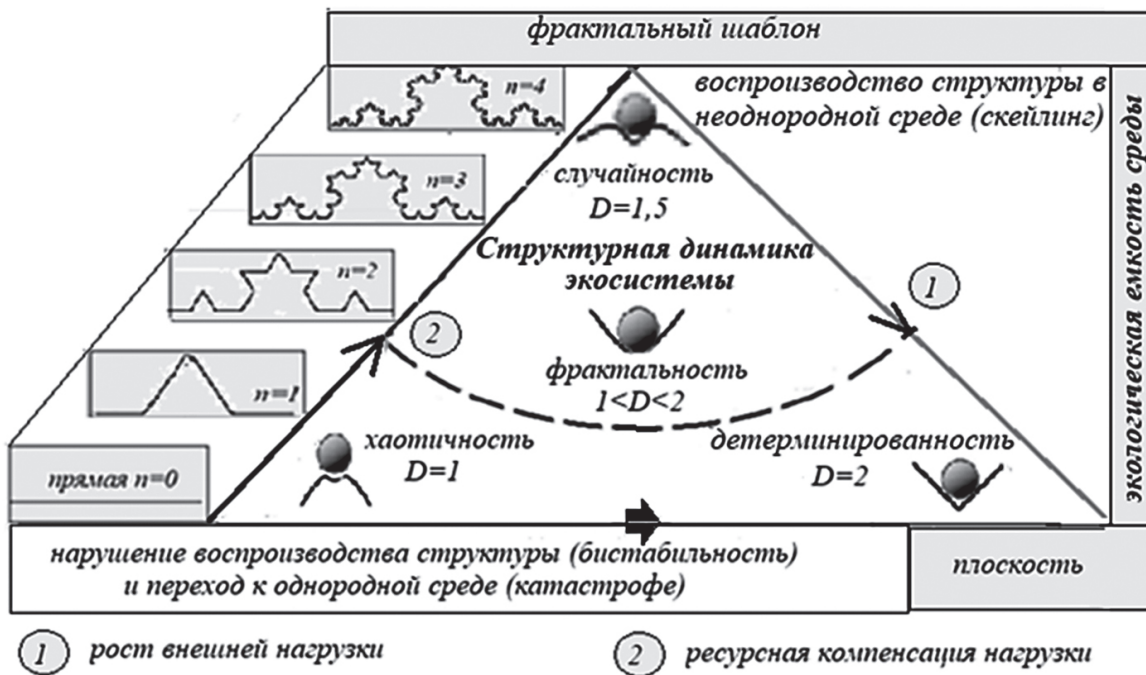


Рис. 1. Схема фрактального описания техноприродных объектов (процессов)



Другими словами, степень техногенной преобразования экосистемы и геоэкологического риска определяется близостью фрактальных показателей экосистемы к пределам ее устойчивости (табл. 1).

Очевидно, что для более полной характеристики техноприродных объектов (процессов) их обычно характеризуют не одним, а целым набором статистических признаков, результаты измерений которых представляют в виде мультифрактальных параметров (модели мультифрактальной динамики – МФД-модели), что позволяет лучше понять морфологию природного объекта и исследовать его специфику в условиях действия техногенных факторов [9].

Для связи фрактальности экосистемы с ее сохранением введем функцию фрактальной «температуры» процессов на интервале $D \in (1; 2)$ следующим образом:

$$T_f = a \times (1/(n-D) - 1/n), \quad (2)$$

где D – фрактальный показатель экосистемы, n – размерность пространства, в которое вложен фрактальный объект, a – поправочный коэффициент, выбираемый индивидуально (в нашем случае $n = 2, a = 1$).

Введем также ограничения фрактальности функции (2) в виде характеристических точек Dd и Dk , лимитирующих устойчивость экосистемы.

Обратим внимание на то, что распределение функции отклика (2) на фрактальной шкале $D \in (1; 2)$ имеет логистический характер, аналогичный распределению плотности биоресурса в модели Лотки–Вольтерры («хищник–жертва»), где «жертвой» выступает природная среда, а «хищником» – техногенное воздействие [13] (рис. 2).

На данном основании МФД-модель можно считать фрактальным эквивалентом модели Лотки–Вольтерры, в которой плотность биоресурса ограничена экологической емкостью среды, варьируемой в пределах дефицита $\lim(\inf \epsilon) = Dr$ и избыточности $\lim(\sup \epsilon) = Dk$ факторов. В этом случае диапазон, в котором возможны вариации плотности биоресурса, определяет толерантность (сохранение) экосистемы [14].

В пределах устойчивости сохранение метаболизма экосистемы с внешней средой обеспечивается ее самоорганизацией, за счет которой поддерживается относительное постоянство развитости экосистемы через воспроизводство ее биоресурса [13].

Если в результате наступления дефицита или избыточности факторов воспроизводство экосистемы нарушается: $d\epsilon/dt = 0$, то она теряет устойчивость. В этом состоянии экосистема становится чрезвычайно чувствительной к случайным флуктуациям внешних факторов, которые закономерно приводят к ее деградации или разрушению за конечное время: $d\epsilon/dt < 0$ [15].

Поскольку устойчивость определяется как ресурсная способность экосистемы сохранять (или восстанавливать) динамическое равновесие с внешней средой [16, 17], то введенные ограничения отображают соразмерность ресурсных затрат уровню техногенной нагрузки, при котором сохраняются функциональная целостность или качество экосистемы.

Тогда уравнение мультифрактальной динамики (МФД) экосистемы можно представить в следующем виде:

$$Dp = \sum_{j=1}^z a_{ij} F_j(D) / 2; \quad C_H = 2^{H-1} - 1, \quad (3)$$

Таблица 1

Обобщенные решения МФД-модели и их фазовые диаграммы

Фрактальная мера антропогенного преобразования экосистемы, Dp	Фазовые диаграммы
$Dp \rightarrow Do$ Экологический оптимум (неоднородная среда с максимально возможной развитостью структуры)	
Саморегуляция экосистемы при чередовании фаз цикла: – угнетения $Dd < Dp < Do$ – адаптации $Do < Dp < Dk$	
$Dp \rightarrow Dd; Dk$ Бистабильность (неустойчивое равновесие экосистемы при истощении биоресурса)	
$Dp > Dk$ Кризис (однородная среда при уровне нагрузки, несовместимой с жизнеспособностью экосистемы)	

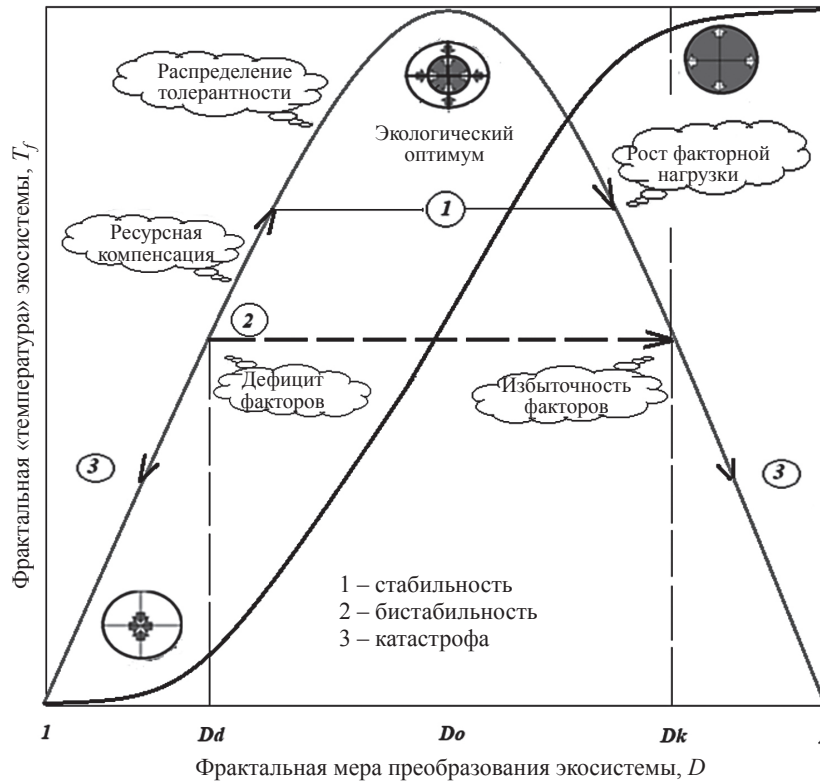


Рис. 2. Связь фрактальности экосистемы с ее сохранением

где Dp – фрактальная мера техногенного преобразования экосистемы, $F_j(D)$ – факторные нагрузки экосистемы, a_{ij} – весовые коэффициенты действующих факторов, C_H – фрактальный коэффициент корреляции действующих факторов, H – постоянная Херста.

В математическом плане анализ возможных решений (3) сводится к оценке соразмерности техноприродных процессов и приемлемости возникших рисков. Соразмерность техноприродных процессов означает, что между экосистемой и внешней средой возникает устойчивый цикл саморегуляции, благодаря которому происходит самоочищение экосистемы, обеспечиваемое фрактальностью ее структуры (см. табл. 1).

Управление развитием опасных техноприродных процессов следует начинать при их смещении к бистабильности, когда фиксируется рост непроизводительных затрат биоресурса экосистемы при наличии загрязнений, с утилизацией которых она не может справиться самостоятельно (см. табл. 1). Это позволяет предотвращать нежелательные режимы техногенной эксплуатации экосистем, угрожающие гомеостазу биотопов.

Решение МФД-модели (3) предлагается осуществить на основе метода главных компонент (МГК), который позволит оценить интенсивность влияния техногенного и ресурсного факторов на наблюдаемые характеристики экосистемы, а также выделить в значениях те составляющие, которые обусловлены суммарным действием факторов и каждого фактора в отдельности [18–20].

Результатом решения МФД-модели является оценка техногенной преобразованности экосистемы и сопровождающих рисков, при этом критерием оценки выступает соразмерность техногенной и ресурсной составляющих экосистемы (см. табл. 1).

С системной точки зрения МФД-модель описывает динамику притока и стока техногенных субстанций вещества и энергии в экосистеме, наиболее эффективный метаболизм, обеспечиваемый фрактальностью ее структуры [21, 22].

Из МФД-модели также следует, что приемлемый сценарий развития техногенеза, обеспечивающий сохранение качества экосистемы, достигается в том случае, когда экосистема может регулировать плотность своего биоресурса при изменении параметров внешней среды [23].

В состоянии неустойчивости равновесие экосистемы со средой достигается лишь в одной точке фазового пространства, в которой она сохраняет целостные свойства [12, 15].

В этом плане фрактальность экосистемы формально разделяет нормативную и предельно допустимую экологическую нагрузки и связанные с ней геоэкологические риски, управление которыми обеспечивает стабильность развития. При этом самоорганизация является тем системообразующим механизмом, который обеспечивает устойчивое функционирование экосистемы при сохранении функции утилизации поступающих извне загрязнений [11].



Результаты и их обсуждение

В соответствии с вышеизложенным представим апробацию оценки техногенной преобразованности и геоэкологических рисков Нижнетагильского городского пруда в виде следующих пошаговых процедур.

1. Анализ гидрохимических проб – производится в соответствии с утвержденными методиками не менее чем по 10–14 компонентам и показателям. Для этого используются стационарные створы, отбор проб в которых позволяет судить о пространственном распределении загрязнения по всему водному объекту (рис. 3).

2. Расчет фрактальных показателей экосистемы для оценки самоподобия техноприродных процессов – производится для каждого створа в отдельности. Он осуществляется по временным

рядам выбранных гидрохимических параметров. В результате расчетов формируется первичная статистика, которая используется в дальнейшем для оценки.

Для оценки фрактальной меры техногенной преобразованности и рисков развития опасных техноприродных процессов из матрицы факторных нагрузок выбираются параметры порядка – переменные с максимальными коэффициентами положительных и отрицательных корреляций действующих факторов, определяющих структурирование экосистемы (см. рис. 3).

Согласно модели (3) фрактальную меру техногенной преобразованности экосистемы рассчитываем как количественное выражение компенсаторной реакции экосистемы на воздействие загрязняющих веществ:

$$Dp = (1,52+1,2)/2 = 1,36. \quad (4)$$

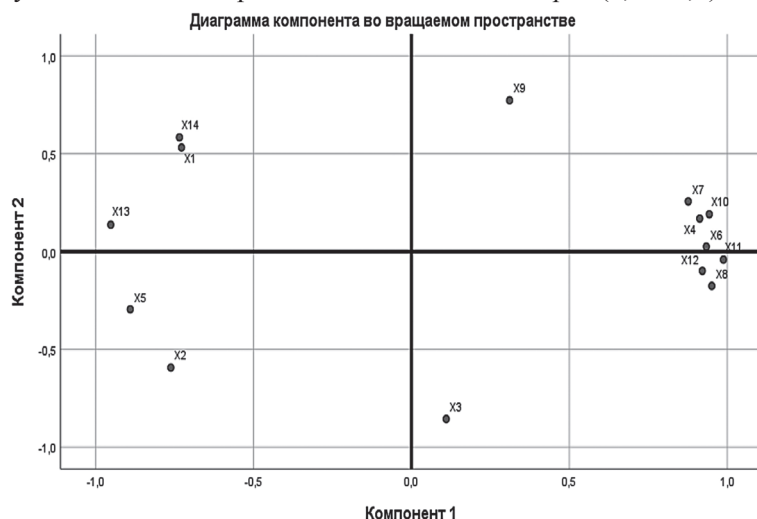


Рис. 3. Структура экосистемы Нижнетагильского пруда в створе 1 в пространстве главных компонент

Таблица 2

Динамика фрактальных показателей Нижнетагильского городского пруда, створ 1

Анализируемые показатели	Динамика					
	1,21	1,23	1,19	1,25	1,27	1,23
Взвешенные вещества (X_1)	1,21	1,23	1,19	1,25	1,27	1,23
Водородный показатель (X_2)	1,32	1,35	1,38	1,36	1,38	1,41
Фосфаты (X_3)	1,58	1,62	1,64	1,58	1,61	1,6
Железо общее (X_4)	1,72	1,75	1,68	1,66	1,58	1,61
Марганец (X_5)	1,15	1,21	1,27	1,28	1,33	1,28
Медь (X_6)	1,56	1,51	1,48	1,42	1,39	1,45
Цинк (X_7)	1,69	1,65	1,61	1,58	1,6	1,55
Аммоний (X_8)	1,68	1,64	1,69	1,55	1,48	1,49
Нитраты (X_9)	1,62	1,63	1,58	1,66	1,59	1,55
Нитриты (X_{10})	1,59	1,55	1,49	1,45	1,44	1,45
ХПК (X_{11})	1,58	1,57	1,55	1,48	1,47	1,46
Нефтепродукты (X_{12})	1,68	1,72	1,69	1,62	1,58	1,58
БПК ₅ (X_{13})	1,26	1,31	1,28	1,35	1,39	1,36
Растворенный кислород (X_{14})	1,29	1,31	1,26	1,37	1,33	1,35



Заключение

Согласно полученному решению (4), для створа 1 Нижнетагильского городского пруда состояние экосистемы достаточно сильно смещено к неустойчивому равновесию, что говорит о выраженных процессах угнетения экосистемы.

Основными компонентами загрязнений, формирующих угнетение экосистемы, являются: нефтепродукты, соли аммония, цинк, медь, железо, марганец, взвешенные вещества, которые в целом повышают экологический риск нарушения устойчивости: резистентность экосистемы к загрязнениям составила 46,6% и снизилась почти вдвое относительно экологического оптимума (100%).

Важным является тот факт, что качественных изменений экосистемы еще не произошло, а последствия негативных техногенных преобразований обратимы. Для нормализации состояний в створе 1 необходимо исключить влияние факторов риска – загрязнителей, с которыми экосистема не может справиться за счет своего биоресурса. Источником поступления загрязняющих веществ в районе расположения анализируемого створа является вымывание марганца из пород, слагающих дно водоема, а источником поступления меди, железа, цинка являются затопленные в верховьях Леневого водохранилища, расположенного выше по течению реки Тагил, шахты Левихинского рудника.

Если указанные источники загрязнения невозможно полностью изолировать, то вариантом восстановления экосистемы крупного водоема может являться альгоремедиация. Альгоремедиация водоёмов с помощью представителя хлорококковой альгофлоры – зеленой микроводоросли *Chlorella vulgaris* – предотвращает «цветение» водоемов сине-зелёными водорослями, снижает содержание загрязняющих веществ [9, 23, 25–27] и в результате приводит к улучшению геоэкологического состояния водных объектов. При апробации описанных в настоящей статье математических приемов показано, что основным принципом альгоремедиации является искусственная интенсификация биотических механизмов компенсации техногенного воздействия на водные экосистемы разного уровня организации [9]. В процессе анализа изменения химического состава поверхностных вод, произошедшего в результате проведения альгоремедиации, можно определить ведущие факторы управления геоэкологическими рисками, которые лежат в основе разработки комплексного подхода к оценке эффективности обеспечения экологической безопасности водопользования.

Библиографический список

1. Изотов А. Д., Маврикиди Ф. И. Фракталы : делимость вещества как степень свободы в материаловедении. Самара : Издательство Самарского государственного аэрокосмического университета, 2011. 128 с.

2. Гапоненко А. В. Общая экология : учеб. пособие. Москва : Издательство Российского государственного строительного университета, 2006. 188 с.
3. Гелашвили Д. Б., Иудин Д. И., Розенберг Г. С., Якимов В. Н., Солнцев Л. А. Фрактальные аспекты структурной устойчивости биотических сообществ // Биосфера. 2013. Т. 5, № 2. С. 143–159.
4. Насонов А. Н., Кульнев В. В., Цветков И. В. Фрактальные модели нормирования техногенной нагрузки по показателям устойчивости экосистем // Управление развитием крупномасштабных систем MLS D'2019 : материалы Двенадцатой междунар. конф. / под общ. ред. С. Н. Васильева, А. Д. Цвиркуна. Москва : Институт проблем управления РАН им. В. А. Трапезникова, 2019. С. 1058–1059.
5. Фракталы в науках о Земле : учеб. пособие / А. Н. Насонов, И. В. Цветков, И. М. Жогин [и др.]. Воронеж : Ковчег, 2018. 82 с.
6. Фрактальный анализ биологической реабилитации водных объектов методом коррекции альгоценоза / А. Н. Насонов, И. В. Цветков, В. В. Кульнев [и др.] // Проблемы управления водными и земельными ресурсами : материалы междунар. науч. форума. Москва : РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2015. С. 165–180.
7. Молчатский С. Л., Казанцев И. В., Матвеева Т. Б. Применение метода фрактального анализа для биоиндикационной оценки окружающей среды // Самарский научный вестник. 2016. № 4 (17). С. 28–31.
8. Кульнев В. В., Насонов А. Н., Жогин И. М., Цветков И. В., Грабарник В. Е., Карелин Н. В. Об опыте проведения управляемой альгоремедиации рекреационного водоема // Экология и промышленность России. 2020. Т. 24, № 3. С. 58–64.
9. Анциферова Г. А., Кульнев В. В. Биотехнологии в управлении качеством искусственных водных объектов на примере Матвирского водохранилища // Комплексные проблемы техносферной безопасности : материалы Междунар. науч.-практ. конф. Воронеж, 2016. С. 152–157.
10. Букварева Е. Н. Принцип оптимального биоразнообразия биосистем надорганизменного уровня : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Москва, 2013. 52 с.
11. Подлазов А. В. Будущее прикладной математики // Лекции для молодых исследователей. Москва : Эдиториал УРСС, 2005. С. 404–426.
12. Трубецков Д. И. Феномен математической модели Лотки–Вольтерры и сходных с ней // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 2011. Т. 19, № 2. С. 69–86.
13. Peter Turchin. Evolution in population dynamics // Nature. 2003. № 424. P. 257–258.
14. Арнольд В. И. «Жесткие» и «мягкие» математические модели. Москва : Издательство МЦНМО, 2004. 32 с.
15. Опекунов А. Ю., Ганул А. Г. Теория и практика экологического нормирования в России : учеб. пособие. Санкт-Петербург : Издательство Санкт-Петербургского государственного университета, 2014. 332 с.
16. Светлосанов В. А. Устойчивость природных систем к природным и антропогенным воздействиям : учеб. пособие. Москва, 2009. 100 с.
17. Дягилева А. Б. Современные проблемы окружающей среды. Санкт-Петербург : Издательство Санкт-Петербургского государственного университета, 2014. 100 с.



- бургского государственного технологического университета растительных полимеров, 2012. 109 с.
18. Факторный анализ в геологии : учеб. пособие / А. И. Бахтин, Н. М. Низамутдинов, Е. М. Хасанова, Н. М. Нуриева. Казань : Издательство Казанского государственного университета, 2007. 32 с.
19. Должикова Е. М. Анализ распределения загрязняющих веществ в урболандшафтах методом главных компонент : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Ростов-на-Дону, 2000. 23 с.
20. Никулина Н. Л. Влияние экологических факторов на качество жизни населения // *Фундаментальные исследования*. Пенза : Издательский Дом «Академия Естествознания», 2014. № 5-4. С 830–833.
21. Якимов В. Н., Солнцев Л. А., Розенберг Г. С., Иудин Д. И., Гелаивили Д. Б. Масштабная инвариантность биосистем : от эмбриона до сообщества // *Онтогенез*. 2014. Т. 45, № 3. С. 207–216.
22. Кульнев В. В., Анциферова Г. А., Насонов А. Н., Цветков И. В., Суздаева А. Л., Графкина М. В. Моделирование и анализ процессов альголизации технологического водоема Новолипецкого металлургического комбината на основе мультифрактальной динамики // *Экология и промышленность России*. 2019. Т. 23, № 10. С. 66–71.
23. Анциферова Г. А., Кульнев В. В. Об опыте альголизации Фермских прудов (Москва) // *Брянские географические чтения : сб. материалов / ред. кол. : Г. В. Лобанов [и др.]*. Брянск : РИСО БГУ, 2019. С. 5–11.
24. Кульнев В. В., Базарский О. В. Механизмы изменения концентрации тяжелых металлов при проведении биологической реабилитации Матырского водохранилища методом коррекции альгоценоза // *Чистая вода России : сб. материалов XII Междунар. науч.-практ. симпозиума и выставки*. Екатеринбург : ФГУП «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», 2013. С. 181–184.
25. Кульнев В. В., Почечун В. А. Опыт альголизации питьевых водоемов Нижнетагильского промышленного узла // *Биосфера*. 2016. Т. 8, № 3. С. 287–290.
26. Кульнев В. В., Почечун В. А. Применение альголизации питьевых водоемов Нижнетагильского промышленного узла // *Медицина труда и промышленная экология*. 2016. № 1. С. 20–21.
27. Кульнев В. В., Ступин В. И., Борзенков А. А. Биологическая реабилитация сточных вод сахарных заводов методом коррекции альгоценоза // *Экология и промышленность России*. 2017. Т. 21, № 3. С. 16–20.

Поступила в редакцию 26.10.2020, после рецензирования 06.11.2020, принята к публикации 20.11.2020
Received 26.10.2020, revised 06.11.2020, accepted 20.11.2020



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 12–21
Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Earth Sciences, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 12–21

Научная статья
УДК 581.526.53(470.44)
<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-12-21>

Фациальная структура меловых урочищ памятника природы «Меловые склоны с растениями-кальцефилами у г. Вольска»



В. З. Макаров, Ю. В. Волков, Е. А. Архипова, А. М. Неврюев, Е. С. Мельникова[✉]

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

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

Волков Юрий Владимирович, старший преподаватель, volkovuv@info.sgu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1855-4955>

Архипова Екатерина Александровна, кандидат биологических наук, доцент, arhipovaea@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1946-4628>

Неврюев Александр Михайлович, заведующий лабораторией урбоэкологии и регионального анализа, nevruev5@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7985-8629>

Мельникова Евгения Сергеевна, магистрант, z.melnikova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0672-7385>

Аннотация. Приводятся результаты ландшафтно-экологических исследований участка памятника природы «Меловые склоны с растениями-кальцефилами у г. Вольска» Саратовской области. Впервые выделены фациальные ряды меловых останцов Вольского Предволжья, представлена их характеристика, указаны природоохранные риски для кальцефитного разнообразия.

Ключевые слова: кальцефильная флора, ландшафтная структура, меловые ландшафты, Вольское Предволжье

Для цитирования: Макаров В. З., Волков Ю. В., Архипова Е. А., Неврюев А. М., Мельникова Е. С. Фациальная структура меловых урочищ памятника природы «Меловые склоны с растениями-кальцефилами у г. Вольска» // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 12–21. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-12-21>

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

Article

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-12-21>

Facies structure of the chalk natural landmark of the nature monument “Chalk slopes with calcephil plants near town Volsk”

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

Yuri V. Volkov, volkovuv@info.sgu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1855-4955>

Ekaterina A. Arhipova, arhipovaea@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1946-4628>

Alexander M. Nevryuev, nevruev5@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7985-8629>

Evgeniia S. Melnikova[✉], z.melnikova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0672-7385>

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

Abstract. The article presents the results of landscape-ecological studies of the site of the natural monument “Chalk slopes with calcephil plants near town Volsk” in the Saratov region. For the first time, the facies rows of the chalk buttes of the Volsky Pre-Volga region are identified, their characteristics are presented, and the conservational risks to calciphytic diversity are indicated.

Keywords: calcephilous flora, landscape structure, chalk landscapes, Volskoe Predvolzhie

For citation: Makarov V. Z., Volkov Yu. V., Arhipova E. A., Nevryuev A. M., Melnikova E. S. Facies structure of the chalk natural landmark of the nature monument “Chalk slopes with calcephil plants near town Volsk”. *Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Earth Sciences*, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 12–21 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-12-21>

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



Постановка проблемы

Склоны Приволжской возвышенности, выходящие к Волге, зачастую сложены карбонатными породами верхнего мела. Мело-мергельные отложения у г. Вольска с конца XIX в. являются сырьём для цементных заводов. Вместе с тем меловые ландшафтные комплексы – это и ценные биотопы кальцефильных растений, занесённых в Красные книги Саратовской области и Российской Федерации. В связи с этим на окраине Вольска по соседству с меловым карьером цементного завода «Коммунар» в 1982 г. на площади в несколько гектар был образован памятник природы с кальцефильной растительностью.

Ландшафтные урочища с растительностью на мело-мергельных породах у села Тёпловка в Вольском районе, в Хвалынском национальном парке близ горы Беленькая, на территории Нижне-Банновского ландшафтного памятника природы в Красноармейском районе, у села Меловое в Озинском районе также взяты под охрану правительством Саратовской области [1].

Рассматриваемый в статье памятник природы на меловых склонах у г. Вольска имеет некоторые особенности. Микрорезерват расположен в непосредственной близости к городской окраине и соседствует с крупным меловым карьером. Он состоит из двух кластерных участков (рис. 1). На

сильно эродированных склонах, обращённых к Волге, наблюдается заметное разнообразие видов кальцефильной флоры, и это несмотря на соседство с урбанизированной территорией и горным карьером.

Цель предлагаемой статьи – дать комплексную характеристику восточной части территории ООПТ с биотопами кальцефильных растений на *геотопологическом (биогеоценоотическом или фациальном)* уровне [2], показать ландшафтно-ботаническое своеобразие и значимость биотопа ценных растений на окраине Вольска.

В содержание задач, решавшихся авторами, входили:

- компонентная характеристика природных особенностей памятника природы как комплекса сложных балочно-долинных меловых урочищ, разделённых относительно узкими гребневидными водоразделами, входящего в состав склоновой местности, обращённой к Волгоградскому водохранилищу;

- анализ и оценка фитоценоотического своеобразия фациальных рядов в урочищах балок, межбалочных водоразделов, выпуклых склонов (так называемые «лбища»);

- определение и оценка факторов прямого и косвенного воздействия хозяйственной деятельности на биогеоценоотический покров памятника природы в разного типа урочищах.

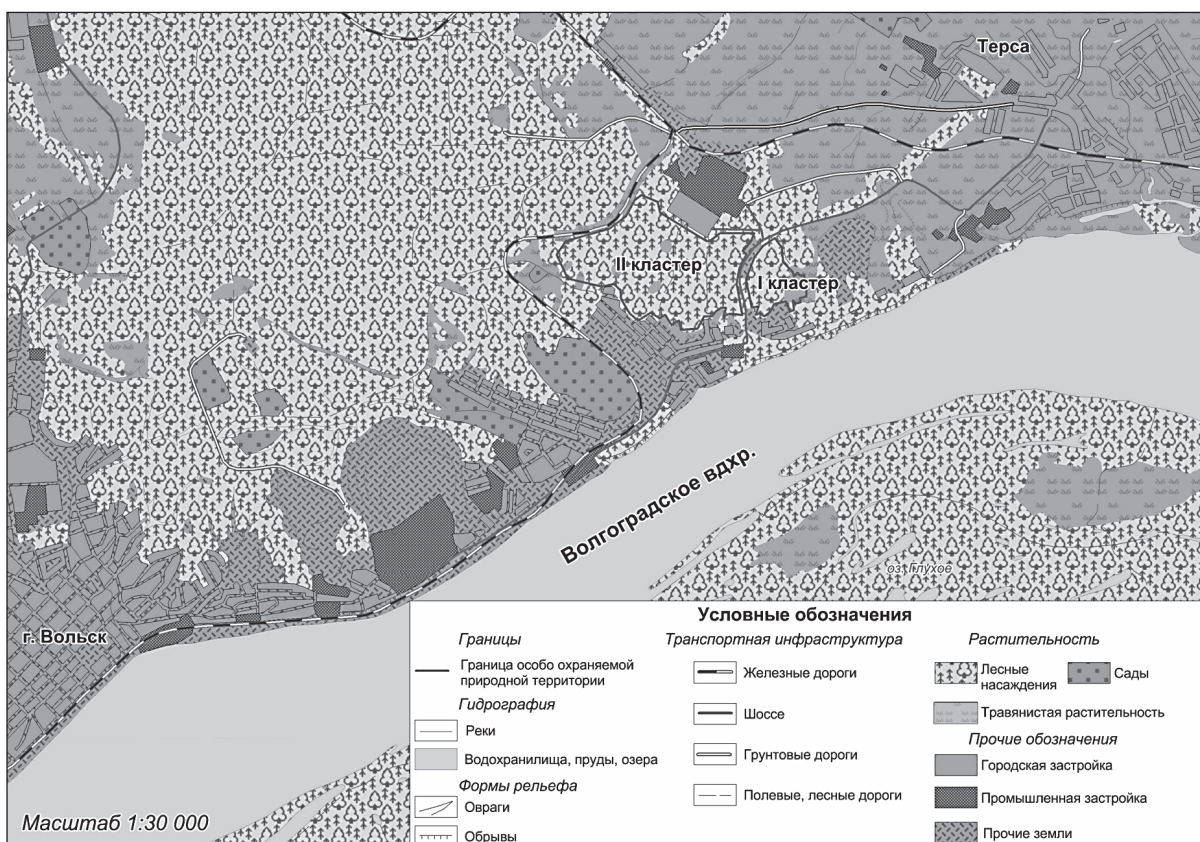


Рис. 1. Памятник природы с кальцефильной флорой на окраине г. Вольска



Методика исследований и привлечённые материалы

Для решения поставленных задач использовались методы полевых съёмок – ландшафтной и геоботанической. На территории памятника природы на ключевых участках, в которых видовое разнообразие редких и охраняемых растений было самым высоким, в 2005 и 2018–2020 гг. проведены геоботанические описания [3, 4]. Были использованы данные дистанционного зондирования, включая материалы, полученные с БПЛА. Камеральная обработка полевых данных выполнялась с использованием методов геоинформационного картографирования.

Общая физико-географическая характеристика территории ООПТ

Географическое положение и геолого-геоморфологические особенности

Общие черты природы охраняемой территории определяются ее положением на границе южной лесостепи и северной степи в Саратовском Предволжье, геолого-геоморфологическим своеобразием волжского уступа Нижнего плато Приволжской возвышенности, микроклиматическими особенностями и спецификой мелового субстрата.

Памятник природы занимает участок общей площадью в 60,8 га с охранной зоной на нижней поверхности выравнивания Приволжской возвышенности. Верхняя западная часть территории занята дубовыми ценозами. Нижняя восточная часть ООПТ на склонах, обращённых к Волге, сильно эродирована и покрыта травянистой растительностью (рис. 2, 3). Абсолютные высоты на территории памятника природы колеблются от 161,5 до 60 м. Поверхность плато в западной приводораздельной части слабо наклонена к до-

лине Волги (уклон 2–5°). По мере приближения к волжскому берегу общая крутизна макросклона увеличивается и на уступе достигает 15–20° и более [5].

Характерной чертой рельефа является чередование узких V-образных глубоко врезаемых, вытянутых в южном и юго-западном направлениях балок, берущих начало от водораздельной поверхности до волжской террасы, и узких гребневидных водоразделов (см. рис. 2, 3). Водораздельные поверхности и склоны у Вольска сложены толщиной меловых пород турон-коньякского и маастрихского ярусов верхнего мела [6, 7].

Микроклиматическое своеобразие

Местный климат, или микроклимат территории ООПТ, обусловлен климатическими особенностями южной лесостепи Приволжской ландшафтной провинции [8]. Кратко рассмотрим основные микроклиматические показатели волжского макросклона на границе саратовской лесостепи и степи, используя данные микроклиматологов Саратовского университета [9].

Радиационный баланс. Волжский уступ Нижнего плато Приволжской возвышенности у г. Вольска, где находится охраняемая территория, имеет в переходные сезоны года примерно такие же показатели величины радиационного баланса, как и водораздельная поверхность Нижнего плато. Однако в летние месяцы радиационный баланс южных, западных и восточных склонов выше на 6–9 % (рис. 4).

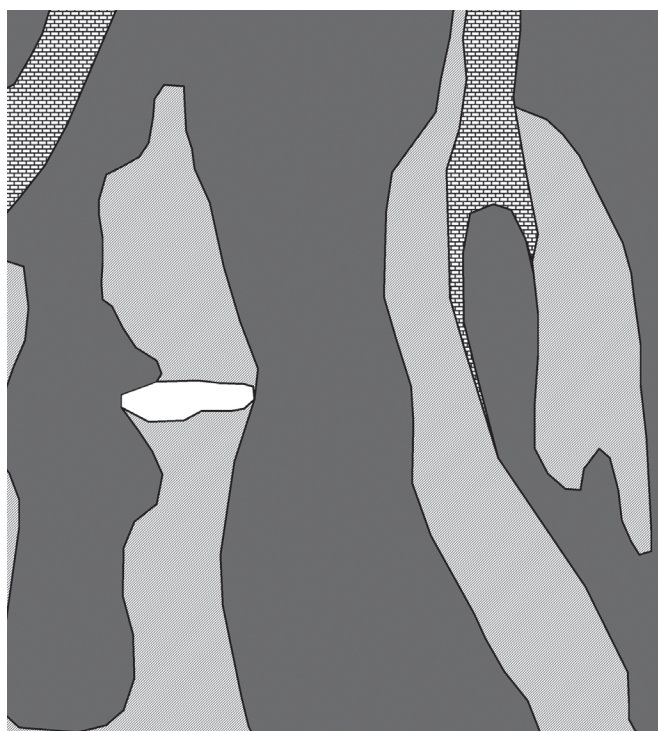
Северные склоны в вегетационный период имеют радиационный баланс ниже, чем ровная поверхность плато. Особенно велика разница в величине радиационного баланса на северных крутых склонах и на горизонтальной поверхности весной и осенью. Северные склоны недополучают в радиационном балансе от 14 до 27% солнечной



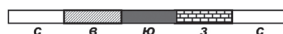
Рис. 2. Общий вид памятника природы (фото Ю. В. Волкова, 2019 г.)



Рис. 3. Исследованный участок восточного макросклона Нижней поверхности выравнивания Приволжской возвышенности, расчленённый балками и оврагами с кальцефильной растительностью. На заднем плане меловой карьер цементного завода (фото Ю. В. Волкова, 2020 г.)



Условные обозначения



Масштаб 1: 2 000

Рис. 4. Экспозиционный ряд эродированных склонов с кальцефильной флорой



радиации. Южные склоны весной имеют радиационный баланс в 1,3, а осенью более чем в 1,5 раза больший, чем горизонтальная поверхность плато. Летом эти различия уменьшаются, однако остаются более высокими на 4–9% [9].

Температура воздуха. Согласно микроклиматическим наблюдениям, выполненным сотрудниками кафедры метеорологии и климатологии СГУ, Нижняя поверхность Приволжской возвышенности и волжский уступ имеют наиболее высокие температуры в тёплый период года по сравнению со Средней и Верхней поверхностями выравнивания. Здесь в летний сезон в ночные часы даже формируется своеобразный «тепловой пояс». В пределах береговой зоны ночью из-за бризовой циркуляции наблюдается относительно тёплый и влажный температурный режим, сглаживающий различия по рельефу [9].

Ветровой режим. Близость территории ООПТ к долине Волги в тёплый период года, особенно летом, выражается в формировании суточной прибрежной бризовой циркуляции. Волжский макросклон, расчленённый глубокими балками и оврагами, порождает так называемую горнодолинную циркуляцию, усиливающую повторяемость бризов [9].

Атмосферные осадки и снежный покров. Микроклимат Нижней поверхности и волжского уступа проявляется в меньшем количестве осадков по сравнению с Верхней и Средней поверхностями Приволжской возвышенности, так как находится в «дождевой тени». Запасы снега здесь также меньше. На гребневидных узких водоразделах снег сдувается в балки и овраги, где происходит его накопление. Поэтому меловые лбища макросклона, крутые склоны балок, межбалочные водоразделы испытывают нехватку влаги, в то время как днища балок накапливают глубокие сугробы [9].

Общие выводы по микроклимату рассматриваемой охраняемой территории

Результаты микроклиматических наблюдений близкой к Волге территории на Нижнем плато Приволжской возвышенности и на волжском уступе [9–11] позволяют сделать ряд выводов:

1) территория памятника природы, сильно расчленённая оврагами, балками, с водоразделами, промоинами, гребневидными водоразделами, покатыми лбищами, с овражно-балочными склонами восточной и западной экспозиций и общим макросклоном южной экспозиции имеет крайне разнообразный микроклимат, зависящий от рельефа, расположенного рядом водохранилища, типа растительности;

2) овражно-балочные склоны северных экспозиций в тёплый период года существенно холоднее южных;

3) межбалочные водоразделы и лбища имеют общий южно ориентированный наклон к Волге. Поэтому они теплее северных склонов и горизонтальных поверхностей плато;

4) примерно пятисотметровая зона, в которую попадают эродированные меловые останцы, прилегающая к побережью Волги в весенне-осенний и летний периоды, находится под воздействием бризовой циркуляции, усиленной активным овражно-балочным рельефом;

5) исследованный участок памятника природы в сезон вегетации благодаря ощутимой бризовой циркуляции имеет в летний сезон сравнительно влажный и умеренно жаркий микроклимат.

Меловой субстрат и почвенный покров

Меловые породы, которыми сложены восточный макросклон и уступ к Волге, – продукт совместного накопления на дне мезозойских мелководных тёплых морей илоподобного химического карбонатного осадка и остатков известковых скелетов микроорганизмов. Меломергельные отложения Нижнего плато представлены снизу вверх туронским, коньякским, маастрихским ярусами верхнего мела. Задернованные карбонатные чернозёмные почвы, формирующиеся на меловых породах, имеют более высокие температуры, а меловые обнажения – более низкие, чем почвы горизонтальной поверхности Нижнего плато под степными участками на кремнезёмном субстрате [12].

Меловые породы отличаются специфическими свойствами. Коренной, не затронутый денудацией мел плотен, твёрд, каменист, влагоёмок. Для меловых отложений характерны высокий показатель рН, низкая теплопроводность, высокое альbedo. Меловые поверхности трещиноваты, разбиты на отдельности. Элювий и делювий меловых отложений состоят из осыпавшихся глыб, щебня разного размера, гравия (рухляка), меловой глины. Почвы, образующиеся на меловом субстрате, в зависимости от местоположения и возраста имеют разные петрогенные вариации: от неполноразвитых скелетных, щебенчатых, рухляковых на элювии и делювии меловых пород на склонах и меловых лбищах до мощных карбонатных дерновых чернозёмов с повышенным плодородием в нижних частях склонов, на надпойменных террасах, в тальвегах балочных и речных долин, формирующихся в условиях намывного режима, достаточного увлажнения и развитого растительного покрова.

Растительность

На территории памятника природы днища некоторых балок и прилегающие части склонов, а также поверхность Нижнего плато с верхними сегментами балочных водосборов занята лесной растительностью (см. рис. 2). Породный состав древостоя и видовой состав травянистой растительности сильно меняются в зависимости от положения в рельефе и в целом характеризуются достаточно сильной антропогенной трансформацией, прежде всего вызванной посадкой сосны и вырубкой коренных древесных пород. На главном водоразделе и привершинных частях балок пре-



обладают остепненные дубравы, имеются искусственные насаждения сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), в устьевых частях балок лесные сообщества представлены насаждениями ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.). Открытые геосистемы представлены разнотравно-злаковыми сообществами, зачастую трансформированными посадочными шурфами, деятельностью горного карьера, рекреационной нагрузкой и эродированными гребневидными останцами, занятыми кальцефильной флорой.

Наиболее ценными участками памятника природы являются территории с сообществами

петрофитных степей, расположенные на склонах и узких гребневидных водоразделах с высокой насыщенностью видами кальцефильной флоры, большинство из которых являются редкими и занесены в Красные книги Саратовской области и России.

Комплекс глубоких крутосклонных балок, разделённых узкими водоразделами, исторически является биотопами кальцефитных группировок (рис. 5). Характерно, что кальцефильные растения занимают слабозадернованные участки на водораздельных поверхностях, верхних и средних частях склонов.



Рис. 5. Гребни межбалочных водоразделов и крутые приводораздельные склоны с характерными экотопами кальцефитов (фото Ю. В. Волкова, 2020 г.)

На территории памятника природы отмечены виды, занесенные в федеральную Красную книгу [13]: ковыль перистый (*Stipa pennata* L.), копеечник крупноцветковый (*Hedysarum grandiflorum* Pall.), копеечник Разумовского (*Hedysarum razoumovianum* Fisch. et Helm), левкой душистый (*Matthiola fragrans* Bunge), полынь солянковидная (*Artemisia salsaloides* Willd.), пупавка Корнух-Троцкого (*Anthemis trotzkiana* Claus), пион тонколистный (*Paeonia tenuifolia* L.), касатик карликовый (*Iris pumila* L.), астрагал Цингера (*Astragalus zingeri* Korsh), рябчик русский (*Fritillaria ruthenica* Wikstr.), тимьян клоповый (*Thymus cimicinus* Blum ex Ledeb.). В Красную книгу Саратовской области [14] – василек угольный (*Centaurea carbonata* Klok.), василек русский

(*C. ruthenica* Lam.), хвойник двухколосковый (*Ephedra dystachya* L.), адонис волжский (*Adonis vernalis* L.), адонис весенний (*A. vernalis* L.), ветреница лесная (*Anemone sylvestris* L.), прострел раскрытый (*Pulsatilla patens* (L.) Mill.), колокольчик персиколистный (*Campanula persicifolia* L.), риндера четырехщитковая (*Rindera tetraspis* Pall.), фиалка сомнительная (*Viola ambigua* Waldst. et Kit.), бурачок извилистый (*Alyssum tortuosum* Waldst. et Kit. ex Willd.).

Уникальность рассматриваемой ландшафтной местности подчёркивается не только обилием «краснокнижных» видов, но и её соседством с урбанизированной и промышленно освоенной пригородной территорией г. Вольска (см. рис. 1).



Полевая ландшафтная и геоботаническая съёмки, выполненные в 2018–2020 гг., позволили определить приуроченность местообитаний кальцефитов к определённым видам и типам фаций.

В задачи исследования входило выяснение фациальной структуры урочищ глубоких балок, разделённых узкими гребневидными водоразделами. Для изучения структуры растительных сообществ были заложены геоботанические площадки и проведены маршрутные наблюдения. С помощью БПЛА был построен ортофотоплан, при дешифрировании которого в последующем выделены контуры растительных сообществ. Всего на исследованном участке памятника природы выделены 180 контуров, отличающихся плотностью растительного покрова и общим проективным покрытием травостоя, что отражает степень сформированности растительных сообществ (рис 6).

Цифровая модель рельефа территории позволила определить углы наклона и экспозицию склонов в фациальных рядах и оценить закономерности мозаики растительных сообществ в каскаде ключевых фаций. В общем виде фациальный ряд балочного урочища представлен водораздельной, верхнесклоновой, среднесклоновой, нижнесклоновой, ложбинно-балочной группами фаций (рис. 7). Самой многочисленной фациальной группой является склоновая. В неё входят фации от слабопокатых приводораздельных (1–3°) до сильнопокатых (более 10°).

Водораздельные фации представляют собой слабонаклонные к Волге гребневидные поверхности, имеют ступенчатый рельеф с падением на юг, юго-запад и сложены преимущественно слаборазвитыми плотными скелетными почвами на меловом щебне и рухляке, с выходами «голового» мела. Узкие водораздельные участки и лбища заняты сильноразреженной кальцефильной растительностью. Приведем характерный вариант растительной группировки водораздельной фации узкого гребня: сообщества с доминированием тимьяна клопового, содоминантом является скабиоза исетская (*Scabiosa isetensis* L.), в состав фитоценозов входят также копеечник крупноцветковый, марьянник полевой (*Melampyrum arvense* L.), молочай хрящеватый (*Euphorbia glareosa* Pall. ex M. Bieb.), осока приземистая (*Carex supina* Willd. ex Wahlenb.), василек русский, василек угольный, оносма простейшая (*Onosma simplicissima* L.). Общее проективное покрытие травостоя может достигать максимум 40%.

Покатые и сильнопокатые приводораздельные фации (10–20°), так же как и на водораздельных участках, имеют слаборазвитые скелетные почвы, сформированные на меловом делювии с проплешинами из «голового» мела, и заняты сильноразреженной кальцефильной растительностью. Направление узких гребневидных водоразделов южное и юго-западное, в результате экспозиционный ряд в приводораздельных фациях преимущественно восточный и западный, юго-за-

падный. Поэтому задержание мелового субстрата приводораздельных фаций если и происходит, то скорее по причине неоднородной морфологии склонов. В профиле некоторые склоны имеют незначительные ложбины и оплывины, которые изменяют нижнюю границу приводораздельных фаций. Ступенчатый характер водораздела при этом еще более усложняет конфигурацию и распространение приводораздельных фаций.

Среднесклоновые фации восточной, западной и юго-западной экспозиций имеют крутизну поверхности более 20°. На покатых склонах сформировались слаборазвитые карбонатные скелетные почвы. В силу лучшего увлажнения дерновый процесс более активен. Это переходные фациальные группы, в которых произрастают сообщества, образованные кальцефитами. По сравнению с фациями верхнего ряда, проективное покрытие этих видов значительно увеличивается. В структуре травянистых сообществ всё чаще встречаются дерновинные злаки. Примером могут служить сообщества копеечника крупноцветкового, который образует достаточно плотный покров. Здесь же обнаружены сообщества с доминированием полыни солянковидной. На юго-западных экспозициях среднесклоновых фаций общее проективное покрытие травостоя достигает 55%. Их занимают сообщества, относящиеся к ассоциации *Galatella villosa* – *Stipa capillata*, проективное покрытие доминантов составляет 10% и 30% соответственно.

Активный дерновый процесс и формирование дерновых почв наблюдаются на более горизонтальной поверхности солифлюкционных оплывин, на небольших оползневых террасах. В указанных биотопах образуется травостой со значительным общим проективным покрытием, образованный в основном типчаком и ковылями (перистый, волосовидный (*Stipa capillata* L.)). Хотя почвенный покров маломощен, меловой делювий гумифицируется. Белесый цвет поверхности склона перекрыт пылевыми темно-серыми частицами.

Нижнесклоновые фации на намывных делювиально-пролювиальных отложениях имеют карбонатные среднесильные дерновые чернозёмы с преимущественно плотным покровом из разнотравно-злаковых сообществ. Кальцефитные сообщества в этих фациях активно вытесняются ксерофитными и мезофитно-ксерофитными. Примером могут служить ковыльно-типчаковые и пырейные фитоценозы, распространённые в нижнесклоновых фациях.

Ложбинно-балочные фации на пролювиально-аллювиальных меловых отложениях заняты мезофитным разнотравьем, в основном представленным кустарниковыми ассоциациями, сменяемым в устьевых частях кустарниковой и древесно-кустарниковой растительностью. Здесь встречаются участки со свежим эрозионным врезом, а также со старой дорожной сетью с рудеральными видами.

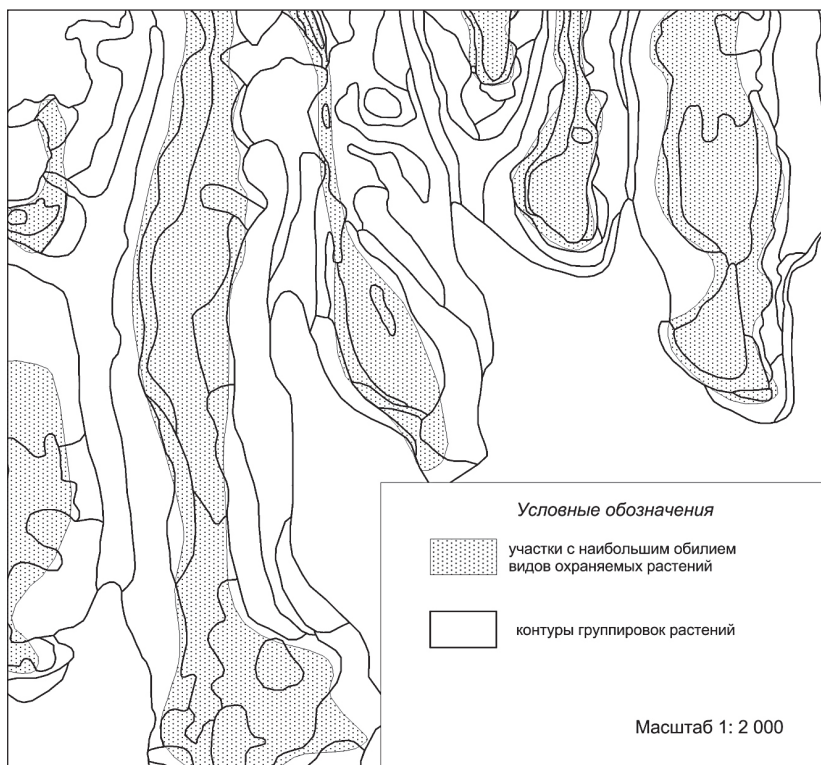


Рис. 6. Структура группировок травянистых растений по данным дистанционного зондирования

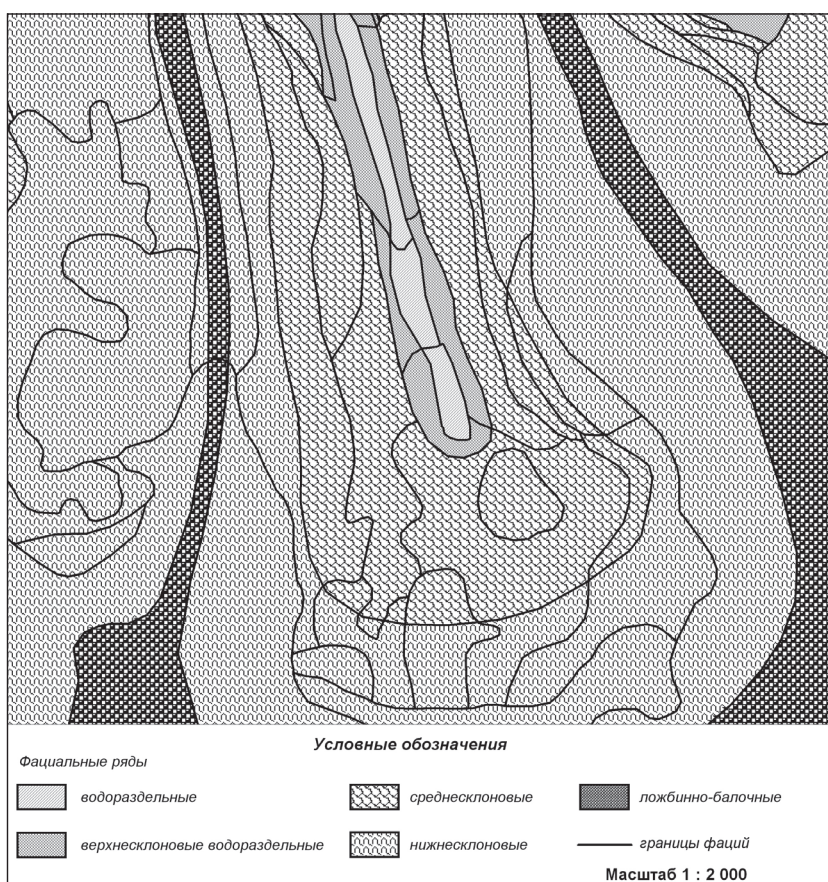


Рис. 7. Фациальная структура южной части памятника природы (фрагмент)



Заключение

Как уже отмечалось, природный комплекс охраняемой территории представляет собой характерный тип урочищ южной лесостепи Вольского Предволжья на восточном макросклоне главного уступа Приволжской возвышенности на карбонатных породах верхнемелового возраста. Однако особо подчеркнём, что на участке от посёлка Рыбное до посёлка Терса (примерно 25 км) ландшафтных урочищ, равных по количеству видов кальцефильных растений, не обнаружено. Более того, в меловых урочищах Саратовского Предволжья в Красноармейском, Вольском и Хвалынском районах также нет такого обилия «краснокнижных» видов [14, 15]. Данный факт в будущем заслуживает более тщательного изучения. Растительность на меловом субстрате в Саратовском Предволжье также требует дальнейшей работы для выявления закономерностей распределения сообществ.

При анализе факторов риска для существования рассматриваемого памятника природы с кальцефилами отметим следующие:

– непосредственную близость жилых районов г. Вольска, проявляющуюся в нерегулируемой рекреационной деятельности: замусоривании и вытаптывании территории, самовольном проезде частного автотранспорта. Транспортные колеи от спортивных мотоциклов наблюдаются даже на узких гребневидных водоразделах;

– работу цементного завода: загрязнение атмосферного воздуха и почвенно-растительного покрова цементно-меловой пылью, образование несанкционированных свалок промышленного мусора, проезд крупнотоннажного грузового автотранспорта;

– постоянное расширение площади мелового карьера;

– наличие довольно оживлённого шоссе «Вольск-Терса», окаймляющего территорию микрозаповедника с запада и севера;

– наличие ЛЭП мощностью 35 кВт, проходящей непосредственно через ООПТ.

На территории памятника природы, в верхней части эрозионного массива Вольский лесхоз проводил лесовосстановительные мероприятия: рыл траншеи для посадки сосны, проводил террасирование склонов. Это также повлияло на биотопы кальцефилов.

Полевая ландшафтная и геоботаническая съёмки позволили получить некоторые данные об уровне антропогенной нагрузки на южную часть памятника природы с биотопами растений кальцефилов. Определены группы фаций, где видовое разнообразие редких, охраняемых растений было самым высоким.

Отметим, что существенного влияния сложившийся уровень антропогенной нагрузки на почвенно-растительный покров пока не оказывает. Численность растений, общее проективное

покрытие травостоя за наблюдаемые годы в фациальных рядах остаются стабильным, биотопы кальцефилов сохраняются [4].

Библиографический список

1. Особо охраняемые природные территории Саратовской области: национальный парк, природные микрозаповедники, памятники природы, дендрарий, ботанический сад, особо охраняемые геологические объекты / Комитет охраны окружающей среды и природопользования Саратовской области ; науч. ред. В. З. Макаров. Саратов : Издательство Саратовского университета, 2007. 300 с.
2. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск : Издательство «Наука». Сибирское отделение, 1978. 320 с.
3. Архипова Е. А., Волков Ю. В., Мукало А. С. Фиторазнообразие памятника природы «Меловые склоны с растениями-кальцефилами у г. Вольска» // Вавиловские чтения-2019 : сб. ст. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 129-й годовщине со дня рождения академика Н. И. Вавилова. Саратов : Издательство Саратовского ГАУ, 2016. С. 243–244.
4. Архипова Е. А., Волков Ю. В., Неврюев А. М., Мельникова Е. С. К вопросу о численности охраняемых видов на памятнике природы «Меловые склоны с растениями-кальцефилами у г. Вольска» // Конфликт природопользования : роль в эволюции ноосферы : материалы междунар. науч.-практ. конф. Астрахань : Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет», 2019. С. 8–11.
5. Востряков А. В. Неогеновые и четвертичные отложения, рельеф и неотектоника юго-востока Русской платформы. Саратов : Издательство Саратовского университета, 1967. 355 с.
6. Олферьев А. Г., Беньямовский В. Б., Иванов А. В., Овечкина М. И., Сельцер В. Б., Харитонов В. М. Верхнемеловые отложения севера Саратовской области. Разрез карьера «Большевик» в окрестностях Вольска // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отд-ние Геол. 2009. Т. 84, вып. 2. С. 5–22.
7. Олферьев А. Г., Беньямовский В. Б., Иванов А. В., Овечкина М. И., Сельцер В. Б., Харитонов В. М. Верхнемеловые отложения севера Саратовской области. Биостратиграфическое расчленение разреза карьера «Большевик» в окрестностях Вольска // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отд-ние Геол. 2009. Т. 84, вып. 4. С. 29–46.
8. Саратовское Предволжье. Ландшафтная структура. История освоения. Проблемы природопользования / В. З. Макаров, А. Н. Чумаченко, В. А. Гусев [и др.] ; под ред. В. З. Макарова. Саратов : Издательство «ИП Кошкин В. А.», 2014. 180 с.
9. Микроклимат севера степной полосы Нижнего Поволжья / Г. П. Бобров, С. А. Волков, И. И. Жутеев [и др.] ; под ред. Е. В. Ишерской и Э. Ф. Скоробогатовой. Саратов : Издательство Саратовского университета, 1974. 88 с.
10. Рустамянц Л. А., Скоробогатова Э. Ф. Оценка микроклиматических условий восточного склона Приволжской возвышенности в районе Саратова // Вопросы климата и погоды Нижнего Поволжья. 1966. Вып. 2. С. 45–56.



11. Труды комплексной экспедиции Саратовского университета по изучению Волгоградского и Саратовского водохранилищ / под ред. А.С. Константинова. Саратов : Издательство Саратовского университета, 1970. Вып. 1. 131 с.
12. Голованов Я. М., Абрамова Л. М. Меловые возвышенности Оренбургской области – уникальные местообитания редких видов растений и растительных сообществ // Аридные экосистемы. 2019. Т. 25, № 2(79). С. 18–26.
13. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Министерство природных ресурсов и экологии РФ ; Федеральная служба по надзору в сфере природопользования ; РАН ; Российское ботаническое общество ; МГУ им. М. В. Ломоносова ; глава редколлегии : Ю. П. Трутнев [и др.] ; сост. Р. В. Камелин [и др.] М. : Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.
14. Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные / Комитет охраны окружающей среды и природопользования Саратовской области. Саратов : Издательство Торгово-промышленной палаты Саратовской области, 2006. 528 с.
15. Малышева Г. С., Малаховский П. Д. Растительность меловых обнажений национального парка «Хвалынский» // Поволжский экологический журнал. 2011. № 2. С. 223–230.

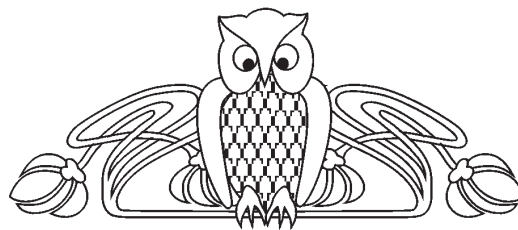
Поступила в редакцию 28.10.2020, после рецензирования 03.11.2020, принята к публикации 20.11.2020
Received 28.10.2020, revised 03.11.2020, accepted 20.11.2020



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 22–26
Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Earth Sciences, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 22–26

Научная статья
УДК 551.555
<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-22-26>

О проявлениях изменения климата в режиме ветра на территории Сюникского марза (Армения)



В. Г. Маргарян¹✉, Г. Д. Аветисян², Г. А. Хачатрян¹, П. Н. Маргарян¹

¹Ереванский государственный университет, Армения, 0025, г. Ереван, ул. Алека Манукяна, д. 1

²Управление охраны природы аппарата МЭРИИ Еревана, Армения, 0015, г. Ереван, ул. Аргисhti, д. 1

Маргарян Вардуи Гургеновна, кандидат географических наук, доцент, vmargaryan@ysu.am, <https://orcid.org/0000-0003-3498-0564>

Аветисян Горик Давидович, кандидат географических наук, главный эколог, avetisyangorik@gmail.com

Хачатрян Гор Арменович, студент, gor.khachatryan2@ysumail.am

Маргарян Паргев Нверович, студент, pargev.margaryan@ysumail.am

Аннотация. Рассматриваются проявления изменения климата в закономерности режима ветра на территории Сюникского марза Армении. В качестве исходного материала использованы месячные данные ветра за период 1966–2018 гг. шести метеорологических станций. На всех метеостанциях, кроме Капан, действующих в настоящее время на территории Сюникского марза, за 1966–2018 гг. наблюдается тенденция уменьшения скорости ветра. На примере метеостанции Горис показано число случаев колебания направлений ветра и штилей, обусловленного изменением климата. Полученные результаты могут использоваться для мониторинга климата на территории Сюникского марза, при климатическом обслуживании отраслей народного хозяйства, разработке ветроэнергетических кадастров территорий и корректировке строительных нормативов.

Ключевые слова: Армения, Сюникский марз, скорость ветра, температура воздуха, повторяемость, число случаев колебания направлений ветра и штилей, изменение климата

Для цитирования: Маргарян В. Г., Аветисян Г. Д., Хачатрян Г. А., Маргарян П. Н. О проявлениях изменения климата в режиме ветра на территории Сюникского марза (Армения) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 22–26. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-22-26>

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

Article

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-22-26>

On the manifestations of climate change in the wind regime in the territory of Syunik marz (Armenia)

Vardui G. Margaryan¹✉, vmargaryan@ysu.am, orcid.org/0000-0003-3498-0564

Gorik D. Avetisyan², avetisyangorik@gmail.com

Gor A. Khachatryan¹, gor.khachatryan2@ysumail.am

Pargev N. Margaryan¹, pargev.margaryan@ysumail.am

¹Yerevan State University, 1 Alek Manoukian St., Yerevan 0025, Armenia

²Department of Nature Protection of Yerevan Municipality, 1 Argishti St., Yerevan 0015, Armenia

Abstract. The manifestations of climate change in the regularities of the wind regime in the territory of Syunik marz of Armenia are considered. Monthly wind data for the period 1966–2018 of six weather stations were used as a source material. It was found that at all meteorological stations, except for Kapan, currently operating in the territory of Syunik marz there is a tendency towards a decrease in wind speed for 1966–2018. The number of cases of wind directions and calmness also fluctuates, due to climate changes, which are presented in the work on the example of the Goris weather station. The results obtained can be used to monitor the climate in the territory of Syunik marz in the climatic service of the national economy branches, in the development of wind energy cadastres of territories, in the adjustment of building standards.

Keywords: Armenia, Syunik marz, wind speed, air temperature, repeatability, the number of cases of wind directions and calm, climate change

For citation: Margaryan V. G., Avetisyan G. D., Khachatryan G. A., Margaryan P. N. On the manifestations of climate change in the wind regime in the territory of Syunik marz (Armenia). *Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Earth Sciences*, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 22–26 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-22-26>

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



Введение

Изучение особенностей ветрового режима данной территории является очень актуальной задачей, особенно в связи с глобальными и региональными изменениями климата.

Исследованию ветрового режима посвящены многочисленные научные работы [1–5]. В настоящее время интерес к рассматриваемой теме обусловлен преимущественно необходимостью изучения проявлений изменения климата в ветровом режиме [2, 6–8]. Вопросы о ветровом режиме очень актуальны в Республике Армения, они обсуждаются в нескольких работах [9–11 и др.]. Средние многолетние данные о ветровом режиме приведены в климатических справочниках [12–13 и др.]. В этой статье оцениваются особенности ветрового режима Сюникского марза в условиях изменения климата с использованием современных данных.

Изучаемая территория расположена в юго-восточной части Республики Армения, имеющей самую большую разницу в высоте поверхности. Большую часть территории марза составляют скалы, горные хребты и ущелья. На западе простирается Зангезурский хребет. Их восточные склоны

относительно малонаклонные, раздробленные притоками Воротана (постепенно спускаются в его долину). Западные склоны более откосые и разрезаны притоками Аракса. В Сюникском марзе много межгорных вогнутых и эрозионных долин, горных хребтов, которые оставляют свой отпечаток на режиме скорости ветра [9, 11].

Целью данной статьи является оценка проявления изменения климата в режиме ветра.

Материалы и методы исследования

В качестве исходных данных в статье использованы материалы многолетних наблюдений за характеристикой скорости ветра за период со дня открытия станции Горис до 2018 г. (данные «Центра гидрометеорологии и мониторинга» ГНКО Министерства окружающей среды Республики Армения). В настоящее время действуют всего пять метеорологических станций (рис. 1), фактические данные которых были использованы при проведении исследований в этой статье.

В статье применялись методы математической статистики, картографии. Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакетов Statistica и Excel.

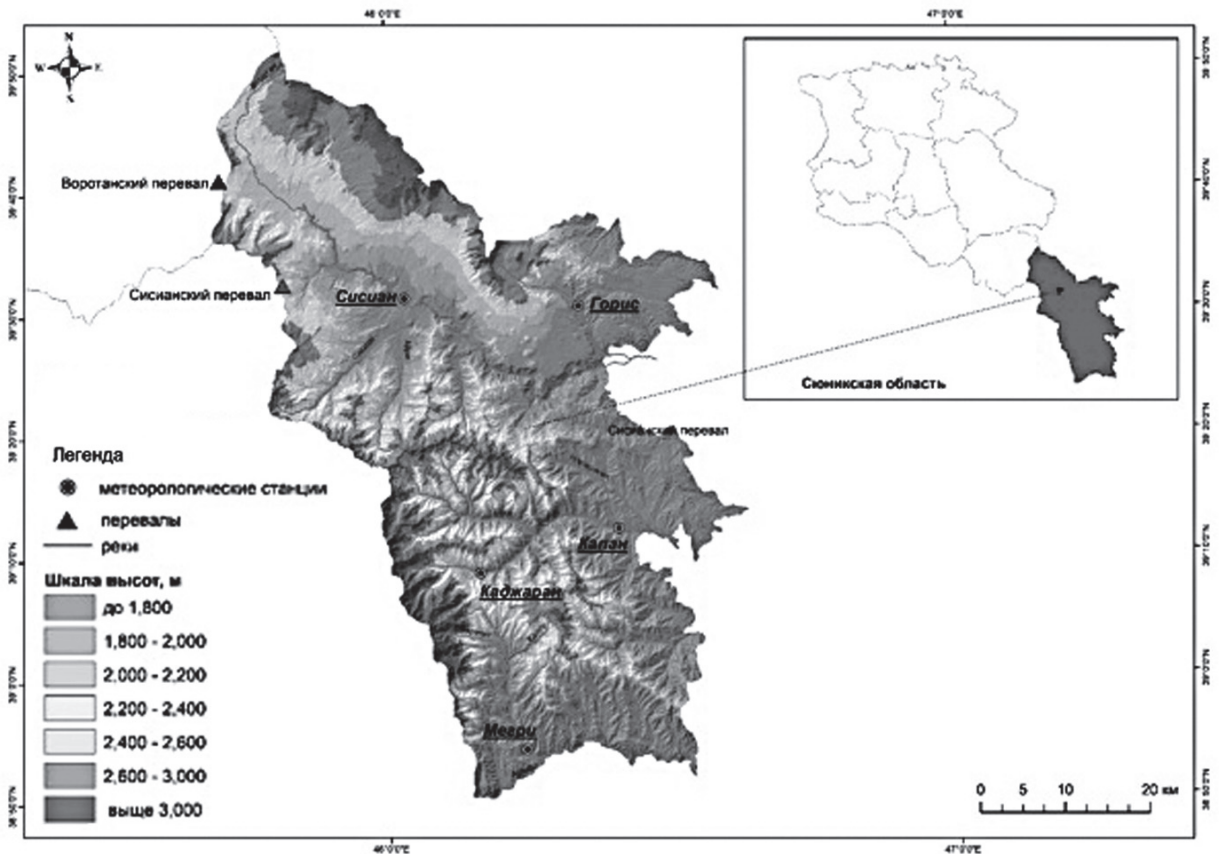


Рис. 1. Сеть метеорологических станций в Сюникском марзе. На врезке показано его положение на территории Армении



Результаты и их обсуждение

В Сюникском марзе режим скорости ветра отличается разнообразностью, обусловленной сложными орографическими особенностями, характером подстилающей поверхности, общециркуляционными и местными синоптическими процессами, антропогенными факторами и т. д. [9, 11].

Основной характеристикой, определяющей интенсивность ветра, а также эффективность использования ветровой энергии, является его средняя скорость за определенный период времени. Многолетние среднемесячные и годовые значения скорости ветра за период 1966–2018 гг., установленные с помощью фактических наблюдений действующими в настоящее время метеорологическими станциями, представлены в табл. 1. В виде исключения приводятся также фактические данные Сисианского перевала, несмотря на то что последний закрыт с ноября 1988 г. Это связано с тем, что на данной метеорологической станции зарегистрировано максимальное среднемесячное и среднегодовое значение ветра, которое не отличается ни в пределах Синюкского марза, ни на всей территории республики.

Средняя годовая скорость ветра на исследуемой территории колеблется от 1,1 до 7,7 м/сек (см. табл. 1). Наибольшие средние скорости ветра наблюдаются на Сисианском перевале, особенно летом, чему способствует его положение: он открыт с востока и запада, а с севера и юга закрыт горами. С восточной стороны перевал направлен к Воротанскому бассейну, где зимы холодные, лето умеренно жаркое, а с западной стороны – в сторону Нахичеванского бассейна, где лето жаркое, а зима теплая. В западной и восточной частях перевала температура воздуха различается, а значит, и давление воздуха, что способствует усилению ветра. Наименьшие средние скорости ветра наблюдаются в Мегри, особенно осенью и зимой. Это обусловлено тем, что он расположен между южными склонами горных хребтов Мегри и Зангезур, в глубоком ущелье реки Мегри на высоте 627 м.

На исследуемой территории скорость ветра имеет не совсем явно выраженный годовой ход.

На некоторых метеорологических станциях (Сисианский перевал, Сисиан, Каджаран и Мегри) наблюдается два максимальных и два минимальных значения скорости ветра. Годовой ход скорости ветра в Горисе и Капане не ясен. В Горисе наблюдается рост средней скорости ветра с октября по январь, а потом уменьшается. В Капане рост средней скорости ветра происходит с января по апрель, а затем снижается [11].

Рассмотрен временной ход скорости ветра в Сюникском марзе. Несмотря на то что длина некоторых рядов скорости ветра достигает 100 и более лет, с целью сравнения трендов использовали ряды продолжительностью 53 года (1966–2018 гг.). Как пример, на рис. 2 представлены изменения скорости ветра на метеостанциях Сисиан и Горис. В работе [11] изменения скорости ветра приведены за три периода (1966–1985 гг., 1986–2000 гг., 2001–2018 гг.). В этой работе показано, что как по месяцам, так и за год наблюдается неоднородная динамика средних значений скорости ветра. Иными словами, динамика изменения скорости ветра в горных странах имеет сложный и разнообразный вид, поскольку там, кроме воздействия изменения климата на режим ветра, большое влияние имеет орография.

На всех действующих метеостанциях, кроме Капан, за период 1966–2018 гг. наблюдается уменьшение средней скорости ветра. Тем не менее изменение скорости ветра не настолько закономерно, как изменение температуры воздуха. Это в основном обусловлено неоднородностью рядов скорости ветра. Неоднородность чаще всего возникает из-за переноса флюгера, смены датчиков измерений, постройки вблизи станции жилых или промышленных объектов, вырубки деревьев, близости крупных насаждений деревьев, а также из-за смены наблюдателей. Важным также является географическое положение самой станции.

С целью оценки проявления изменения климата в режиме скорости ветра обсуждено также изменение температуры (см. рис. 2). Изменение средних годовых температур более четкое – оно закономерно растет. Отсюда следует, что изменение скорости ветра является также результатом изменения климата, осложненного множеством разных факторов, их совместным воздействием.

Таблица 1

Среднемесячная и годовая скорость ветра, м/сек, в марзе Сюник за период 1966 – 2018 гг.

Метеорологические станции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Сисианский перевал*	8,5	8,2	8,1	7,5	6,6	7,1	8,5	9,1	7,2	6,6	7,3	8,3	7,7
Сисиан	1,5	1,6	1,7	1,6	1,5	1,9	2,5	2,5	1,9	1,2	1,2	1,4	1,7
Горис	1,7	1,5	1,4	1,4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,2	1,4	1,7	1,4
Капан	1,1	1,3	1,5	1,6	1,4	1,4	1,4	1,4	1,2	1,2	1,1	1,1	1,3
Каджаран**	1,2	1,1	1,2	1,3	1,2	1,2	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	1,1	1,2
Мегри	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,1	1,3	1,3	1,0	0,8	0,9	1,0	1,1

Примечание. * 1966–1988 гг., ** 1975–2018 гг. [11].

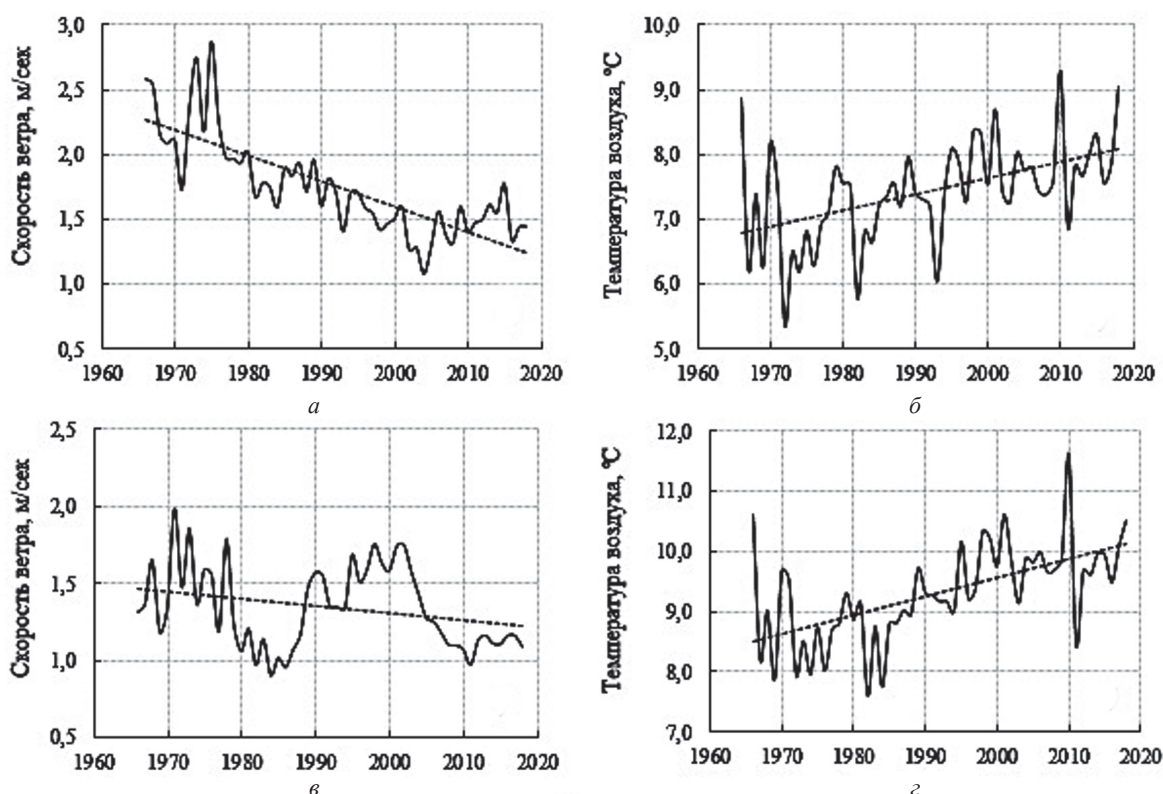


Рис. 2. Многолетние изменения средней годовой скорости ветра (а, в) и температуры воздуха (б, з) в Сюникском марзе для метеостанций на разных высотах: Сисиан – 1507 м (а, б), Горис – 1105 м (в, з)

В публикациях [2, 6, 8] отмечается тенденция к уменьшению скорости приземного ветра для разных регионов СНГ. Так, устойчивое уменьшение скорости ветра наблюдается во всей толще тропосферы Причерноморского региона с 1973 по 2012 г. в теплый период года. Более того, наибольшие отрицательные аномалии характерны для слоя от 500 до 400 гПа [6]. Устойчивые тенденции к ослаблению ветра во все сезоны года отмечаются в районе побережья Охотского моря, в том числе ослабевают ветры характерных сезонных направлений [2]. Снижение скорости ветра отмечается и на всей территории Приволжского Федерального округа [8].

В статье в качестве примера приведена повторяемость (%) направления ветра и штиля на метеорологической станции Горис (рис. 3). Согласно многолетним данным, небольшую повторяемость имеют ветры северного, северо-восточного и восточного направлений. Наибольшую повторяемость – ветры северо-западного направления, а также штили. На долю ветров северо-западного направления приходится 37% (не считая штилей) всех ветров.

Межгодовые изменения повторяемости направлений ветра и штилей за период 2011–2018 гг. для метеостанции Горис представлены на рис. 4.

Тенденция роста наблюдается у ветров северного, северного-северо-восточного, северо-восточного, восточного, южного-юго-восточного, северо-западного, северного-северо-западного направлений.

Заключение

Таким образом, можно сказать, что в Сюникском марзе за период 1966–2018 гг. преимущественно (кроме метеостанции Капан) наблюдается уменьшение средней скорости ветра, что обусловлено изменением климата. Изменение средних годовых температур более четкое – оно закономерно растет. На метеостанции Горис за период 2011–2018 гг. наблюдается тенденция роста скорости ветра в северном, северо-северо-восточном, северо-восточном, восточном, юго-восточном-южном, северо-западном, северо-северо-западном направлениях.

Полученные результаты могут использоваться для мониторинга климата на территории Сюникского марза, при климатическом обслуживании отраслей народного хозяйства, при разработке ветроэнергетических кадастров территорий и корректировке строительных нормативов.

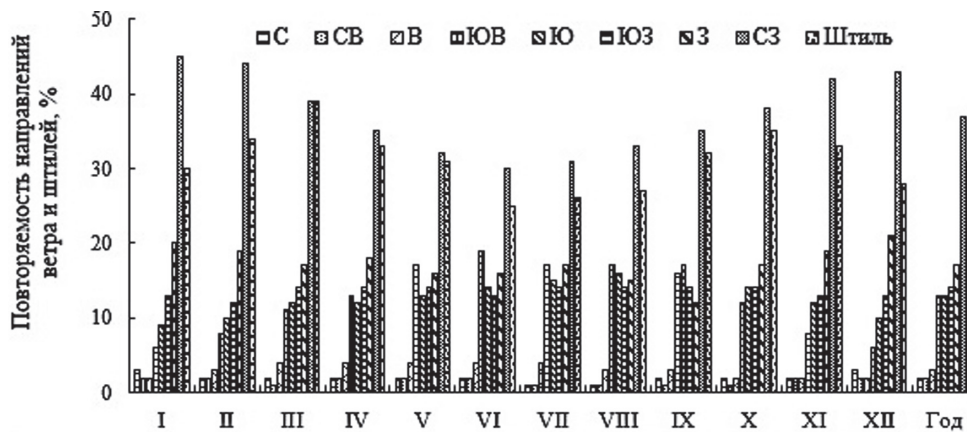


Рис. 3. Повторяемость направлений ветра и штилей для метеостанции Горис

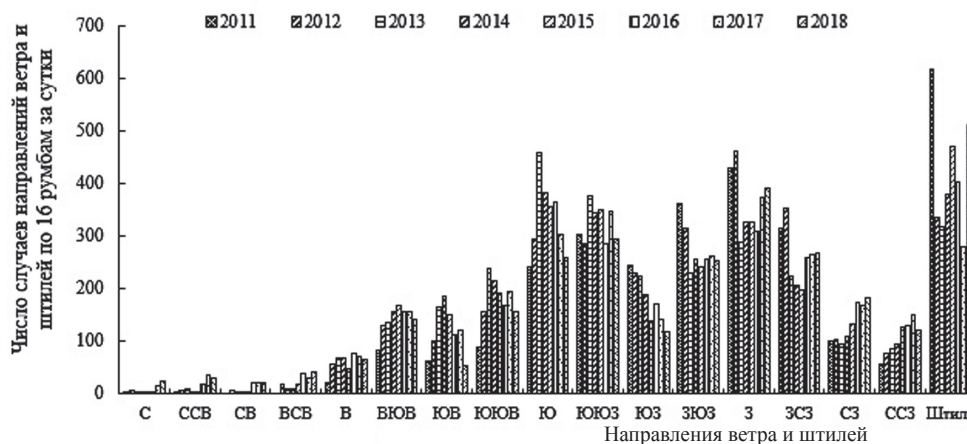


Рис. 4. Межгодовые изменения повторяемости направлений ветра и штилей за период 2011–2018 гг. для метеостанции Горис

Библиографический список

1. *Ивус Г. П., Агайар Э. В.* Физико-статистический анализ и прогноз слабого ветра и инверсий температуры над территорией Северо-Западного Причерноморья. Одесса : ТЭС, Одесский государственный экологический университет, 2018. 202 с.
2. *Мезенцева Л. И., Федулов А. С.* Современные изменения режимных характеристик ветра на станциях Охотоморского побережья // *Известия ТИНРО.* 2017. № 190. С. 159–166. DOI: 10.26428/1606-9919-2017-190-159-166
3. *Носкова Е. В., Обязов В. А.* Ветровой режим Забайкальского края // *Ученые записки ЗабГУ.* 2015. № 1(60). С. 115–121.
4. *Репетин Л. Н., Белокопытов В. Н.* Режим ветра над побережьем и шельфом северо-восточной части Черного моря // *УкрНИГМИ.* 2008. № 257. С. 84–105.
5. *Ягафарова Г. А., Куужина Г. Ш., Бускунова Г. Г., Тансыккужина Р. С.* Особенности ветрового режима в условиях г. Сибай Республики Башкортостан // *Самарская Лука : проблемы региональной и глобальной экологии.* 2018. № 27(3). С. 126–129. DOI: 10.24411/2073-1035-2018-10054.
6. *Данова Т. Е.* Современные изменения скорости ветра в теплый период года в тропосфере Причерноморского ре-

7. *Крашенинникова С. Б., Крашенинникова М. А.* Оценка изменчивости скорости ветра в Причерноморском регионе России на основе выбранных моделей проекта СМIP5 // *Вестник Московского университета. Сер. 5, География.* 2019. № 6. С. 60–66.
8. *Переведенцев Ю. П., Аухадеев Т. Р.* Особенности ветрового режима в Приволжском федеральном округе в последние десятилетия // *Вестник Удмуртского университета. Сер. Биология. Науки о Земле.* 2014. № 2. С. 112–121.
9. *Багдасарян А. Б.* Климат Армянской ССР. Ереван : Издательство АН АрмССР, 1958. 146 с.
10. *Нерсесян А. Г.* Климат Армении. Ереван : Издательство Хайпетрат, 1964. 304 с.
11. *Маргарян В. Г.* Особенности режима климатических характеристик скорости ветра на территории Сюникского марза // *Вестник ВГУ. Сер. География. Геоэкология.* 2020. № 2. С. 46–54. DOI: 10.17308/geo.2020.2/2885
12. *Климатический справочник. Ч. III. Атмосферное давление и Ветер.* Ереван, 2013. 160 с.
13. *Справочник по климату СССР. Вып. 16, ч. III. Ветер.* Ленинград : Гидрометеиздат, 1967. 168 с.

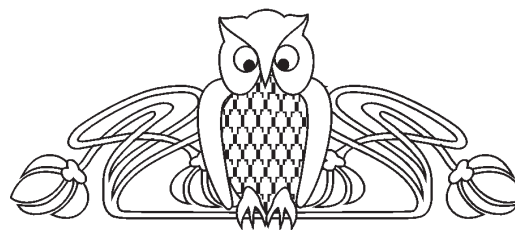
Поступила в редакцию 10.10.2020, после рецензирования 06.11.2020, принята к публикации 20.11.2020
Received 10.10.2020, revised 06.11.2020, accepted 20.11.2020



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 27–32
Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Earth Sciences, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 27–32

Научная статья
УДК 911
<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-27-32>

Расселение населения на берегах некоторых рек Европы: поиск межгородского интервала



Ю. В. Преображенский

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

Преображенский Юрий Владимирович, кандидат географических наук, доцент, topofag@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2774-0554>

Аннотация. Исследование продолжает работу по выявлению типичного интервала между городами на крупных реках в рамках поиска закономерностей в организации элементов геопространства, в том числе точечных (города) и линейных (реки) объектов. Авторская гипотеза заключается в том, что последние делятся городами на примерно равные отрезки, измеренные по реке (межгородские интервалы). Рассматриваются особенности размещения городского населения по берегам шести крупных рек Европы. Для них выявлены характерные межгородские интервалы.

Ключевые слова: расселение населения, межгородской интервал, экистический шаг, Эльба, Рейн, Майн, Луара, Днепр, Дунай

Для цитирования: Преображенский Ю. В. Расселение населения на берегах некоторых рек Европы: поиск межгородского интервала // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 27–32. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-27-32>

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

Article
<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-27-32>

The urban settlement pattern on the banks of some rivers in Europe: Search for inter-city interval

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

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

Abstract. The study continues to identify the typical interval between cities on major rivers in the search for patterns in the organization of geospatial elements, including point (cities) and linear (rivers) objects. It is stated that the latter are divided into approximately equal segments measured by the river (inter-city intervals). This article examines the features of urban population distribution along the banks of six major rivers in Europe. Typical inter-city intervals were identified for them.

Keywords: settlement pattern, intercity interval, ecistical step, Elbe, Rhine, Main, Loire, Dnipro, Danube

For citation: Preobrazhenskiy Yu. V. The urban settlement pattern on the banks of some rivers in Europe: Search for inter-city interval. *Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Earth Sciences, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 27–32 (in Russian).* <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-27-32>

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

Введение. Процесс самоорганизации пространственных общественно-природных систем является одним из ключевых направлений исследований общественной (гуманитарной) географии. Тем не менее, постулируя важность изучения и выявления определённых закономерностей в пространственных процессах самоорганизации человека, современная географическая наука, на наш взгляд, бедна конкретными примерами таких исследований. Нечасто встречаются исследования, в которых географическое пространство понимается как процесс и результат наложения (пересечения)

и взаимного влияния основных его элементов: точечных, линейных и площадных (ареальных). Во многом это связано с тем, что упомянутые элементы пространства разнородны: например, площадные физико-географические объекты влияют на линейные экономические, которые, в свою очередь, – на точечные социально-географические (или культурные). Подобная сложность требует разносторонних знаний, что в условиях узкой специализации учёных становится редкостью. В рамках данного исследования потребовался учёт комплекса факторов из разных областей знания: физико-географической,



гидрографической, инженерно-технической, экологической, исторической и др.

В настоящей статье поднимается вопрос о существовании закономерностей размещения городов (точечных объектов) вдоль рек (линейных объектов). Она продолжает теоретические и эмпирические наработки, представленные в [1, 2]. Выбор объектов исследования определялся длиной реки и существенной людностью городов на её берегах.

Транспортно-географическое положение городов на берегах рек. В той же степени, в какой реки являются продуктом климата (по известному выражению А. Воейкова), территориальные общности людей, формирующиеся по берегам крупных рек, являются продуктом последних. Хорошо известные оборонительная, транспортная, биоресурсная функции рек, которые в ходе индустриализации дополнились промышленной функцией: вода необходима всем электростанциям традиционного типа, большинству промышленных производств. Концентрируя на своих берегах население, реки значимо структурировали общественно-географическое пространство, становясь осями урбанизированного и промышленного каркаса страны (о каркасном подходе см. [3]). Хотя в XX веке с развитием железнодорожного сообщения значимость данных функций снизилась, рост городов в процессе их активного пользования продолжился на основе вторичных факторов: местоположения, размера, концентрации ресурсов, административной функции.

Мы полагаем, что тяготение населения к рекам и развитие взаимодействия между населёнными пунктами на одной реке (и её притоках) позволяют рассматривать долину реки (или даже её бассейн) как относительно обособленную экистическую (расселенческую) систему. Для такой системы можно выделить структуру концентрации населения и пространственные отношения, складывающиеся между ядрами такой концентрации. Расстояние между последними, как мы предположили, составляет постоянную величину, свойственную той или иной реке и выраженную в какой-то степени. Протяжённость участка реки между городами мы называем межгородским интервалом, или экистическим шагом, что в данном исследовании имеет один и тот же смысл.

Как правило, в исследованиях, посвященных выявлению географических закономерностей, последние, будучи перенесёнными из гомогенного модельного пространства в реальные географические условия, проявляются в чистом виде достаточно редко. Однако в большинстве случаев можно заметить некоторую степень организованности, упорядоченности объектов или явлений, что позволяет учесть и объяснить отклонения от модели. В связи с этим полагаем, что предлагаемый нами подход не лишён эвристической ценности.

Упомянутые отклонения от модели точного попадания городов в интервал (экистический

шаг) на реке могут быть обусловлены рядом факторов, в числе которых сложный рельеф, впадение крупного притока (оптимум транспортно-географического положения, куда будет тяготеть город), пересечение реки транспортной артерией, влияние крупного города. В некоторых случаях вместо одного города наблюдаются так называемые «селитебные сгустки» – близко расположенные населённые пункты, часто по обоим берегам реки. Небольшие сами по себе, вместе они могут создавать значимую для настоящего исследования отсечку. К селитебному сгустку также можно отнести места впадения в исследуемую реку притоков: всё население, размещённое по берегам последних, можно суммировать и «привязать» к точке слияния. Например, город Майнц расположен напротив впадения Майна в Рейн, что в предлагаемом нами подходе резко повышает важность отметки, фиксирующей расстояние Майнца от устья реки Рейн.

Материалы и методы. Объектом настоящего изучения являлось размещение населения по берегам шести рек зарубежной Европы (Эльба, Рейн, Майн, Луара, Днепр, Дунай). Выбор именно этих рек обусловлен тем, что на их берегах располагается несколько городов людностью более 500 тыс. жителей. На наш взгляд, значительная величина этих городов позволяет им организовывать прилегающую территорию и занимать наиболее выгодное экономико-географическое положение (в том числе транспортно-географическое), т. е. для их развития существенно положение относительно других городов.

Отметка в устье реки, как правило, бралась за нулевую точку, от которой отсчитывалось расстояние между ней и городами. Однако на графиках в ряде случаев более заметен межгородской интервал, если он отсчитывается не от нулевой точки, а от города-порта в устье реки. Расстояние между городами на пяти исследуемых реках рассчитывалось на основе сервиса Яндекс-Карты, за исключением реки Рейн [4]. Источником по численности населения городов является сайт www.citypopulation.de [5]. Данные по ранее исследованным рекам России и Азии приведены в конце статьи, что позволяет сопоставить межгородской интервал на разных реках.

Города на Эльбе. На Эльбе шаг в 280 км между крупными городами выражен вполне отчётливо (рис. 1), он разделяет Гамбург и Магдебург, последний и Дрезден. А вот расстояние между Дрезденом и Прагой меньше – около 220 км. Тенденция сокращения межгородского интервала в среднем течении реки наблюдалась нами и в отношении городов, расположенных на берегах других рек, что связано, по всей видимости, с изменением характера течения реки.

Отметим, что в случае с Эльбой мы намеренно отклонились от её русла в верхнем течении и выбрали приток *Влтаву*, чтобы измерить расстояние до Праги. На графике (см. рис. 1) хорошо



заметно, насколько отмеченные на нем города превосходят по людности остальные, не превышающие отметку в 100 тыс. жителей.

Города на Рейне. Рейн является главной осью такого образования, как «Голубой банан» – наиболее экономически развитого пояса зарубежной Европы. Неудивительно, что в его дельте лежит один из крупнейших портов мира – Роттердам. Несмотря на обилие населения по берегам реки, только один из городов превышает планку в миллион жителей (Кёльн). Рейн судоходен на протяжении почти 1000 км своей длины.

В случае Рейна искомая закономерность в размещении городов просматривается неоднозначно (рис. 2). Здесь проявляется себя интервал примерно в 66 км, хорошо заметный выше по течению от Майнца. Его упятерённое значение (66×5) даёт 330 км – расстояние от Роттердама до Кёльна. Согласно нашему подходу, ещё через 330 км от Кёльна должен быть расположен очень крупный

город, но здесь только скромный трёхсоттысячный Карлсруэ. Между последним и двойным городом Майнц – Висбаден на противоположных берегах размещены города Мангейм и Людвигсхафен, общая численность их населения составляет около 430 тыс. жителей. Однако не менее вероятен шаг, имеющий в основании те же 66 км, но отмечаемый через четыре итерации ($66 \times 4 = 264$). Именно он показан на рис. 2.

Предполагаем, что в условиях насыщенного социально-экономического пространства будут формироваться города как раз такой людности (300–500 тыс. жителей) через более мелкий составной интервал, а не города-миллионеры через большой промежуток. Это можно будет увидеть на примере реки Луары.

Немаловажен и фактор развитой сети каналов в Германии, которая даёт возможность выбора маршрута движения речным транспортом, что способствует относительно более свободному расположению населённых пунктов.

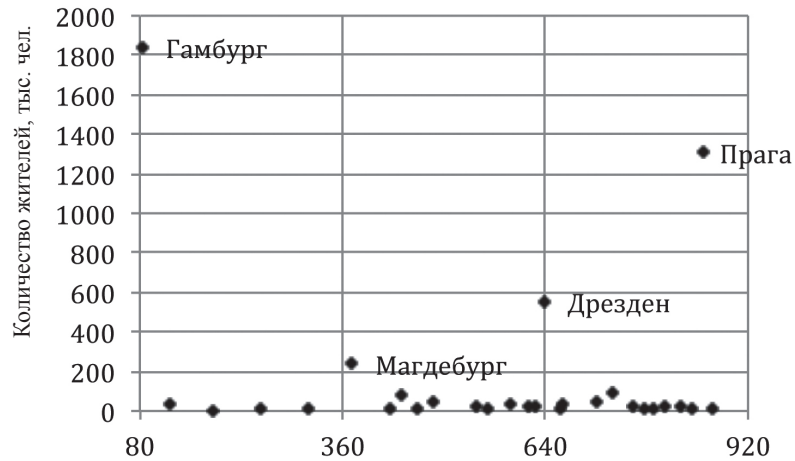


Рис. 1. Расстояние между городами на Эльбе, км (ромбами обозначены маленькие города)

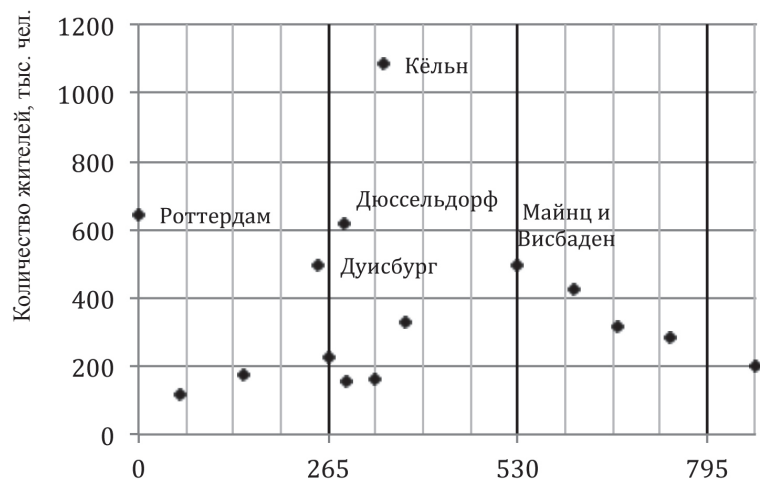


Рис. 2. Расстояние между городами с людностью более 100 тыс. жителей на Рейне, км (добавлены промежуточные оси в 66 км для более наглядной демонстрации тяготения городов к дробным интервалам)



Города на Майне. *Майн* – главный приток Рейна. Берега его густо заселены, однако среди населённых пунктов не так много таких, которые по своей величине могут организовывать прилегающую территорию (являться центром узлового района). В связи с этим показалось возможным рассмотреть Майн как часть судоходной системы от Чёрного моря до Роттердама. Для этого к списку объектов были добавлены города на канале Майн–Дунай (от Бамберга до Кельхайма), а также на части Дуная от Регенсбурга до Вены. Ныне действующий канал был построен только в 1992 г., тем не менее и до этого здесь проходило сообщение, в том числе по рекам Пегниц и Регниц (притокам Майна). Расстояние, полученное между городами, представлено на рис. 3. Межгородской интервал тяготеет к 200 км. При этом закономерность в размещении городов становится заметна только в том случае, если за нулевую точку принять не Майнц, а Франкфурт-на-Майне, лежащий примерно в 40 км от устья реки Майн.

Примечательно отсутствие крупного города на расстоянии в 600 км от Франкфурта-на-Майне, что объясняется близостью к этому месту соединения канала Майн–Дунай с собственно Дунаем, на котором расположен город Регенсбург.

Города на Дунае. *Дунай* – крупнейшая река зарубежной Европы. Интересно то, что в её устье нет крупного порта. С некоторыми оговорками таковым можно считать румынский порт Констанца, контролирующий канал Дунай–Чёрное море.

Межгородской интервал задают три города-миллионера Дуная: Белград, Будапешт и Вена. Он близок к 240 км и относительно заметен при условии, что нулевая точка реки будет взята у города Брэила (примерно 200 км от устья реки) (рис. 4). В целом, однако, межгородской интервал на Дунае выражен недостаточно отчётливо, если брать всю реку в целом.

Стоит отметить, что примерно в 900–1000 км от устья Дуная препятствие для судоходства представляют пороги, которые в прошлом существен-

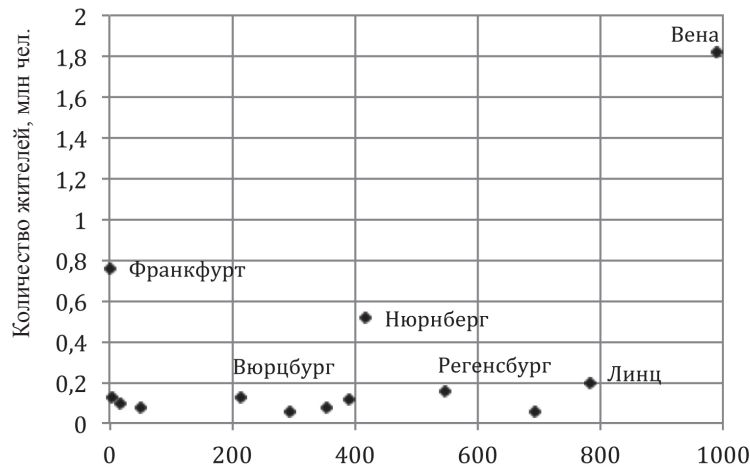


Рис. 3. Расстояние между городами на водном участке Майн-Дунай, км

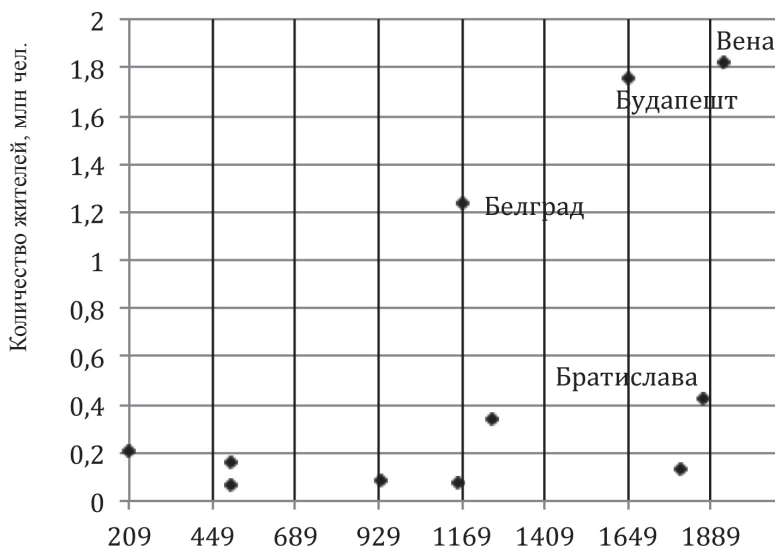


Рис. 4. Расстояние между городами на Дунае, км



но снижали роль реки как транспортной артерии, что, вероятно, сказалось и на формировании значимых городов в нижнем течении реки.

Города на Луаре. Луара лишена городов-миллионеров, тем не менее относительно крупные города достаточно характерно расположены по её течению (рис. 5). Как и в предыдущих случаях, закономерность интервала между городами проявляется более отчётливо, если вести отсчёт расстояния не от порта в устье (Сен-Назера), а от находящегося в 60 км вверх по течению Нанта.

Межгородской интервал здесь составляет около 100 км, что, вероятно, является неким дроблением 200-километрового шага, который мы наблюдали в случае с Майном.

Города на Днестре. Для Днестра характерен 270-километровый межгородской интервал (рис. 6), из которого «выбивается» город Днепр.

Интересно обратиться к источникам, в которых описывается протяженность дня плавания по реке. Например, П. Н. Третьяков говорит о 25–35 км за день плавания гребных судов вверх по Днепру [6, с. 54]. К. К. Шилик округляет это

расстояние до 31 км [7, с. 34]. При движении в обратном направлении (по течению) следует говорить о примерно в три раза большем отрезке. Вероятно, 30 км – базовый промежуток, который лежит в основе 270-километрового шага, т.е. крупный город появляется через девять дневных переходов по реке.

В то же время отметим, что Днепр на протяжении большей части известной истории являлся порожиистой рекой¹. Яркое говорит об этом ойконим Запорожье, утративший своё говорящее значение после сооружения в 1932 г. плотины Днепрогэса. После постройки водохранилищ во многих местах реки выпрямили фарватер, что изменило расстояние между городами, преодолеваемое водным транспортом, и интересующий нас интервал

¹ «Так прошли мы Кадацкий порог, Сурский, Лоханский, Звонецкий и, наконец, Ненасытец – “Дід”, как зовут его лоцманы, – самый грозный порог, в девять рядов скал, – благополучно миновали “пекло” (так называется огромная яма под порогом, где бушует очень опасный водоворот) – и вздохнули совсем весело», – писал о своём плавании по Днепру И. А. Бунин в рассказе «Казакским ходом» (URL: http://bunin.velchel.ru/index.php?cnt=23&story=ta_47&page=3 (дата обращения: 11.03.2020)).

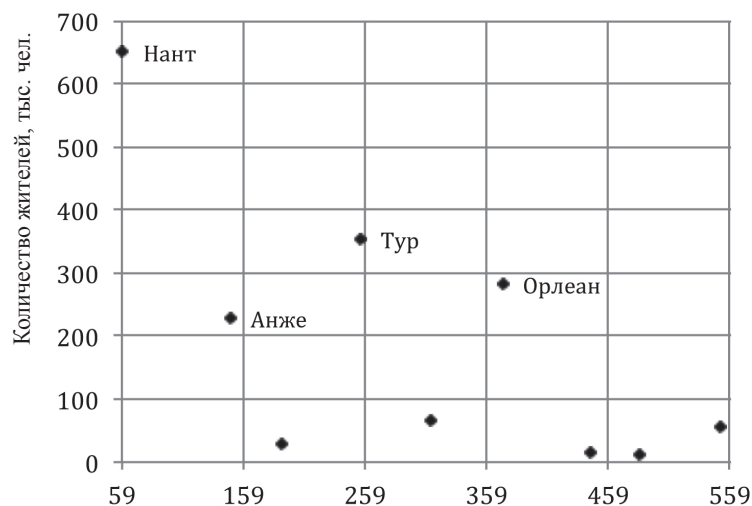


Рис. 5. Расстояние между городами на Луаре, км

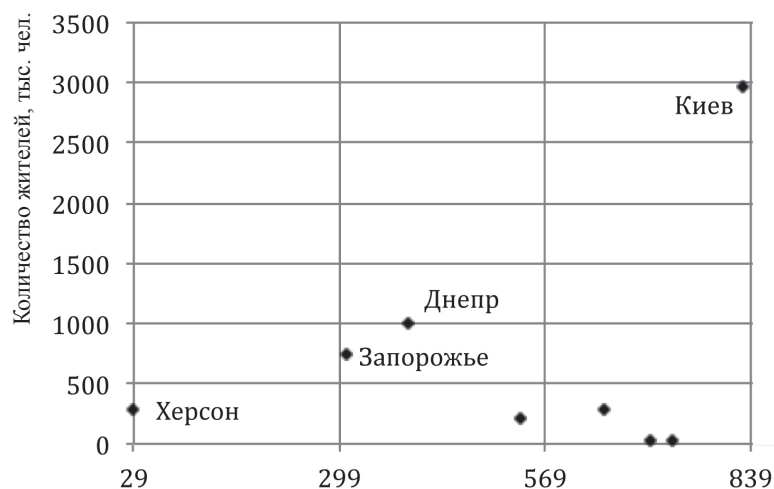


Рис. 6. Расстояние между городами на Днестре, км



уже не соответствует первоначальным условиям транспортного сообщения, в которых формировались города-порты.

Выводы. В настоящей статье приводятся результаты измерений, которые более или менее удовлетворяют предложенной гипотезе о наличии межгородского интервала на реках. Однако она подтверждается не в каждом случае.

Данные по величине межгородского интервала мы сгруппировали в таблице, добавив сюда его значения из ранее проведённых исследований [1, 2].

**Величина межгородского интервала
для некоторых рек**

Река	Межгородской интервал, км	Река	Межгородской интервал, км
Эльба	280	Волга	360
Рейн	265	Кама	200
Майн	200	Хуанхэ	270
Дунай	240	Янцзы	240
Луара	100	Чжуцзян	270
Днепр	270	Ганг	260

Полагаем, что в основе каждого межгородского интервала лежит расстояние в 60–90 км (день пути судна по течению реки), которое в зависимости от плотности социально-экономического пространства по берегам рек через три или четыре итерации создаёт предпосылки для формирова-

ния крупного город. Однако в настоящее время фактор выгодного транспортно-географического положения именно на реке во многом утратил своё значение, и взаимоположение крупных городов в географическом поле определяется самоорганизацией расселения.

Библиографический список

1. Преображенский Ю. В. Пространственно-временная динамика систем расселения долин Волги и Камы // Географический вестник = Geographical bulletin. 2017. № 2(41). С. 25–31.
2. Преображенский Ю. В. Особенности размещения городов вдоль некоторых крупных рек Азии // Региональные исследования. 2020. № 2. С. 101–110. DOI: 10.5922/1994-5280-2020-2-8
3. Яковлева С. И. Каркасные модели в региональных схемах территориального планирования [Электронный ресурс] // Псковский регионологический журнал. 2013. № 15. С. 15–25. URL: http://pskgu.ru/projects/pgu/storage/prj/prj_15/prj_15_02.pdf (дата обращения: 11.03.2020).
4. Liste von Rheinhäfen [Электронный ресурс]. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Rheinhäfen (дата обращения: 11.03.2020).
5. Population [Электронный ресурс]. URL: <http://www.citypopulation.de> (дата обращения: 03.01.2020).
6. Третьяков П. Н. Восточнославянские племена. Москва; Ленинград: Издательство АН СССР, 1953. 312 с.
7. Шилик К. К. О термине «день плавания» у Геродота // Вопросы подводной археологии. 2012. № 3. С. 5–38.

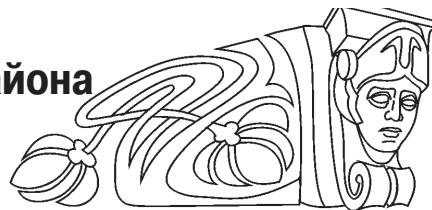
Поступила в редакцию 30.10.2020, после рецензирования 10.11.2020, принята к публикации 20.11.2020
Received 30.10.2020, revised 10.11.2020, accepted 20.11.2020



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 33–43
Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Earth Sciences, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 33–43

Научная статья
УДК 504.4.054
<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-33-43>

Оценка геоэкологического состояния поверхностных водотоков Славского района Калининградской области (летний гидрологический сезон)



Ю. А. Спирин[✉], С. И. Зотов

Балтийский федеральный университет имени И. Канта, Институт природопользования, территориального развития и градостроительства, Россия, 236022, г. Калининград, ул. Зоологическая, д. 2

Спирин Юрий Александрович, аспирант, spirin1234567890@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3481-9666>

Зотов Сергей Игоревич, доктор географических наук, профессор, zotov.prof@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6509-7398>

Аннотация. Проведена оценка геоэкологического состояния поверхностных водотоков Славского района Калининградской области в летний гидрологический сезон. Осуществлен выбор водотоков для исследования, которые, в совокупности характеризуют речную сеть Славского района в целом. В качестве таковых рассмотрены: р. Злая, р. Шлюзовая, р. Немонинка и р. Оса. Отобраны пробы воды для гидрохимического анализа и измерены гидрометрические характеристики рек. В результате исследования получена информация о состоянии водотоков и влиянии на них антропогенных и природных факторов.

Ключевые слова: геоэкологическая оценка, гидрохимический анализ воды, реки Калининградской области, мониторинг водотоков, загрязнение воды

Для цитирования: Спирин Ю. А., Зотов С. И. Оценка геоэкологического состояния поверхностных водотоков Славского района Калининградской области (летний гидрологический сезон) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 33–43. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-33-43>

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

Article
<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-33-43>

Assessment of the geoeological state of surface watercourses in the Slavsky district, Kaliningrad region (summer hydrological season)

Yuri A. Spirin[✉], spirin1234567890@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3481-9666>

Sergey I. Zotov, zotov.prof@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6509-7398>

Immanuel Kant Baltic Federal University, Institute of Nature Management, Territorial Development and Urban Planning, 2 Zoologicheskaya St., Kaliningrad 236022, Russia

Abstract. The paper provides an assessment of the geoeological state of surface watercourses in the Slavsky district, Kaliningrad region in the summer hydrological season. For this purpose, the choice of watercourses for research was carried out, which, in aggregate, could characterize the river network of the Slavsky district as a whole, they were: r. Zlaya, r. Shluzovaya, r. Nemoninka and r. Osa. Water samples were taken for hydrochemical analysis and the hydrometric characteristics of the rivers were measured. The research resulted in information on the quality of water in rivers, as well as on the role of anthropogenic and natural influences on it.

Keywords: geoeological assessment, hydrochemical analysis of water, rivers of the Kaliningrad region, monitoring of watercourses, water pollution

For citation: Spirin Yu. A., Zotov S. I. Assessment of the geoeological state of surface watercourses in the Slavsky district, Kaliningrad region (summer hydrological season). *Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Earth Sciences*, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 33–43 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-33-43>

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



Введение

Муниципальное образование «Славский городской округ» (далее – Славский район) расположено в зоне с избыточным увлажнением, что в совокупности с равнинным рельефом и преобладанием глинистых и суглинистых пород на поверхности стало определяющим фактором в формировании густой речной сети. В основном это малые водотоки первой и высшей категории, которые имеют многоцелевое использование по разным направлениям, но в качестве главного можно выделить сельское хозяйство. Большинство земель округа используются под ведение сельского хозяйства – 80,4 тыс. га (59,6% от общей площади земель). Для поддержания необходимого водного режима на сельскохозяйственных землях создана обширная осушительная мелиоративная сеть. В Славском районе также находится самый крупный в Калининградской области польдерный массив, площадь которого составляет 68,0 тыс. га (часть Нижненеманской низменности). В связи с вышеперечисленным рассматриваемая территория имеет важное значение для Калининградской области.

Обилие водных ресурсов и их высокая плотность привели к тому, что речная сеть сильно зависит от природного и антропогенного негативного влияния. Отрицательное воздействие загрязненных вод осуществляется не только в месте их локализации, но и постепенно распространяется на соседние водные объекты и Куршский залив. Усложняет ситуацию относительно небольшая скорость течения водотоков, что замедляет их способность к самоочищению, а также вызывает заиление. Подобные свойства в совокупности с сильными западными и северо-западными ветрами, особенно в осенний и зимний периоды, приводят к сгонно-нагонным явлениям из Куршского залива, что также негативно отражается на качестве воды. Низкий уровень грунтовых вод на польдерном массиве и затопляемость территории приводят к образованию вымочек и заболачиванию территории. Все эти природные особенности в той или мере косвенно или напрямую способствуют загрязнению водных объектов.

В Славском районе сельское хозяйство выступает крупным источником поступления загрязняющих веществ в водные объекты, а мелиоративная сеть является их транспортировщиком. Самотечные сточные воды с пастбищ и посевных площадей попадают в мелиоративную сеть, а из нее – в магистральные каналы и реки-водоприемники. Данные воды не проходят очистки, вследствие чего, возможно, оказывают серьезное негативное воздействие на водные объекты. Из-за специфики данных сточных вод их тяжело контролировать, а также точно оценить их влияние на водные ресурсы.

Систематический геоэкологический мониторинг и оценка водных объектов являются

неотъемлемой частью рационального природопользования и оптимального ведения водного и сельского хозяйства. В постсоветский период не проводилось гидрометрическое исследование водотоков этой польдерной территории, отсутствовал систематический экологический мониторинг водотоков, не осуществлялась оценка загрязнения и геоэкологического состояния.

Исследование качества вод необходимо провести по четырем гидрологическим сезонам: летнему, осеннему, зимнему и весеннему. В данной статье будут рассмотрены результаты по летнему гидрологическому сезону.

Материалы и методы исследования

Первым шагом при мониторинге геоэкологического состояния речной сети Славского района стал выбор водотоков (полигонов) для исследования. Он осуществлялся по определенному принципу: выбирались такие водотоки, которые в совокупности могли максимально точно охарактеризовать речную сеть Славского района и оказываемую на нее антропогенную нагрузку. В дальнейшем это позволит составить геоэкологическую характеристику и пространственную дифференциацию загрязнений польдерного массива в целом. Был проведен анализ природных и хозяйственных условий района исследований. При выборе модельных водотоков с целью определения их гидрохимических показателей и оценки уровня антропогенного загрязнения учитывались следующие критерии: 1) водотоки должны быть расположены в разных областях Славского района; 2) исследуемым объектам необходимо иметь как можно большую протяженность по выбранным зонам; 3) важно, чтобы выбранные реки были типовыми и имели характерные для района такие гидрологические параметры, как расход воды, приточность, внутригодовое распределение стока и т. д.; 4) водотоки должны быть физически доступны и, по возможности, иметь подъезд к точкам мониторинга.

Далее было определено географическое расположение контрольных и фоновых пунктов мониторинга. Сельское хозяйство Славского района не имеет конкретных точек сброса, как, например, другие виды антропогенной деятельности. Напротив, сточные воды равномерно стекают со всех окрестных площадей или подаются осушительными насосными станциями. Поэтому контрольными пунктами для мониторинга выступили устьевые (или близко к устьевым) части водотоков, расположенные на территории Славского района, а фоновыми – их верховья. Выбранные реки и локация их фоновых и контрольных пунктов мониторинга представлены на рис. 1, 2 и в табл. 1.

Отбор проб воды, измерение гидрометрических характеристик и определение первичных гидрохимических показателей проведены 15 июля 2020 г. Погодные условия: температура

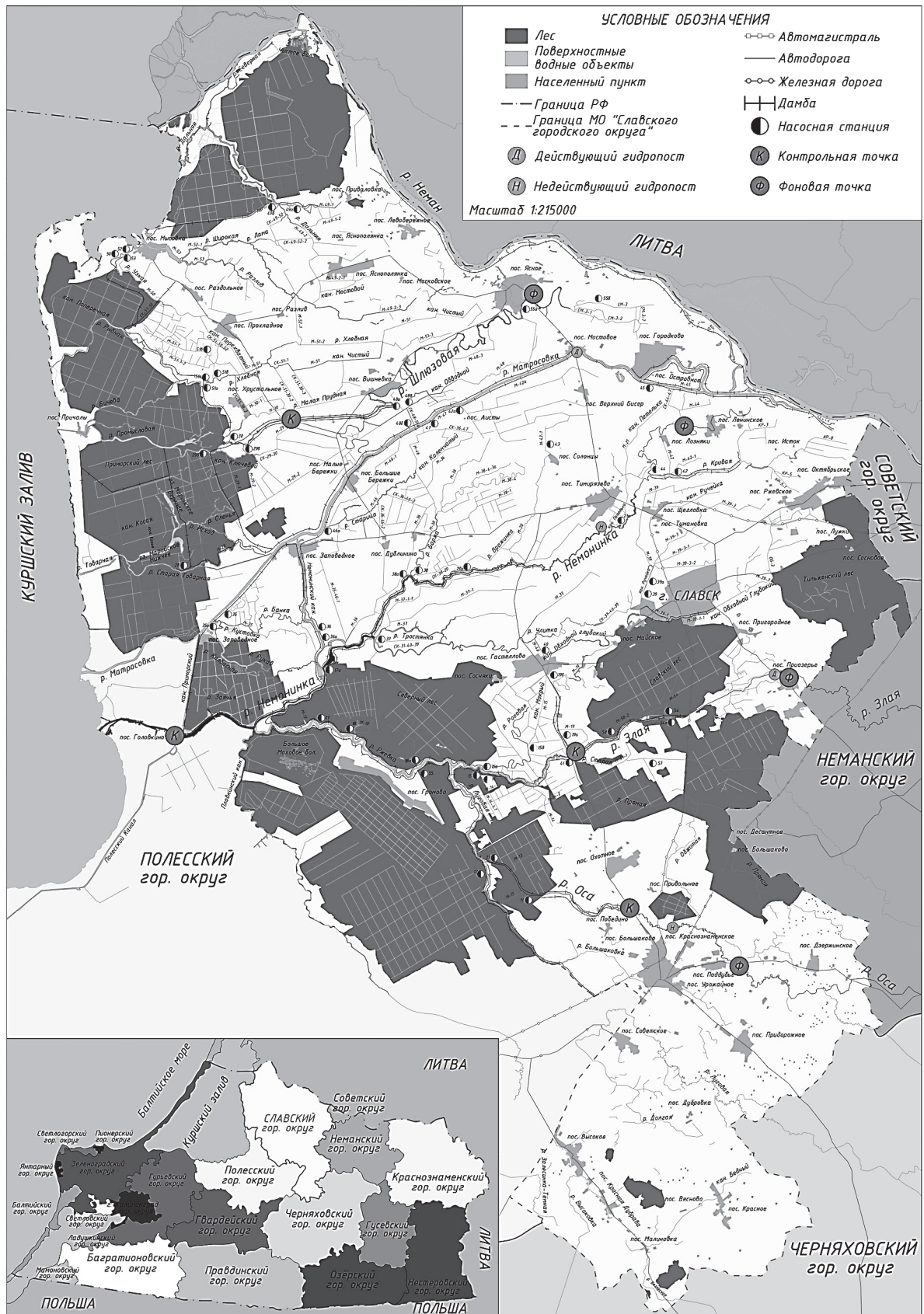


Рис. 1. Схема расположения исследуемых водотоков и локация их фоновых и контрольных пунктов мониторинга

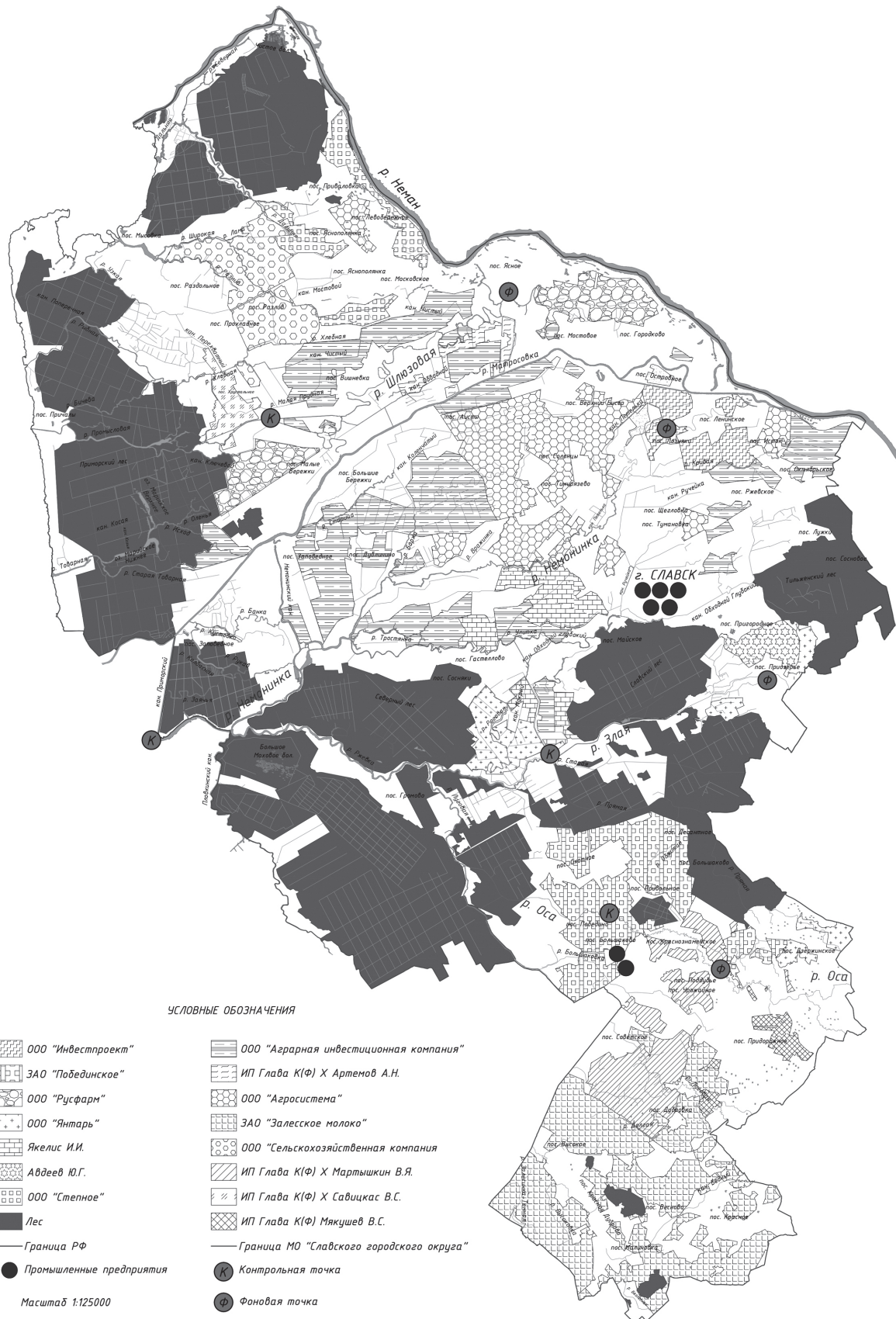


Рис. 2. Схема использования земель сельскохозяйственного назначения



Таблица 1

Выбранные реки и локация их фоновых и контрольных точек мониторинга

Название реки	Контрольный пункт (К)	Фоновый пункт (Ф)
Злая	В районе пос. Гастеллово	Пос. Приозерье
Шлюзовая	Пос. Хрустальное	Пос. Ясное
Немонинка	Пос. Головкино	Пос. Лозняки
Оса	Пос. Победино	Пос. Поддубье

воздуха 20 °С, атмосферное давление 759 мм рт. ст., солнечно, без осадков. Пробы воды отобраны в соответствии с [1, 2]. Скорость течения воды, а также глубина и ширина русел (в тех местах, где это было возможно) измерены при помощи «Гидрологической микровертушки ГМЦМ-1» и измерительной строительной рулетки методом, близким к описанному в [3]. В полевых условиях определены концентрация растворенного кислорода и соленость в пробах воды посредством «Переносного оксиметра CYBERSCAN DO 300» и «Карманного кондуктометра DIST 4 (HANNA)», а водородный показатель был найден с помощью «Карманного рН-метра HI 98108 рНer+». Составлено визуальное описание русел исследуемых рек.

Исследование отобранных проб на стандартный перечень показателей из [4] осуществлено на базе лаборатории «Института живых систем БФУ им. И. Канта». Органолептические показатели определялись в соответствии с [5]. Химическое потребление кислорода (ХПК), биохимическое потребление кислорода за 5 суток (БПК₅), хлориды, нефтепродукты, сухой остаток, взвешенные вещества определены по методикам, описанными в [6–11]. Нитраты, нитриты, аммоний, фосфаты, железо общее, сульфаты выявлены на «Двухлучевом спектрофотометре UV-1800 (Shimadzu)», а натрий и магний – на «Системе капиллярного электрофореза Капель-105М» по методикам, описанным в [12–18].

На основе полученных гидрохимических данных рассчитаны интегральные показатели для оценки качества воды с использованием совмещенных списков предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ (ПДК) [19–21]. Индекс загрязнения воды (ИЗВ) и класс качества воды рассчитаны исходя из [19].

Результаты и их обсуждение

Результаты лабораторных и полевых химических анализов представлены в табл. 2, а в табл. 3 – измеренные и рассчитанные гидрометрические и гидрологические данные, а также описание створа реки, где происходил забор проб.

На основе показателей из табл. 2 рассчитаем кратность превышения ПДК, ИЗВ и класс качества воды в исследуемых реках. Результаты расчета представлены в табл. 4, жирным шрифтом выделены те превышения ПДК, которые участвовали в расчете ИЗВ.

Как видно из табл. 4, в р. Злая (К; Ф), р. Шлюзовая (К), р. Немонинка (Ф) вода соответствует классу качества VI, а в р. Шлюзовая (Ф), р. Немонинка (К), р. Оса (К; Ф) «загрязненная» IV. Это говорит о негативном влиянии антропогенной деятельности и частично о природных особенностях региона. В летний и, как следует из гидрологических данных табл. 3, в меженный период (из-за нестандартного протекания фаз водного режима, их необходимо определять с использованием многолетних результатов гидрологических наблюдений [22]) поверхностные водные объекты особенно подвержены разному типу воздействия. Это необходимо учитывать при интерпретации полученных данных, поскольку в другие гидрологические сезоны ситуация может измениться.

С середины весны и почти все лето во время полевых сельскохозяйственных работ вода активно отводится с посевных площадей в реки-водоприемники с целью обеспечения нормы осушения на них. Этот фактор может существенно влиять на качество воды в реках в весенний и летний периоды.

Концентрация кислорода во всех пробах не соответствует ПДК, из них одна проба имеет более значительное несоответствие на фоне других. Поскольку кислород сам по себе не является загрязнителем, а уменьшение его количества в воде говорит о других, как правило, негативных для водных ресурсов процессах, дать однозначный ответ касательно несоответствия указанным нормам сложно. Возможной причиной пониженных показателей растворенного кислорода можно рассматривать активизацию затрат кислорода на окисление органических и минеральных веществ в связи с повышением температуры воды до более чем 20°С. Вероятно, с этой причиной связано превышение ПДК по БПК₅. Окончательные выводы можно будет сделать после проведения мониторинга еще трех гидрологических сезонов.

Во всех пробах воды превышена концентрация таких азотистых соединений, как аммоний и нитриты. Средняя кратность превышения по аммонии 2.5, а по нитритам 2.2, что с большой вероятностью свидетельствует о попадании азотных удобрений вместе с самотечными и дренажными сточными водами в речную сеть, поскольку именно такой тип удобрений используется в весенне-летнем сезоне. В регионе, ко всему прочему, фактически полностью отсутствует практика дробного внесения удобрений. Не стоит



Таблица 2

Гидрохимические показатели исследуемых водотоков

Название реки	Злая		Шлюзовая		Немнинка		Оса		ПДК [20]	ПДК' [21]
	К	Ф	К	Ф	К	Ф	К	Ф		
Место отбора проб	К	Ф	К	Ф	К	Ф	К	Ф	–	20
Цветность, градусы	10	10	20	10	10	10	10	10	–	20
Запах, баллы*	1	1	2	1	1	1	1	1	–	2
Мутность, ЕМФ**	1	1	1	1	1	1	1	1	–	2
Температура воды, °С	21.9	17.9	21.6	20.5	20.0	20.0	19.5	19.8	–	–
рН, ед	8.2	8.0	7.9	8.0	7.4	8.2	7.8	7.6	Фон	6–9
Взвешенные вещества, мг/л	12	5	17	38	11	22	3	7	–	–
Растворенный O ₂ , мг/л	2.63	3.50	3.04	3.39	3.10	3.42	3.05	3.77	≥ 6	–
ХПК, мг/л	1.95	2.30	5.09	2.94	2.21	2.97	2.10	2.20	–	15
БПК ₅ , мг/л	2.77	3.56	3.56	3.20	3.32	2.53	4.16	3.59	2.1	–
Нитраты, мг/л	2.16	0.92	1.97	1.53	0.89	1.85	1.04	0.99	40	45
Нитриты, мг/л	0.233	0.123	0.346	0.103	0.135	0.182	0.131	0.141	0.08	3
Аммоний, мг/л	1.11	1.85	1.78	0.72	0.86	1.00	1.38	1.43	0.5	1.5
Фосфаты, мг/л	0.016	0.031	0.027	0.034	0.091	0.053	0.017	0.024	0.05	3.5
Сухой остаток, мг/л	490	543	880	598	363	433	520	498	–	1000
Хлориды, мг/л	144	190	72	143	130	179	150	120	300	350
Сульфаты, мг/л	92.46	94.81	148.05	89.56	106.69	113.24	84.64	82.51	100	500
Натрий, мг/л	212	213	200	198	210	200	208	204	120	200
Магний, мг/л	27	31	25	20	25	21	23	22	40	–
Железо общее, мг/л	0.93	0.47	0.64	0.22	0.07	2.40	0.08	0.21	0.1	0.3
Нефтепродукты, мг/л	0.806	1.017	1.250	0.164	0.019	0.147	0.077	0.184	0.05	0.1
Соленость, мг/л	0.59	0.72	1.03	0.72	0.27	0.42	0.52	0.55	–	–

Примечание. * Запах определялся при температуре воды в 20 °С; ** ЕМФ – единицы мутности по формазину на литр.

Таблица 3

Гидрометрические, гидрологические характеристики и описание створов исследуемых водотоков

Название реки и точка мониторинга	Скорость течения, м/с	Расход воды, м ³ /с	Краткое описание створа реки
Злая (К)	0.10	–	Русло землисто-каменное, водная растительность отсутствует, берега плотно покрыты различной растительностью
Злая (Ф)	0.20	0.28	Русло землисто-каменное, водная растительность отсутствует, берега плотно покрыты различной растительностью
Шлюзовая (К)	0.08	–	Русло землисто-каменное, водная растительность отсутствует, берега плотно покрыты различной растительностью
Шлюзовая (Ф)	0.10	–	Русло землистое, на берегах неплотная растительность, присутствует небольшое количество водных растений
Немнинка (К)	0.11	–	Русло землистое, с минимальным количеством водной растительности, берега покрыты невысокой травой
Немнинка (Ф)	> 0.01	0.00	Русло землистое и заболоченное, дно вязкое, много растительности в воде и на берегах, вода в реке цветет
Оса (К)	0.30	0.53	Русло землистое, берега и дно плотно покрыты растительностью с активной фауной
Оса (Ф)	0.15	0.15	Русло землисто-каменное, водная растительность отсутствует, берега плотно покрыты различной растительностью



Таблица 4

Кратность превышения ПДК, ИЗВ и класс качества воды в исследуемых водотоках

Название реки	Злая		Шлюзовая		Немонинка		Оса	
	К	Ф	К	Ф	К	Ф	К	Ф
Место отбора проб								
Цветность, градусы	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Запах, баллы	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Мутность, ЕМФ	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
рН, ед	Норма	Норма	Норма	Норма	Норма	Норма	Норма	Норма
Растворенный O ₂ , мг/л	15.21	8.57	9.87	8.85	9.68	8.77	9.84	7.97
ХПК, мг/л	0.13	0.15	0.34	0.20	0.15	0.20	0.14	0.15
БПК ₅ , мг/л	1.32	1.69	1.69	1.52	1.58	1.21	1.98	1.71
Нитраты, мг/л	0.05	0.02	0.05	0.04	0.02	0.05	0.03	0.02
Нитриты, мг/л	2.91	1.54	4.33	1.29	1.69	2.28	1.64	1.76
Аммоний, мг/л	2.21	3.70	3.57	1.44	1.72	2.01	2.77	2.86
Фосфаты, мг/л	0.32	0.62	0.54	0.68	1.82	1.06	0.34	0.48
Сухой остаток, мг/л	0.49	0.54	0.88	0.60	0.36	0.43	0.52	0.50
Хлориды, мг/л	0.48	0.63	0.24	0.48	0.43	0.60	0.50	0.40
Сульфаты, мг/л	0.92	0.95	1.48	0.90	1.07	1.13	0.85	0.83
Натрий, мг/л	1.77	1.78	1.67	1.65	1.75	1.67	1.73	1.70
Магний, мг/л	0.68	0.78	0.63	0.50	0.63	0.53	0.58	0.55
Железо общее, мг/л	9.31	4.69	6.41	2.19	0.66	23.95	0.77	2.06
Нефтепродукты, мг/л	16.12	20.34	25.01	3.28	0.37	2.95	1.54	3.68
ИЗВ	7.92	6.80	8.48	3.16	3.04	6.94	3.25	3.34
Класс качества воды*	VI	VI	VI	IV	IV	VI	IV	IV

Примечание. * VI – очень грязная; IV – загрязненная.

списывать со счетов также природные процессы. Наибольшее содержание таких веществ обычно наблюдается к концу лета, что связано с отмиранием водных организмов и разложением органических остатков, а также прижизненным выделением гидробионтов. Одна из задач дальнейших исследований – выяснить, носит ли превышение концентраций антропогенный или природный характер. Если подтвердится его антропогенный характер, то следует установить, связано ли это с периодами сельскохозяйственных работ или загрязнитель уже закрепился в рассматриваемых водных объектах.

Фосфаты нельзя назвать распространенным загрязнителем, так как их небольшой избыток обнаружен лишь в 2 пробах из 8, что, скорее всего, является частным случаем. Во время дальнейшей работы следует обратить внимание на поведение этого показателя, прежде чем делать какие-либо выводы.

Небольшое превышение натрия также обнаружено во всех отобранных пробах. Это, в свою очередь, может указывать на сельскохозяйственное воздействие путем попадания натриевой селитры в водотоки.

Концентрация железа в 6 пробах из 8 превышает ПДК, из них одна проба имеет серьезное превышение на фоне других. Такой уровень же-

леза в водотоках можно объяснить неглубоким залеганием грунтовых вод, которые в регионе сильно обогащены железом [23–24]. Грунтовые воды попадают в реки за счет естественного просачивания и вымывания осадками, но основное их количество поступает через мелиоративную сеть. Не стоит исключать сельскохозяйственные стоки, которые также могут повлиять на концентрацию железа в воде. Большое превышение ПДК железа в пробе воды из р. Немонинка (Ф), возможно, связано с заболачиванием русла (см. табл. 3).

Концентрация нефтепродуктов в 7 пробах из 8 превышает ПДК, из них 3 пробы имеют кратность превышения выше 15. В современных реалиях это один из наиболее распространенных загрязнителей, который не обошел стороной и изучаемые водотоки. Если концентрацию нефтепродуктов в р. Шлюзовая (Ф), р. Немонинка (Ф) и р. Оса (К; Ф) можно списать на антропогенную освоенность территории, что всегда сопряжено с таким видом загрязнения, то концентрация в р. Злая (К; Ф) и р. Шлюзовая (К) требует особого внимания.

Если говорить о р. Злая (К; Ф), то потенциальным загрязнителем может выступить самый крупный город района Славск, в котором к тому же находятся пять промышленных предприятий обрабатывающей отрасли. Не стоит игнорировать



и тот факт, что р. Злая берет свое начало за пределами Славского района, и появление излишков нефтепродуктов может иметь другой потенциальный источник, хотя явных загрязнителей по её течению, кроме озвученного, не обнаружено. При этом в р. Оса, которая протекает рядом с р. Злая почти на всем ее протяжении и имеет исток по соседству и схожую приточность, такой проблемы нет. Поэтому все сказанное подтверждает изначально выдвинутое предположение. В то же время р. Шлюзовая между истоком и устьем имеет семь сельскохозяйственных предприятий, которые интенсивно используют близлежащие территории, что, вероятнее всего, вносит свой вклад в концентрацию рассматриваемого показателя.

Отклонение результатов измерения гидрохимических показателей и ИЗВ контрольной точки мониторинга относительно фоновой отражено в табл. 5.

Как видно из табл. 5, разница ИЗВ между контрольной и фоновой точками р. Злая не очень высокая. Не однонаправленное изменение отдельных химических показателей в рамках имеющегося общего загрязнения можно считать незначительным и списать на приточность других рек между точками. ИЗВ двух контрольных и фоновых пунктов мониторинга почти одинаковое, что приводит к выводу, что часть р. Злая, протекающая по территории Славского района, имеет

класс качества воды «очень грязная» в целом, а не в отдельных ее местах. То же можно сказать и про р. Оса, с поправкой на то, что качество воды в ней на два класса лучше и имеет статус «загрязненная». Это можно связать с более низкой плотностью мелиоративной сети в районе протекания водотока.

Ситуация с загрязнением р. Шлюзовая более однозначная. Вниз по течению отмечается сильный рост загрязнения воды как по показателям ИЗВ, так и почти по всем отдельным концентрациям. Класс качества воды от фоновой до контрольной точки падает с IV до VI (рост ИЗВ на 168.35%). Как было сказано ранее, в зоне небольшого бассейна р. Шлюзовая (35,4 км²) ведут свою деятельность 7 сельскохозяйственных предприятий, с которых отводит воду достаточно плотный участок осушительной мелиоративной сети. Река также является водоприемником для трех насосных станций, хотя ее длина всего 35 км. Всё это в совокупности отложило сильный отпечаток на гидроэкологическое состояние водотока. Контрольный пункт наблюдения р. Шлюзовой самый загрязненный из всех рассмотренных. Ситуацию обостряет еще то, что река впадает в поверхностный источник водоснабжения – р. Промысловую, она же, в свою очередь, впадает в Куршский залив.

В р. Немонинка, напротив, качество воды в области истока сильно улучшилось по сравнению с

Таблица 5

Отклонение результатов измерения гидрохимических показателей и ИЗВ контрольной точки мониторинга относительно фоновой

Гидрохимические показатели	Название реки							
	Злая		Шлюзовая		Немонинка		Оса	
	Отклонение							
	отн., %	абс., мг/л	отн., %	абс., мг/л	отн., %	абс., мг/л	отн., %	абс., мг/л
Взвешенные вещества, мг/л	166.67	7.50	-56.58	-21.50	-50.00	-11.00	-52.31	-3.40
Растворенный O ₂ , мг/л	-24.86	-0.87	-10.32	-0.35	-90.94	-3.11	-19.10	-0.72
ХПК, мг/л	-15.28	-0.35	73.25	2.15	-25.45	-0.75	-4.57	-0.10
БПК ₅ , мг/л	-22.03	-0.78	11.32	0.36	30.95	0.78	15.97	0.57
Нитраты, мг/л	135.29	1.24	28.88	0.44	-52.06	-0.96	4.65	0.05
Нитриты, мг/л	89.43	0.11	235.92	0.24	-25.82	-0.05	-7.09	-0.01
Аммоний, мг/л	-40.33	-0.75	147.30	1.06	-14.44	-0.15	-3.28	-0.05
Фосфаты, мг/л	-48.39	-0.02	-20.59	-0.01	71.70	0.04	-29.17	-0.01
Сухой остаток, мг/л	-9.68	-52.50	47.28	282.50	-16.18	-70.00	4.52	22.50
Хлориды, мг/л	-24.21	-46.00	-49.65	-71.00	-27.37	-49.00	25.00	30.00
Сульфаты, мг/л	-2.48	-2.35	65.30	58.48	-5.79	-6.55	2.58	2.13
Натрий, мг/л	-0.47	-1.00	1.01	2.00	5.00	10.00	1.96	4.00
Магний, мг/л	-12.90	-4.00	25.00	5.00	19.05	4.00	4.55	1.00
Железо общее, мг/л	98.51	0.46	192.69	0.42	-97.24	-2.33	-62.62	-0.13
Нефтепродукты, мг/л	-20.77	-0.21	662.84	1.09	-87.30	-0.13	-58.28	-0.11
Соленость, мг/л	-18.06	-0.13	43.06	0.31	-35.71	-0.15	-5.45	-0.03
ИЗВ	16.47	1.12	168.35	5.32	-56.20	-3.90	-2.69	-0.09



областью устья, что легко поддается объяснению. Во первых, на такую разницу повлияла высокая естественная приточность, которая разбавила загрязненность, в частности, в р. Немонинка впадает питьевой канал (Полесский канал). Во вторых, как следует из описания створа фоновой точки, вода в ней стоячая и заболоченная, в отличие от контрольной точки, что также создает разницу в качестве. В-третьих, несоизмеримые размеры устья и истока делают последний более уязвимым к антропогенным и природным воздействиям. Несмотря на относительно хорошее качество воды и благоприятные факторы, в зоне истока реки такие показатели, как нитраты, нитриты, азот, фосфор и натрия превышены. Бассейн Немонинки охватывает почти всю рассматриваемую территорию, поэтому можно сказать, что в контрольной точке этого водотока концентрируется большая часть речного стока Славского района. Если не брать в расчет Полесский канал, который вносит большое количество чистой воды, то концентрация азотных, и не только, характеристик была бы еще выше, что подтверждает предположения о загрязнении рек со стороны сельского хозяйства. Положительный момент можно отметить в том, что концентрация железа и нефтепродуктов не превышает ПДК.

Заключение

Мониторинг геоэкологического состояния показал, что исследуемые водотоки в той или иной степени подвержены загрязнению. Класс качества воды в них варьируется от IV до VI. Об экологическом неблагополучии изученных водотоков свидетельствуют пониженная концентрация растворенного кислорода и повышенное значение БПК₅. Основные загрязнители в реках – это нефтепродукты, железо и азотные соединения. Сильная распространенность последних подразумевает попадание неочищенных сточных вод с сельскохозяйственных земель в водные объекты, что говорит о нерациональном природопользовании на исследуемой территории.

С ростом плотности осушительной сети, помноженной на сельскохозяйственную освоенность земель, увеличивается и негативное воздействие на водотоки. Наглядным примером могут выступать р. Злая и р. Шлюзовая, протекающие по наиболее мелиоративно и сельскохозяйственно освоенным участкам района. В этом аспекте показательна р. Шлюзовая, которая всецело протекает по территории Славского района и имеет наихудшие химические показатели, по крайней мере, в ее устьевой части, куда в конечном итоге стекают стоки. Нужно учитывать, что на рис. 1 показаны только основные открытые магистральные каналы, без закрытой регулирующей сети и мелких каналов, реальная плотность мелиоративной сети намного выше.

Стоит отметить и потенциальное влияние таких крупных городов, как Славск, в котором рас-

положены пять перерабатывающих предприятий. Необходимо также учитывать низкий уровень залегания грунтовых вод, питающих поверхностные водотоки, и искать решение по нивелированию их негативного воздействия.

На данный момент в мелиоративный комплекс Калининградской области вкладываются значительные финансовые ресурсы, что позволяет ему успешно развиваться и реконструироваться, а особая экономическая зона, предоставляющая различные льготы предприятиям, привлекает новых сельскохозяйственных производителей. Это хорошие предпосылки для обеспечения продовольственной безопасности региона и его устойчивого развития. Но при отсутствии должных эколого ориентированных, природоохранных и водоочистных мероприятий геоэкологическое состояние водных ресурсов будет только ухудшаться.

Важно продолжить запланированные исследования, чтобы составить более целостную картину, проясняющую те или иные выдвинутые в статье предположения. По завершении комплекса исследований можно будет спроецировать результаты работы на всю речную сеть Славского района, дав ей современную геоэкологическую характеристику и оценку. В дальнейшем это позволит более рационально составить программу мероприятий по уменьшению текущего негативного влияния антропогенной деятельности и восстановлению уже пострадавших от нее водных объектов.

Библиографический список

1. Вода. Общие требования к отбору проб : ГОСТ 31861-2012 : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 15 ноября 2012 г. № 42) [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200097520> (дата обращения: 01.12.2020).
2. Вода. Отбор проб для микробиологического анализа : ГОСТ 31942-2012 (ISO 19458 :2006) : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (по переписке, протокол от 3 декабря 2012 г. № 54) [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200097811> (дата обращения: 01.12.2020).
3. Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства : СП 11-103-97 : одобрен Департаментом развития научно-технической политики и проектно-изыскательских работ Госстроя России (письмо от 10.07.97 № 9-1-1/69) [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901704792> (дата обращения: 01.12.2020).
4. Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши : РД 52.24.309. 2016 : утвержден заместителем руководителя Росгидромета 08.12.2016 : введен в действие приказом Росгидромета от 20.12.2016 № 585 [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/495872993> (дата обращения: 01.12.2020).
5. Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности : ГОСТ Р 57164-2016 : утвержден и введен в



- действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 октября 2016 г. № 1412-ст [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200140391> (дата обращения: 01.12.2020).
6. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений химического потребления кислорода в пробах природных и очищенных сточных вод титриметрическим методом : ПНД Ф 14.1 :2.100-97 : утвержден заместителем председателя Государственного комитета РФ по охране окружающей среды А. А. Соловьяновым 21 марта 1997 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293832/4293832514.htm> (дата обращения: 01.12.2020).
7. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений биохимической потребности в кислороде после n-дней инкубации (БПКполн.) в поверхностных пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных сточных водах : ПНД Ф 14.1 :2 :3 :4.123-97 : утвержден заместителем председателя Государственного комитета РФ по охране окружающей среды А. А. Соловьяновым 21 марта 1997 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293832/4293832514.htm> (дата обращения: 01.12.2020).
8. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации хлоридов в пробах природных и очищенных сточных вод argentометрическим методом (Издание 2014 года) : ПНД Ф 14.1 :2.96-97 : утвержден заместителем председателя Государственного комитета РФ по охране окружающей среды А. А. Соловьяновым 21 марта 1997 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200044244> (дата обращения: 01.12.2020).
9. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных и сточных вод методом колоночной хроматографии с гравиметрическим окончанием : ПНД Ф 14.1 :2.116-97 : утвержден заместителем председателя Государственного комитета РФ по охране окружающей среды А. А. Соловьяновым 21 марта 1997 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200079417> (дата обращения: 01.12.2020).
10. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации сухого остатка в питьевых, поверхностных и сточных водах гравиметрическим методом : ПНД Ф 14.1 :2 :4.114-97 : утвержден и.о. директора ФБУ «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия» С. А. Хахалиным 23.03.2011 [Электронный ресурс]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293808/4293808591.htm> (дата обращения: 01.12.2020).
11. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовых концентраций взвешенных и прокаленных взвешенных веществ в пробах питьевых, природных и сточных вод гравиметрическим методом (Издание 2017) : ПНД Ф 14.1 :2 :4.254-09 : утвержден и.о. директора ФГБУ «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия» А. Г. Кудрявцевым 15 декабря 2017 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/556339176> (дата обращения: 01.12.2020).
12. Массовая концентрация нитратного азота в водах. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса после восстановления в кадмиевом редуторе : РД 52.24.380-2017 : утвержден руководителем Росгидромета 11.12.2017 : введен в действие приказом Росгидромета от 10.01.2018 № 1 [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/551160241> (дата обращения: 01.12.2020).
13. Массовая концентрация нитритного азота в водах. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса : РД 52.24.381-2017 : утвержден руководителем Росгидромета 11.12.2017 : введен в действие приказом Росгидромета от 10.01.2018 № 1 [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/550609473> (дата обращения: 01.12.2020).
14. Массовая концентрация аммонийного азота в водах. Методика измерений фотометрическим методом в виде индофенолового синего : РД 52.24.383-2018 : утвержден руководителем Росгидромета 02.03.2018 : введен в действие приказом Росгидромета от 02.04.2018 № 125 [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/551160238> (дата обращения: 01.12.2020).
15. Массовая концентрация фосфатов в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом : РД 52.10.738-2010 : утвержден руководителем Росгидромета [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200088047> (дата обращения: 01.12.2020).
16. Массовая концентрация железа общего и железа валового в водах. Методика измерений фотометрическим методом с 1,10-фенантролином : РД 52.24.358-2019 : утвержден руководителем Росгидромета 15.03.2019 : введен в действие приказом Росгидромета от 25.06.2019 № 294 [Электронный ресурс]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293727/4293727847.htm> (дата обращения: 01.12.2020).
17. Массовая концентрация сульфатов в водах. Методика измерений турбидиметрическим методом : РД 52.24.405-2018 : утвержден руководителем Росгидромета 24.07.2018 : введен в действие приказом Росгидромета от 17.08.2018 № 358 [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/551785676> (дата обращения: 01.12.2020).
18. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовых концентраций катионов калия, натрия, лития, магния, кальция, аммония, стронция, бария в пробах питьевых, природных, сточных вод методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «капель» (с Изменениями) (Издание 2007 года) : ПНД Ф 14.1 :2 :4.167-2000 : утвержден заместителем председателя Государственного комитета РФ по охране окружающей среды А. А. Соловьяновым 2000 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200079417> (дата обращения: 01.12.2020).
19. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям : РД 52.24.643-2002 : утвержден и введен в действие Росгидрометом 03.12.2002 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293831/4293831806.htm> (дата обращения: 01.12.2020).
20. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (с изменениями на 10 марта 2020 года) : зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской



Федерации 13 января 2017 года, регистрационный № 45203 [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420389120> (дата обращения: 01.12.2020).

21. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения : СанПиН 2.1.4.1074-01 : утвержден Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации первым заместителем министра здравоохранения Российской Федерации Г. Г. Онищенко 26 сентября 2001 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901798042> (дата обращения: 01.12.2020).

Поступила в редакцию 26.10.2020, после рецензирования 03.11.2020, принята к публикации 20.11.2020

Received 26.10.2020, revised 03.11.2020, accepted 20.11.2020

22. Спирин Ю. А. Анализ внутригодового распределения стока рек Славского района Калининградской области // Региональные геосистемы. 2020. Т. 44, № 2. С. 231–242.

23. Спирин Ю. А., Зотов С. И. Проблемы геоэкологического состояния и использования поверхностных вод Калининградской области // Вестник Удмуртского университета. Сер. «Биология. Науки о Земле». 2019. Т. 29, № 2. С. 221–227.

24. Великанов Н. Л., Наумов В. А., Маркова Л. В., Смирнова А. А. Результаты натурных исследований малых водотоков на мелиорированных землях региона // Вода : химия и экология. 2013. № 7. С. 18–26.

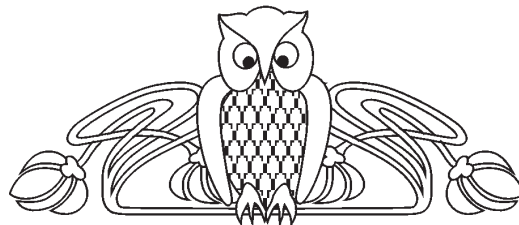


Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 44–48
Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Earth Sciences, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 44–48

Научная статья
УДК 314.424
<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-44-48>

Некоторые показатели смертности населения крупного региона Поволжского федерального округа

С. В. Уставщикова



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

Уставщикова Светлана Владимировна, кандидат географических наук, доцент, sveus1@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0816-9866>

Аннотация. Снижение смертности населения – общей, в детском и трудоспособном возрасте – является приоритетной целью федеральных и региональных властей. Однако рост доли населения старшего возраста в его общей численности, увеличение продолжительности жизни приводят к постарению населения в целом, а следовательно, и к повышению (при прочих равных условиях) относительных показателей смертности. Сокращение смертности – это снижение уровня смертности от внешних причин: несчастных случаев, отравлений, травм, наркотического и алкогольного воздействия. Укрепление физического и психического здоровья населения тоже будет способствовать снижению этого показателя.

Ключевые слова: возрастной состав населения, причины и зоны риска смерти, повозрастная смертность, значимые тенденции

Для цитирования: Уставщикова С. В. Некоторые показатели смертности населения крупного региона Поволжского федерального округа // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 44–48. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-44-48>

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

Article
<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-44-48>

Some population mortality indicators of the large region of Volga federal district

Svetlana V. Ustavshchikova, sveus1@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0816-9866>

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

Abstract. Reducing the mortality rate of the population: general, in childhood and people of working age is a priority goal of the federal and regional authorities. However, an increase in the proportion of the population in older ages in the total population, and an increase in life expectancy leads to an aging of the population as a whole, and, consequently, to an increase (all other things being equal) of the relative mortality rates of the entire population. The potential for mortality reduction is a reduction in mortality due to external causes: from accidents, poisoning, injuries, drug and alcohol exposure. Strengthening the physical and mental health of the population will also contribute to this component decrease.

Keywords: age composition, causes and risk zones of death, age-specific mortality, significant trends

For citation: Ustavshchikova S. V. Some population mortality indicators of the large region of Volga federal district. *Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Earth Sciences*, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 44–48 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-44-48>

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

Введение

Снижение общей смертности населения, а также в детском и трудоспособном возрасте от отдельных заболеваний является одной из приоритетных целей реализации федеральных и областных целевых программ в сфере здравоохранения. Сокращение уровня смертности, сохранение и укрепление здоровья населения, увеличение продолжительности активной

жизни – основные задачи демографической политики Российской Федерации в целом и регионов в частности (в том числе и Саратовской области) на период до 2025 года [1–3]. Анализ динамики демографических показателей, таких как численность населения, уровень смертности и рождаемости, ожидаемая продолжительность жизни, позволяет выявить основные тенденции демографического «здоровья» населения той или иной территории.



Материалы и методы

Выявлены основные (приоритетные) причины смертности населения Саратовской области. Анализ этого показателя за 2015 г. и 2019 г. проведен по данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики. Изучались тенденции (направление движения) следующих показателей: возрастной структуры и смертности населения моложе трудоспособного и трудоспособного возраста, а также пожилых жителей за период 2015–2019 гг. Графический анализ выполнен в программе MS Excel-2013.

Результаты и их обсуждение

Численность населения Саратовской области продолжает сокращаться. На данный показатель влияют два основных процесса: естественное воспроизводство и миграционное движение. Область теряет население в результате обоих процессов. Естественный прирост в регионе отрицательный, в настоящее время он падает в результате снижения рождаемости (рис. 1).

Миграционное сальдо отрицательное. Область теряет население в результате обмена как с регионами России, так и с зарубежными странами (-5,6 тыс. человек в 2019 г.). В большей мере в миграции задействовано население трудоспособного возраста.

Возрастная структура населения регрессивная, растет демографическая нагрузка именно на трудоспособное население за счет старшего поколения.

Почти треть населения региона – люди пенсионного возраста, доля трудоспособного населения постоянно сокращается (рис. 2).

В 2019 г. в Саратовской области наметилась тенденция к снижению смертности населения. Коэффициент общей смертности по итогам 2019 г. – 13,7 на 1000 населения, что на 1,4% ниже 2018 г. (13,9 на 1000 населения). По указанному показателю Саратовская область занимает 10-е место в Приволжском федеральном округе (коэффициент смертности 12,9 на 1000 населения) и 56-е место в Российской Федерации (12,3 на 1000 населения). Умеренные темпы снижения смертности объясняются активным процессом старения населения.

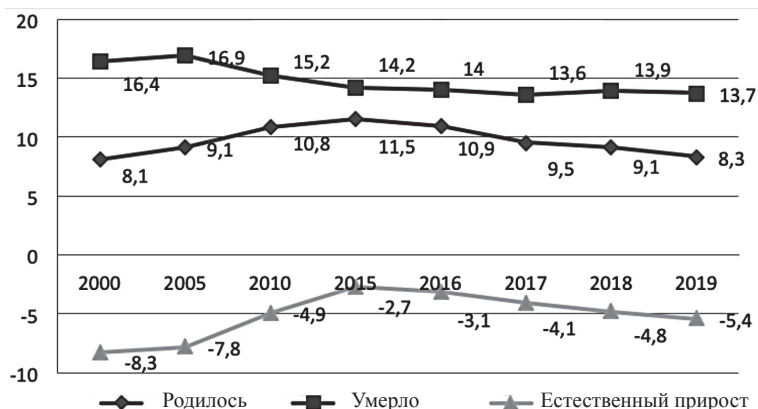


Рис. 1. Динамика показателей коэффициентов рождаемости, смертности, естественного прироста (на 1000 человек). Сост. по: [4]

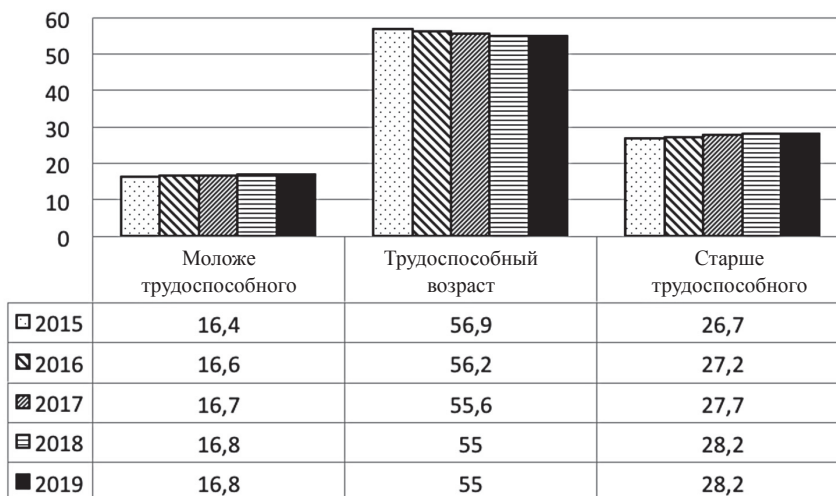


Рис. 2. Изменение возрастной структуры населения, %. Сост. по: [5]



Растет продолжительность жизни. Доля пожилых граждан (старше 65 лет) в регионе на 2% выше, чем по Российской Федерации (17 и 15% соответственно). Средний возраст населения области на 1,5 года выше среднего по России (41,57 лет и 40,02 года соответственно). Как и следовало ожидать, около 80% смертей приходится на людей старше трудоспособного возраста (табл. 1).

Таблица 1
Вклад отдельных возрастных групп в общую смертность населения в 2017–2019 гг., %

Возраст	2017	2018	2019
Младше трудоспособного	0,7	0,7	0,6
Трудоспособный	19,4	18,6	19,4
Старше трудоспособного	79,9	80,7	80,0

Сост. по: [6].

Смертность населения трудоспособного возраста дифференцирована по полу (мужчины умирают более чем в 3 раза чаще женщин) и месту проживания (в сельской местности смертность и мужчин, и женщин выше, чем в городской) (рис. 3). Пополнение населения России трудоспособного возраста идет, в частности, за счёт иммигрантов, переходящих в разряд постоянного населения страны. В их структуре преобладают люди трудоспособного возраста – 25–40 лет (3/5 – мужчины). Это постоянно омолаживает структуру населения Российской Федерации трудоспособного возраста, способствует снижению общих показателей смертности в этой группе [7]. Саратовская область в последние годы перестала быть привлекательной для внешних мигрантов, что не увеличивает численность населения трудоспособного возраста. Потеря молодежи в процессе регионального обмена также не способствует этому. Следовательно, статистически, сокращение численности трудоспособного населения приводит к снижению показателей смертности. В ближайшем будущем в результате реализации

пенсионной реформы в категорию трудоспособных перейдут люди более старшего возраста, что, с одной стороны, увеличит численность населения трудоспособного возраста, с другой – приведет к росту смертности.

Как и в большинстве регионов России, главными причинами смертности населения Саратовской области являются: сердечно-сосудистые заболевания (1-е место), новообразования (2-е место), внешние причины (3-е место) (рис. 4). Рост смертности от 1-й и 2-й причины связан с постарением населения. Помимо общих тенденций старения населения, растет доля лиц с избыточным весом, сохраняются вредные привычки (регулярное чрезмерное употребление алкоголя), низкое качество еды, что не способствует сокращению смертности от сердечно-сосудистых заболеваний (ишемической болезни сердца, инсульта, деменции). Факторами, способствующими росту онкологических заболеваний в России и области, являются: «общие тенденции старения населения и рождаемости»; постоянное ухудшение экологии, особенно в крупных густонаселенных городах, промышленных центрах; ухудшение качества и состава пищи; неумеренный режим питания; курение и алкоголь; как следствие, рост числа мутаций в ДНК новорожденных [7].

Очень важно отметить, что смертность от внешних причин снижается. Однако смертность в результате дорожно-транспортных происшествий по-прежнему остается на высоком уровне. Снижение данного вида смертности зависит от многих показателей: высокой степени безопасности на автодорогах, а также автомобилей, высокой культуры вождения, охраны труда водителей, оперативной помощи пострадавшим в ДТП.

Значимое место среди внешних причин занимает показатель «смертность от убийств и самоубийств», особенно в трудоспособном возрасте. В сельской местности таких смертей больше, чем в городской (рис. 5).

Младенческая смертность (смертность детей до года) сокращается как в Саратовской области,

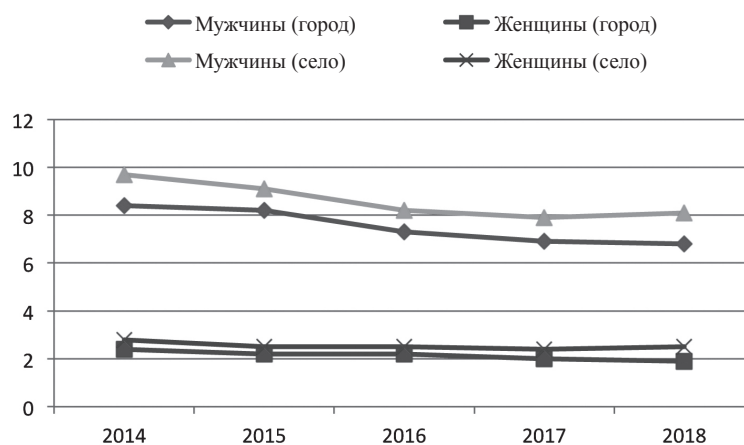


Рис. 3. Смертность населения трудоспособного возраста (мужчины 16–59 лет, женщины 16–54 года) на 1000 человек. Сост. по: [5]

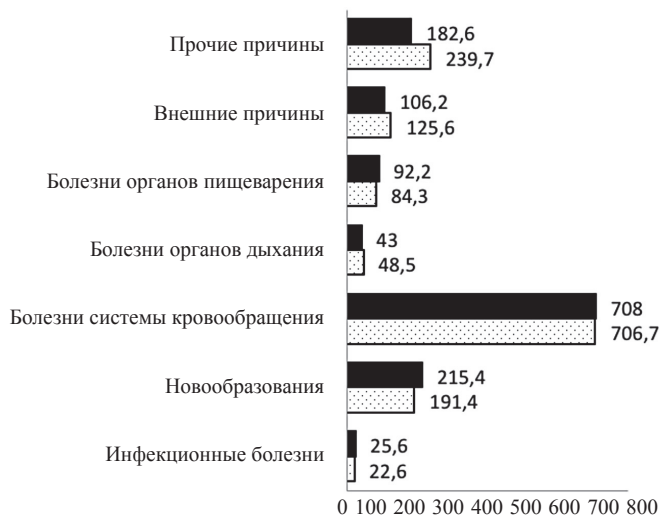


Рис. 4. Смертность по основным классам причин (на 100 000 человек населения): ■ – 2019 г., □ – 2020 г. Сост. по: [5]

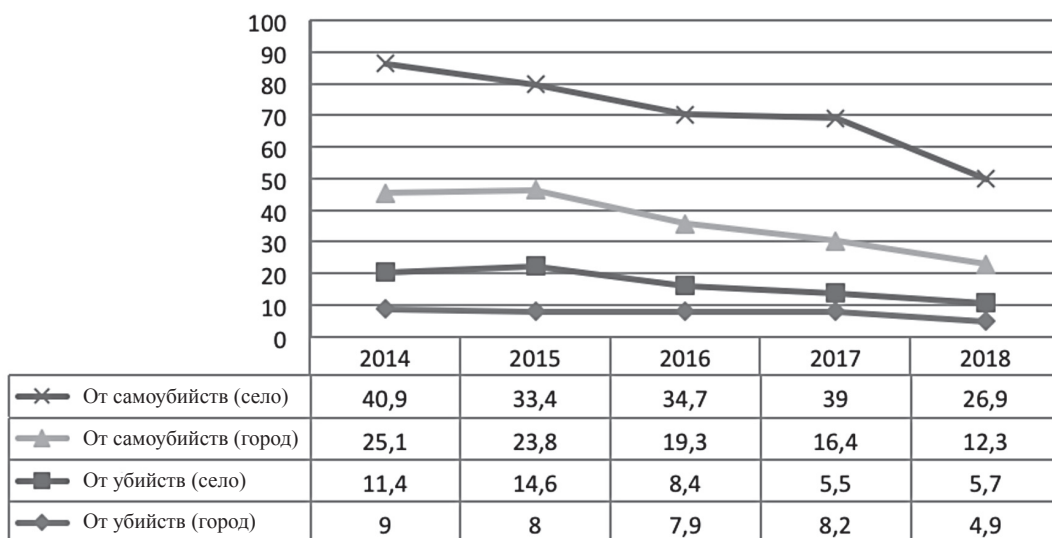


Рис. 5. Смертность населения трудоспособного возраста от убийств и самоубийств (на 100 000 человек населения). Сост. по: [5]

так и по России. Этот показатель сегодня находится на уровне развитых стран мира (табл. 2). В структуре младенческой смертности на первом месте стоят состояния, возникшие в перинатальном периоде, далее идет смертность от врожденных аномалий и внешних причин.

Таблица 2

Возрастные показатели смертности на 1000 населения соответствующего возраста по Саратовской области (2015–2019 гг.)

Возраст	2015	2016	2017	2018	2019
До 1 года	6,9	6,5	5,1	4,7	3,9
1–14 лет	0,28	0,31	0,25	0,3	0,22
15–17 лет	0,55	0,36	0,26	0,56	0,43

Сост. по: [6].

В структуре смертности детей от года до 14 лет в 2019 г. 1-е место занимали несчастные случаи, травмы, отравление (42,6%), 2-е место – новообразования (13,4 %), 3-е место – болезни нервной системы (12,2 %). Уровень смертности детей в результате внешних причин в области остается высоким, особенно в подростковой группе (15–17 лет) [6].

Выводы

Исследована динамика естественного воспроизводства населения (естественный прирост отрицательный), возрастная структура населения носит регрессивный характер. Выявлены тенденции к снижению доли трудоспособного населения (главная причина – миграционный отток). Выявле-



ны приоритетные (основные) причины. Проведено сравнение структуры смертности населения в 2015 г. и 2019 г. Показаны статистически значимые изменения по причинам смерти, что связано с процессом старения населения. Отражены причины смертности – это снижение уровня смертности в результате внешних причин: от несчастных случаев, отравлений, травм, наркотического и алкогольного воздействия. Укрепление физического и психического здоровья населения также будет способствовать снижению этого показателя. Подобные тенденции смертности характерны для большинства регионов Поволжского федерального округа вследствие регрессивной возрастной структуры населения, отрицательного естественного и миграционного прироста [8].

Результаты исследования могут быть использованы при разработке региональных и муниципальных медицинских и социальных программ с целью снижения зон риска по возрастной смертности.

Библиографический список

1. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года : указ Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/57425> (дата обращения: 18.06.2020).
2. Концепция демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года : указ Президента РФ от 9 октября 2007 г. № 1351 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/26299> (дата обращения: 10.08.2020).
3. О Концепции демографической политики Саратовской области на период до 2025 года (с изменениями на 9 октября 2008 года) [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/933011138> (дата обращения: 10.08.2020).
4. Федеральная служба государственной статистики (Росстат) : Центральная база статистических данных (ЦБСД) [Электронный ресурс]. URL: <http://cbsd.gks.ru/> (дата обращения: 10.08.2020).
5. Муниципальная статистика Саратовской области [Электронный ресурс]. URL: https://gks.ru/scripts/db_inet2/passport/pass.aspx?base=munst63&r=63603000 (дата обращения: 02.08.2020).
6. Об утверждении региональной программы Саратовской области «Развитие системы оказания паллиативной медицинской помощи» : постановление правительства Саратовской области от 31 августа 2020 г. № 740-П [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/hotlaw/saratov/1411353> (дата обращения: 02.08.2020).
7. Рыбаковский О. Л. Воспроизводство населения России : задачи, тенденции, факторы и возможные результаты к 2024 году // Народонаселение. 2020. Т. 23, № 1. С. 53–66.
8. Уставщикова С. В. Региональные особенности демографического развития субъектов ПФО (2000–2016 гг.) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2017. Т. 17, № 3. С. 160–164.

Поступила в редакцию 08.10.2020, после рецензирования 05.11.2020, принята к публикации 20.11.2020
Received 08.10.2020, revised 05.11.2020, accepted 20.11.2020

ГЕОЛОГИЯ

Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 49–57

Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Earth Sciences, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 49–57

Научная статья

УДК 082 + [550.8+553](082)

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-49-57>

Вулканогенный материал в верхнеюрско-нижнемеловых отложениях востока Русской плиты и его источники

К. И. Никашин, С. О. Зорина[✉]

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия, 420008, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18

Никашин Константин Игоревич, лаборант, kostya97@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4749-9895>

Зорина Светлана Олеговна, доктор геолого-минералогических наук, профессор, svzorina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6315-1672>

Аннотация. В верхнеюрско-нижнемеловых отложениях Ульяновско-Саратовского прогиба широко распространена «камуфлированная» пирокластика, представленная смектитом, иллит-смектитом, гейландитом и обломками вулканических стекол. Вариации содержания пирокластики и продуктов ее преобразования по разрезу (от 17 до 72%), вероятно, связаны с колебанием объема вулканического привноса. Микрокомпонентный состав пород указывает на преимущественно кислый источник пеплового материала; лишь черносланцевые промзинская свита и ульяновская толща тяготеют к смешанному андезит-базальтовому и фельзитовым источникам. Предполагаемыми источниками пирокластики в мезозойском бассейне востока Русской плиты являются островные дуги северной окраины Тетиса, а также Арктическая магматическая провинция.

Ключевые слова: Ульяновско-Саратовский прогиб, «камуфлированная» пирокластика, вулканические стекла, Пери-Тетис, островная дуга, Арктическая магматическая провинция

Благодарности. Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета, за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания № 671-2020-0049 в сфере научной деятельности, при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по договору № 14.Y26.31.0029 в рамках реализации постановления Правительства № 220.

Для цитирования: Никашин К. И., Зорина С. О. Вулканогенный материал в верхнеюрско-нижнемеловых отложениях востока Русской плиты и его источники // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 49–57. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-49-57>

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

Article

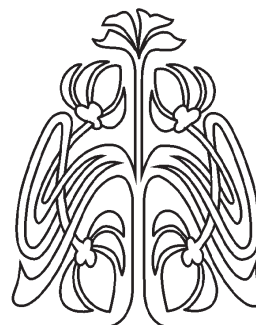
<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-49-57>

Volcanogenic material in upper jurassic-lower cretaceous deposits of the Eastern Russian plate and its sources

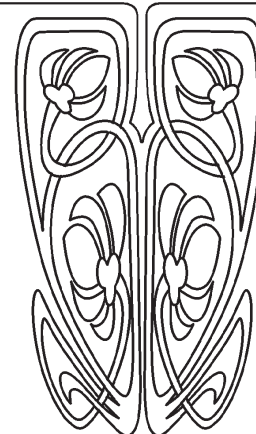
Konstantin I. Nikashin, kostya97@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4749-9895>

Svetlana O. Zorina[✉], svzorina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6315-1672>

Kazan (Volga region) Federal University, 18 Kremlevskaya St., Kazan 420008, Tatarstan, Russia



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





Abstract. Widespread “camouflaged” pyroclastics including smectite, illite-smectite and heulandite are detected in the upper jurassic– lower cretaceous deposits of the Ulyanovsk-Saratov basin. Moreover, volcanic glasses are found in several stratigraphic units. The quantity of pyroclastic material in the study section (17–72%) is probably related to volcanic input in the basin. Concentrations of the trace and rare earth elements point to a predominantly acid source of ash material, except the Promzino and Ulyanovsk black shale formations linked to the mixed andesite-basaltic and felsic sources. Island arcs of the Northern Tethys basin and the High-Altitude Arctic Igneous Province are regarded as probable sources of the pyroclastic influx in the epeiric basin of the Russian Platform in the Jurassic-Early Cretaceous.

Keywords: Ulyanovsk-Saratov Trough, “camouflaged” pyroclastics, volcanic glass, Peri-Tethys, island arc, High-Altitude Arctic Igneous Province

Acknowledgements: This paper has been supported by the Kazan Federal University Strategic Academic Leadership Program. The work was supported by the Ministry of Science and High Education of the Russian Federation contract no. 14.Y26.31.0029 in the framework of the Resolution no. 220 of the Government of the Russian Federation. This work was funded by the subsidy allocated to Kazan Federal University for the state assignment no. 671-2020-0049 in the sphere of scientific activities.

For citation: Nikashin K. I., Zorina S. O. Volcanogenic material in upper jurassic-lower cretaceous deposits of the Eastern Russian plate and its sources. *Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Earth Sciences*, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 49–57 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-49-57>

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

Введение

Существенная роль наземного вулканизма в процессах осадконакопления подчеркивалась многими исследователями [1, 2]. Известно, что вулканы поставляют пирокластический материал не только в вулканические области, но и на платформы. Пепловые тучи могут переноситься высотными струйными течениями атмосферы на расстояние более чем 10000 км [3, 4], в некоторых случаях огибая Землю несколько раз, и разгружаться на значительном удалении от своих источников.

Основной компонент вулканического пепла – вулканические стекла – термодинамически неустойчив в условиях водной среды. В морских фациях в результате гальмиролиза и постседиментационных преобразований пепловые частицы теряют Ca, Si, Mg, подвергаются девитрификации и замещаются другими минеральными фазами [5]. В зависимости от состава исходного пирогенного материала, температуры, кислотности и других физико-химических параметров среды продукты преобразования пирокластике могут включать в себя такие минералы, как смектит, цеолиты, глауконит, палыгорскит и некоторые другие [5]. Кроме того, в состав пеплового материала могут входить мафические минералы, такие как пироксен и амфибол, неустойчивые в поверхностных условиях. Для обозначения совокупности этих продуктов А. Г. Коссовской в 1975 г. был предложен термин «камуфлированная» пирокластике.

Следы пирокластике выявлены в осадочном чехле Русской плиты (РП). Так, в девонских и каменноугольных нефтеносных отложениях Южно-Татарского свода с помощью рентгенографических исследований [6] установлено присутствие цеолитов (клиноптилолита и морденита), а также амфиболов и пироксенов.

Первое сообщение об обнаружении пирокластике в мезозойских толщах востока РП было сделано Н. В. Рентгартен и К. И. Кузнецовой в 1967 г. [7]. В терригенно-карбонатных отложе-

ниях средневожского подъяруса Поволжья ими были обнаружены крупные оскольчатые фрагменты вулканических стекол, агрегаты цеолита, свежие кристаллы амфибола и пироксена. Позже в многочисленных верхнемеловых и палеоценовых разрезах востока и юго-востока РП были найдены цеолиты и вулканические стекла [8]. Новые данные о пирокластике в верхнеюрско-нижнемеловых отложениях Ульяновско-Саратовского прогиба (УСП) приводятся в кратком сообщении [9]. В настоящей статье представлены результаты детального исследования «камуфлированной» пирокластике и геохимических особенностей верхнеюрско-нижнемеловых отложений, вскрытых Татарско-Шатрашанской скважиной № 1, расположенной на юго-западе Республики Татарстан на северо-востоке УСП. На основе полученных результатов сделаны предположения об источниках пирокластического материала.

Геологическое строение

Верхнеюрско-нижнемеловой разрез Татарско-Шатрашанской скважины представлен сероцветными терригенными и терригенно-карбонатными отложениями общей мощностью 250 м (рис. 1). Стратиграфическое расчленение верхнеюрской части этого разреза произведено согласно унифицированной региональной схеме юрских отложений [10], а нижнемеловой – унифицированным схемам нижнемеловых отложений Восточно-Европейской платформы [11].

Верхнеюрская часть разреза представлена снизу вверх серыми и темно-серыми известковистыми глинами, мергелями новиковской и тразовской толщ мощностью 51 м, темно-серыми и зеленовато-серыми песчаниками и сланцеватыми битуминозными алевролитами промзинской свиты мощностью 6 м. Промзинские черные сланцы содержат до 27% $C_{орг}$ и считаются проявлением позднейюрского субглобального аноксического события [12]. Завершает верхнеюрскую часть разреза ундорская свита, представленная зелено-

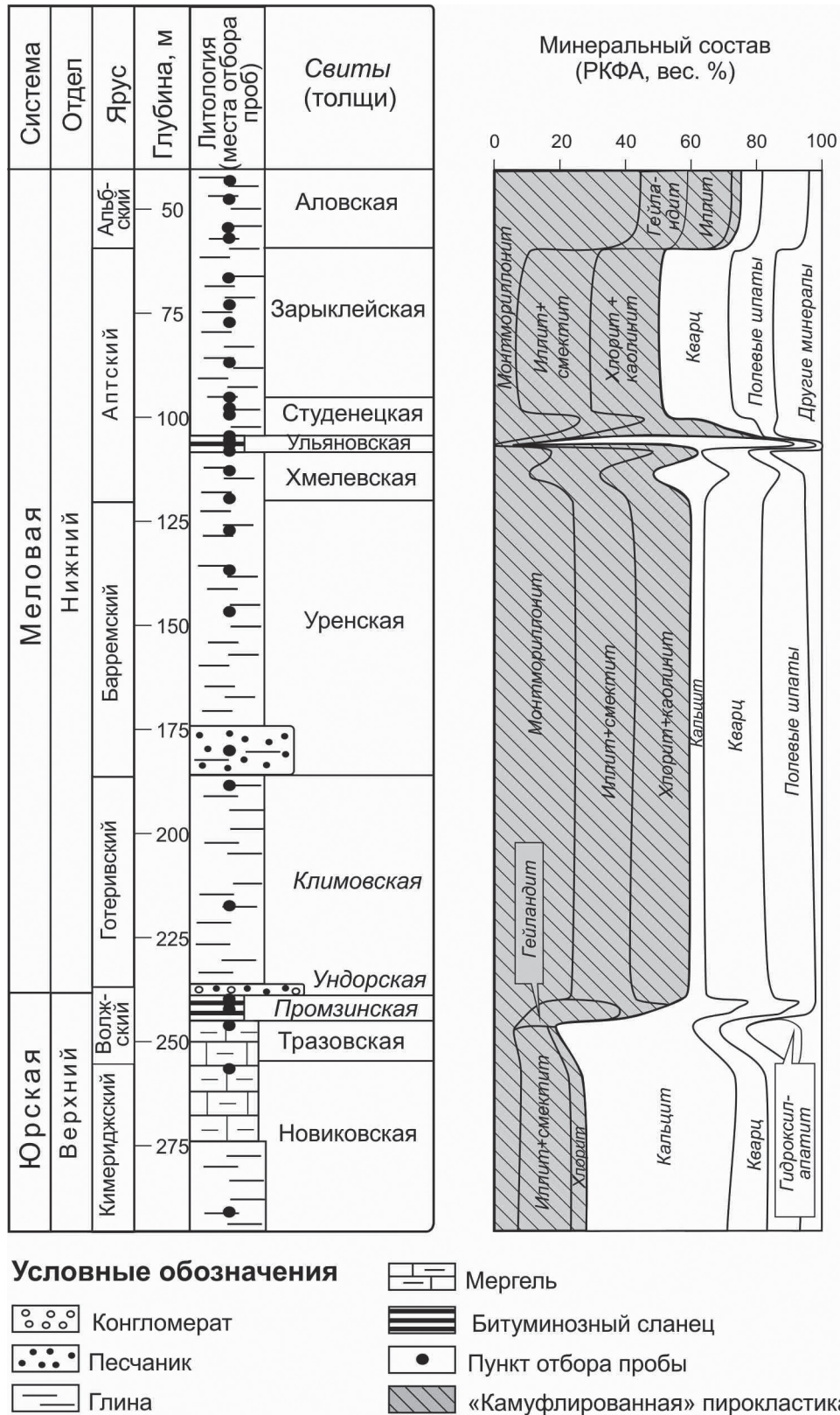


Рис. 1. Стратиграфическая схема верхнеюрско-нижнемеловых отложений, вскрытых Татарско-Шатрашанской скважиной № 1, и минеральный состав пород по данным рентгеновского количественного фазового анализа [9]



вато-серыми кварц-глауконитовыми песчаниками мощностью 1,5 м.

Отложения нижнего мела залегают на юре с перерывом и включают в себя долгорецкую и климовскую свиты верхнего готерива, уренскую толщу баррема, хмелевскую, ульяновскую, студенческую и зарыклейскую толщи апта, а также аловскую свиту среднего альба. Готерив-аптские отложения представлены темно-серыми, в основном безызвестковистыми глинами с прослоями зеленовато-серых кварц-глауконитовых песчаников общей мощностью 180 м. На их фоне литологически контрастно выделяется нижнеаптская ульяновская толща, сложенная сланцеватыми битуминозными глинами мощностью 4 м, считающаяся проявлением глобального океанского аноксического события ОАЕ-1а [13, 14]. Среднеальбская аловская свита, завершающая нижнемеловую часть разреза, сложена темно-серыми глинами с прослоями песков, алевроитов и песчаных опок мощностью 19 м.

Материалы и методы

Для выявления пирокластического материала было исследовано свыше 60 образцов из верхнеюрско-нижнемелового интервала Татарско-Шатрашанской скважины (см. рис. 1). Комплекс аналитических методов включал рентгеновский количественный фазовый анализ (РКФА), электронно-микроскопический анализ с микрозондом, спектроскопию комбинационного рассеяния света (рамановская спектроскопия), масс-спектрометрию с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS) и рентгено-флуоресцентный анализ (РФА). Рентгенографические исследования проводились на дифрактометре D2 Phaser (Bruker). Электронно-микроскопические изображения и энергодисперсионные спектры получены на растровом электронном микроскопе XL-30 ESEM (Phillips) с ЭДС-анализатором EDAX. Микро- и макроэлементный состав образцов определялся на изотопном масс-спектрометре iCAP Qc (Thermo Fisher Scientific) и рентген-флуоресцентном спектрометре S8 Tiger (Bruker) соответственно.

Из фракции 0,063–0,1 мм нескольких проб из промзинской свиты были экстрагированы вулканические стекла. Выделенные фрагменты вулканических стекол изучались на рамановском спектрометре inVia Qontor (Renishaw). Для количественного определения химического состава стекол полученный спектр анализировался в программе MS Excel по методике, предложенной в [15]. Все лабораторные исследования проведены в Институте геологии и нефтегазовых технологий КФУ.

Результаты

Рентгенографический анализ

Минеральный состав исследованных пород, по данным РКФА, представлен на рис. 1. Глины

верхнеюрских новиковской и тразовской толщ имеют близкий минеральный состав и почти наполовину сложены биогенным кальцитом. Их глинистая компонента представлена хлоритом (до 6%), смектитом (до 8%) и гидрослюдой (до 13%). Примечательным компонентом новиковских глин является цеолит (4%) из группы гейландита. Промзинские черные сланцы характеризуются сходной ассоциацией глинистых минералов, содержание смектита в которой увеличивается до 11%. Содержание гейландита достигает 24%.

Состав нижнемеловых хмелевской, ульяновской и студенческой толщ весьма однообразен. Доля смектита в этих породах весьма существенна и достигает 26%. Глины аловской свиты среднего альба характеризуются наибольшим содержанием смектита (до 44%), что позволяет отнести их к бентонитоподобным глинам, согласно [16], в их составе также присутствует гейландит (до 15%).

Электронно-микроскопический и микрозондовый анализ и рамановская спектроскопия

Результаты электронно-микроскопического изучения промзинских черных сланцев (рис. 2) хорошо согласуются с данными РКФА. На полученных изображениях хорошо видны агрегаты дощатых кристаллов гейландита (см. рис. 2, а), погруженные в сплошной смектитовый матрикс.

Во фракции 0,063–0,25 мм промзинских битуминозных глин были обнаружены вулканические стекла. Размер этих остроугольных пепловых частиц составляет 0,1–0,2 мм, форма варьирует от изометричной до слегка вытянутой (см. рис. 2, б). Интерпретация рамановского спектра стекол, проведенная по методике Di Genova [15], выявила весьма высокое содержание в них суммы оксидов SiO_2 и Al_2O_3 (89,2%), что позволяет говорить об их кислом или среднем составе (см. рис. 2, д).

Глины хмелевской толщи, имеющие типичный для нижнемеловой части разреза облик, сложены в основном агрегатами смектита и иллита, пластинчатыми агрегатами хлорита и каолинита с отдельными фрагментами высокотитанистых вулканических стекол размером порядка 50 мкм (см. рис. 2, в).

Аловская глина представлена преимущественно смектитовым матриксом, который содержит малоизмененные остроугольные частицы вулканического стекла (см. рис. 2, з).

Геохимический анализ

Геохимическое изучение рассматриваемых пород позволило выявить особенности их макро- и микрохимического состава, указывающие на присутствие привносившегося вулканического материала, а также тектоническую и геодинамическую приуроченность его источников (рис. 3).

Макрохимический состав изученных образцов представлен в таблице. Для всех проб был рассчитан индекс химического изменения (chemical index of alteration – CIA) по формуле

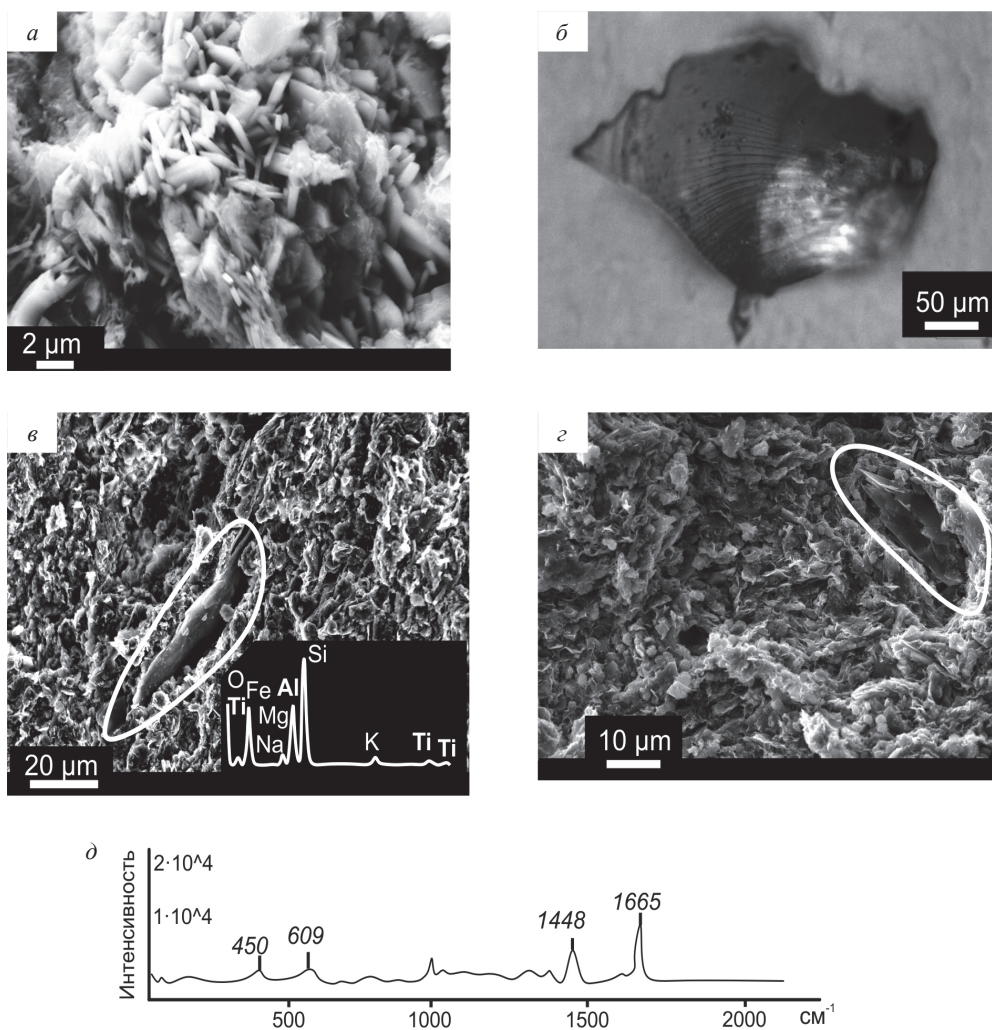


Рис. 2. Электронно-микроскопические изображения: *a* – кристаллы гейландита в промзинском битуминозном сланце; *б* – вулканическое стекло в промзинском битуминозном сланце; *в* – вулканическое стекло в хмелевской глине; *г* – вулканическое стекло в аловской глине; *д* – рамановский спектр вулканического стекла из промзинского битуминозного сланца

$Al_2O_3/(Al_2O_3+CaO_{2sil}+Na_2O+K_2O)$ [17]. Его значения оказались невысокими, среднее значение по разрезу составило 74. Следовательно, поступающий в бассейн материал не был подвержен сильному химическому выветриванию, что согласуется с гипотезой о его золотой транспортировке в виде пепловых облаков.

Особенности распределения редкоземельных элементов (РЗЭ) продемонстрированы на спайдер-диаграмме (см. рис. 3, *a*), где усредненное по свитам и толщам распределение этих элементов нормировано на хондрит [18]. Все стратоны характеризуются схожей картиной распределения РЗЭ. Содержание РЗЭ в верхнеюрских и нижнемеловых глинах (см. таблицу) превышает аналогичное содержание в PAAS (постаршейском австралийском глинистом сланце [18]), что указывает на преимущественно кислый состав материала, поступавшего в бассейн. В то же время суммарное содержание РЗЭ в высокоуглеродистых промзинской свите и

ульяновской толще, а также в аловской свите ниже, чем в PAAS (см. таблицу), что можно объяснить привнесением в бассейн основной пирокластике [18]. Об этом же свидетельствуют несколько пониженные значения Eu-аномалии ($Eu/[Sm \times Gd]^{0.5}$) в породах этих трех стратонов (см. таблицу).

Для уточнения петрохимического типа источников вулканического материала и определения их палеотектонической позиции были использованы дискриминантные диаграммы, основанные на концентрациях малых элементов. Диаграмма La–Th/Hf (см. рис. 3, *в*) [19] показывает, что большая часть образцов тяготеет к островодужным фельзитам, т. е. к кислому источнику, и лишь отдельные образцы из промзинской свиты и ульяновской толщи смещены в сторону более основного, андезитового, источника. При этом на диаграмме Ti/Zr–La/Sc (см. рис. 3, *б*) [20] почти все образцы группируются вдоль поля континентальных островных дуг.



Результаты геохимического изучения верхнеюрско-нижнемеловых пород из Тагарско-Шатрашанской сваянки, усреднённые по свитам и толщам

Свита, толща (количество образцов)	Аловская (4)	Зарыктейская (6)	Студенческая (1)	Ульяновская (5)	Хмелевская (4)	Уренская (13)	Климовская (7)	Промзинская (6)	Тразовская (5)	Новиковская (9)	РААС [18]
Al ₂ O ₃ , %	13,63	18,29	15,48	7,77	16,44	16,71	17,65	7,08	5,47	11,43	
CaO _{2sil} , %	1,86	1,07	1,13	3,62	2,26	1,03	0,54	–	–	–	
Na ₂ O, %	0,51	0,96	0,48	0,26	0,90	1,65	1,14	0,86	0,42	0,59	
K ₂ O, %	3,02	3,58	2,90	1,18	3,47	3,91	3,22	1,87	1,39	2,56	
ClA	71,65	76,53	77,4	72,15	70,83	71,78	78,3	–	–	–	
La*	74,22	116,06	121,89	90,94	107,89	112,56	93,64	75,35	224,30	91,52	103,54
Ce*	58,76	92,13	94,96	68,72	81,27	92,17	88,39	60,45	253,02	90,22	83,595
Pr*	47,45	74,94	79,99	59,37	68,05	73,32	66,46	46,84	141,97	56,46	64,964
Nd*	32,12	49,52	52,25	40,15	45,29	48,72	43,35	32,49	103,74	38,14	45,007
Sm*	18,87	28,96	30,95	23,61	26,71	28,92	25,85	19,95	67,91	22,00	24,242
Eu*	10,85	17,20	18,57	14,52	15,86	17,17	14,71	11,30	42,19	12,08	12,644
Gd*	12,89	18,88	20,49	16,96	18,18	19,59	16,28	14,46	56,13	13,87	15,359
Tb*	10,57	15,50	16,61	14,19	15,02	15,99	13,73	12,68	45,10	11,69	13,276
Dy*	8,74	12,56	13,39	11,99	12,54	12,97	10,71	10,72	39,17	9,28	11,549
Ho*	8,38	11,90	12,91	11,63	11,82	12,04	9,82	10,56	38,90	8,93	11,751
Er*	8,16	11,67	12,24	11,49	11,74	11,85	9,64	10,58	36,96	8,73	11,647
Tm*	8,63	11,85	12,24	11,72	12,29	11,65	10,12	11,00	33,16	9,37	11,236
Yb*	8,31	11,14	11,30	11,00	11,69	11,24	9,92	10,60	27,75	8,65	11,29
Lu*	7,57	10,31	10,89	10,13	11,03	10,66	9,40	9,96	25,40	8,15	11,286
Eu аном.	0,69554	0,73542	0,73738	0,7253	0,71957	0,72164	0,71722	0,6653	0,68327	0,6918	0,6552
Σ PЗЭ, ppm	135,03	208,37	164,2	152,65	203	202,55	188,05	131,17	498,2	179,7	431,39
Ti/Zr	34,97	34,36	37,07	37,68	33,61	28,84	25,64	23,84	20,29	23,36	
La/Sc	1,58	1,90	1,70	1,65	1,91	1,92	1,65	2,61	2,54	1,67	
La/Th	2,93	3,67	3,07	3,48	3,36	3,27	2,70	4,89	5,08	2,53	
Hf, ppm	3,00	4,09	3,64	1,90	4,13	4,53	4,92	2,01	3,35	3,57	

Примечание. * Содержание нормировано на хондрит [18].

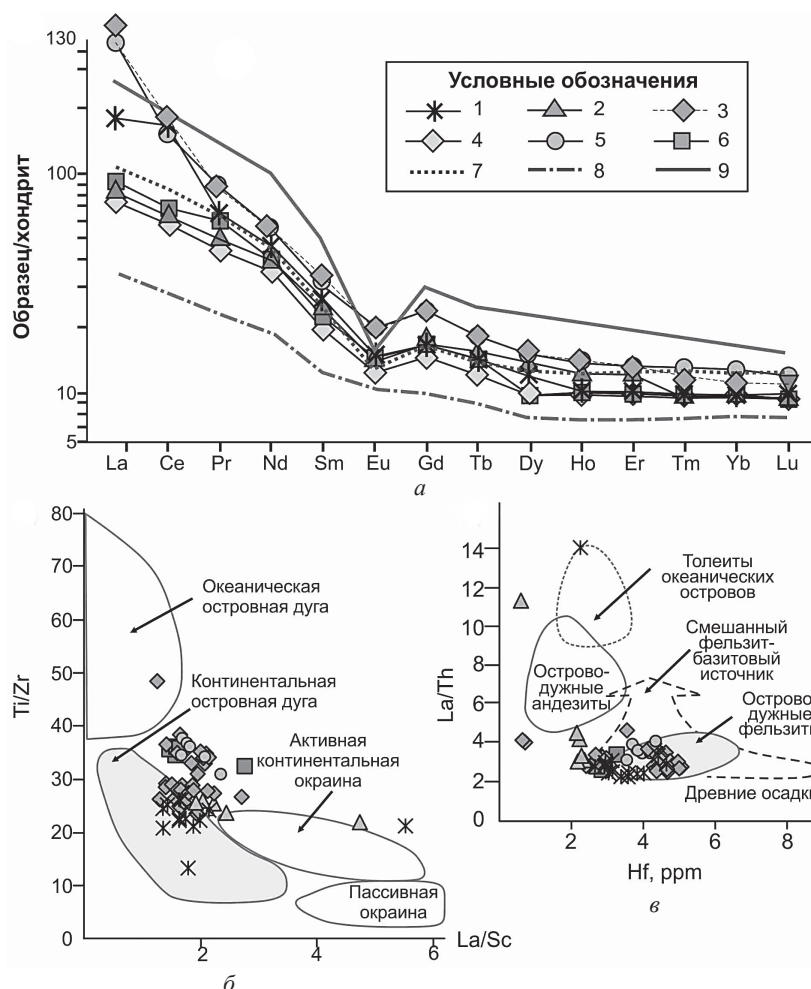


Рис. 3. Результаты интерпретации данных элементной геохимии (по [9] с добавлениями): а – распределение нормированных на хондрит концентраций РЗЭ в изученных стратонах; б – диаграмма Ti/Zr – La/Sc; в – диаграмма La/Th – Hf; 1 – новиковская-гразовская толща, 2 – промзинская свита, 3 – климовская-хмелевская толща, 4 – ульяновская толща, 5 – студенечкая-зарыклейская толща, 6 – аловская толща, 7 – ПААС, 8 – средняя архейская порода, 9 – обогащенные К граниты и фельзиты

Обсуждение результатов

Распределение пирокластики по разрезу

Проведенное исследование позволяет говорить о постоянном присутствии в верхнеюрско-нижнемеловых отложениях УСП «камуфлированной» пирокластики, представленной смектитом, иллит-смектитом и гейландитом. Кроме того, на нескольких уровнях обнаружены фрагменты вулканических стекол.

Вариации содержания «камуфлированной» пирокластики по разрезу показаны на рис. 1. В низкоуглеродистых терригенно-карбонатных породах верхнеюрской части разреза доля пирокластики составляет 17–25%, а в высокоуглеродистой промзинской свите она достигает уже 50%. Нижнемеловые бескарбонатные глины содержат 30–50% измененной пирокластики, а в глинах среднеальбской аловской свиты доля вулканокластики достигает 72%. Таким обра-

зом, прослеживается тенденция к увеличению содержания вулканогенного материала вверх по разрезу. Эти вариации, по-видимому, связаны с изменением объема поступающего пирокластического материала.

Источники пирокластики

Исходя из стратиграфической приуроченности толщ, содержащих пирокластический материал, и палеогеографии бассейна можно предположить, какие именно активные зоны были поставщиками этого материала. Согласно палинспастическим реконструкциям [21], наиболее вероятными источниками пеплового материала были вулканические аппараты островных дуг (ОД) северной окраины Тетиса, в частности активная в поздней юре–раннем мелу Закавказская энсиалическая ОД [21, 22]. Другим возможным источником пеплового материала могла быть Арктическая магматическая провинция [23]. Аб-



солотные датировки долеритов Шпицбергена, приведенные в [24], указывают на два пика активности магматизма – в конце юры и в альбе, однако более поздние исследования свидетельствуют об аптском пике вулканической активности [25].

Черносланцевая промзинская свита состоит более чем на 50% из пирокластического материала. Вероятнее всего, источник пирокластики при формировании данного стратона был комплексным. На эту роль могут быть предложены, во-первых, энсиалическая Закавказская ОД, во-вторых, активная в конце юры энсиматическая Сенендедж-Сенджанская ОД (Центральный Иран) [21] и, наконец, Арктическая магматическая провинция (архипелаг Шпицберген) [26]. В последних двух областях определены вулканы с абсолютными возрастными 145–150 млн лет [24, 27], т. е. синхронные по времени образования с промзинской свитой. Вполне вероятно, что эти вулканические области поставляли пирокластический материал и в сопредельные с РП бассейны. Подтверждением этому служат находки люминесцирующих вулканических стекол в нефтематеринской баженовской свите Западной Сибири [28], а также наличие пепловых горизонтов в титонских известняках Карпат [29].

В составе черносланцевой нижеаптской ульяновской толщи также присутствуют как кислые, так и основные компоненты, а некоторые пробы попадают в область океанических ОД. Это может свидетельствовать о существенном влиянии базальтовых эксплозий Арктической магматической провинции на осадочный процесс в рассматриваемом бассейне в раннем апте [26].

Среднеальбские глины аловской толщи на три четверти состоят из кислого пирогенного материала. Этот результат хорошо согласуется с известным фактом о том, что средне- и верхнеальбские глины РП повсеместно характеризуются наличием в своем составе цеолитсодержащих бентонитовых (смектитовых и смектит-иллитовых) прослоев, которые являются продуктивными толщами многочисленных месторождений адсорбционного и керамзитового сырья [8, 30]. Столь широкое распространение кислой пирокластики в альбских толщах РП свидетельствует о мощном влиянии активного вулканизма Закавказской ОД (Аджаро-Триалетской зоны, валов Шатского и Андрусова, Балаклавы [31]) и Эльбурской ОД [21] на осадочный процесс в эпиконтинентальном бассейне РП.

Выводы

1. Минералого-геохимические особенности пород, вскрытых Татарско-Шатрашанской скважиной, свидетельствуют о постоянном поступлении пирокластического материала в эпиконтинентальный бассейн востока РП в поздней юре и раннем мелу.

2. Доля вулканического материала в составе

пород в целом увеличивается вверх по разрезу. Минимальным содержанием «камуфлированной» пирокластики (17%) характеризуются известковистые глины верхнеюрской тразовской толщи, максимальное же содержание этого компонента (72%) приурочено к среднеальбской аловской свите. Такие вариации могут быть связаны с изменением объема поступающей пирокластики.

3. Источниками пирокластического материала, перманентно поступающего в бассейн, могли быть активные области континентальных ОД – Закавказской (поздний кимеридж – альб) и Эльбурской (альб). Для промзинской свиты и ульяновской толщи устанавливается влияние как кислого, так и основного источника. Пепловый материал основного состава, вероятно, поступал из активных областей Сенендедж-Сенджанской энсиматической ОД (титон) и Арктической магматической провинции (титон, апт).

Библиографический список

1. *Страхов Н. М.* Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. Москва : Госгеолтехиздат, 1963. 536 с.
2. *Дзоценидзе Г. С.* Роль вулканизма в образовании осадочных пород и руд. Москва : Издательство «Недра», 1969. 344 с.
3. *Ram M., Gayley R. I.* Long-range transport of volcanic ash to the Greenland ice sheet // *Nature*. 1991. Vol. 394. P. 401–401.
4. *Prata A. J., Carn S. A., Stohl A., Kerkmann J.* Long range transport and fate of a stratospheric volcanic cloud from Soufriere Hills volcano, Montserrat // *Atmospheric Chemistry and Physics*, European Geosciences Union. 2007. Vol. 7(19). P. 5093–5103.
5. *Коссовская А. Г.* Генетические типы цеолитов стратифицированных формаций // *Литология и полезные ископаемые*. 1975. № 2. С. 23–44.
6. *Крибари Г. А., Королев Э. А., Пикалев С. Н.* Вулкано-кластический материал в палеозойской толще Татарстана : методы выявления и роль в нефтедобыче // *Литосфера*. 2003. № 1. С. 27–38.
7. *Рентгартен Н. В., Кузнецова К. И.* Пирокластический материал в позднеюрских осадках Русской платформы // *Доклады Академии наук СССР*. 1967. Т. 173, № 6. С. 1422–1425.
8. *Зорина С. О., Афанасьева Н. И., Волкова С. А.* Цеолитонность верхнемеловых-палеогеновых осадочных пород востока и юго-востока Русской плиты // *Литология и полезные ископаемые*. 2008. № 6. С. 638–649.
9. *Зорина С. О., Никашин К. И., Сокерин М. Ю.* Литогеохимические индикаторы источников «камуфлированной» пирокластики в верхнеюрско-нижнемеловых отложениях востока Русской плиты // *Доклады академии наук. Науки о Земле*. 2020. Т. 493, № 2. С. 46–50.
10. Унифицированная региональная стратиграфическая схема юрских отложений Восточно-Европейской платформы / В. В. Митта (отв. ред. объяснительной записки). Москва : Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка, 2012. 78 с.



11. Унифицированные стратиграфические схемы нижнемеловых отложений Восточно-Европейской платформы / С. А. Чирва (ред. объяснительной записки). Санкт-Петербург : ВНИГРИ, 1993. 58 с.
12. Maksyutova L., Galiakberov A., Dzhalmukhanova R., Zaripova G., Nikashin K., Zorina S. New Data on the Greenhouse-Gas Footprint of the Black Shales of Russian and West Siberian Platforms, Russia // Late Palaeozoic Sedimentary Earth Systems : Stratigraphy, Geochronology, Petroleum Resources : Proceedings Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting, 2017. Bologna : Filodiritto Editore – Proceedings, 2017. P. 375–380.
13. Zorina S. O., Pavlova O. V., Galiullin B. M., Morozov V. P., Eskin A. A. Euxinia as a dominant process during OAE1a (Early Aptian) on the Eastern Russian Platform and during OAE1b (Early Albian) in the Middle Caspian // Science China Earth Sciences. 2017. Vol. 60 (1). P. 58–70.
14. Гаврилов Ю. О., Щенетова Е. В., Барабошкин Е. Ю., Щербинина Е. А. Раннемеловой аноксический бассейн Русской плиты : седиментология и геохимия // Литология и полезные ископаемые. 2002. № 4. С. 359–380.
15. Di Genova D., Morgavi D., Hess K., Neuville D. R., Borovkov N., Perugini D., Dingwell D. B. Approximate Chemical Analysis of Volcanic Glasses Using Raman Spectroscopy // Journal of Raman spectroscopy. 2015. Vol. 46 (12). P. 1235–1244.
16. Савко А. Д., Бартнев В. К., Горюшкин В. В. Сравнительно-литологическая характеристика и оценка качества бентонитовых глин палеогена и неогена восточных районов Воронежской области // Вестник Воронежского университета. Геология. 2001. Вып. 11. С. 1–8.
17. Nesbit H. W., Young G. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites // Nature. 1982. Vol. 299. P. 715–717.
18. Taylor D. H., McLennan S. M. The Continental Crust : its Composition and Evolution. Oxford : Blackwell Scientific Publications, 1985. 312 p.
19. Floyd P. A., Leveridge B. E. Tectonic environment of the Devonian Gramscatho basin, south Cornwall : framework mode and geochemical evidence from turbiditic sandstones // Journal of the Geological Society, London. 1987. Vol. 144. P. 531–542.
20. Bhatia M. R., Crook K. A. W. Trace element characteristics of graywackes and tectonic settings discrimination of sedimentary basins // Contributions to Mineralogy and Petrology. 1986. Vol. 92. P. 181–193.
21. Палеогеографический атлас Северной Евразии / ред. В. Г. Казьмин, Л. М. Натапов. Москва : Институт тектоники литосферных плит, 1998. 26 листов.
22. Rolland Y., Hässig M., D. Bosch, Meijers M. J. M., Sosson M., Bruguier O., Adamia S., Sadradze N. A review of the plate convergence history of the East Anatolia-Transcaucasus region during the Variscan : Insights from the Georgian basement and its connection to the Eastern Pontides // Journal of Geodynamics. 2016. Vol. 96. P. 131–145.
23. Senger K., Tveranger J., Ogata K., Braathen A., Planke S. Late Mesozoic magmatism in Svalbard : A review // Earth-Science Reviews. 2014. Vol. 138. P. 123–144.
24. Буров Ю. П., Красильщиков А. А., Фирсов Л. В., Клубов Б. А. Возраст долеритов Свальбарда (по радиологическим данным) // Геология Свальбарда. Ленинград : Издательство НИИГА, 1976. С. 117–126.
25. Nejbert K., Krajewski K. P., Dubinska E., Pecskay Z. Dolerites of Svalbard, north-west Barents Sea Shelf : Age, tectonic, setting and significance for geotectonic interpretation of the High-Arctic Large Igneous Province // Polar Research. 2011. Vol. 30. 24 p.
26. Ernst R. E., Youbi N. How Large Igneous Provinces affect global climate, sometimes cause mass extinctions, and represent natural markers in the geological record // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2017. Vol. 478. P. 30–52.
27. Azizi H., Lucci F., Stern R. J., Hasannejad S., Asahara Y. The Late Jurassic Panjeh submarine volcano in the northern Sanandaj-Sirjan Zone, northwest Iran : Mantle plume or active margin? // Lithos. 2018. Vol. 308–309. P. 364–380.
28. Shaldybin M. V., Wilson M. J., Wilson L., Lopushnyak Y. M., Brydson R., Krupskaya V. V., Kondrashova (Deeva) E. S., Glotov A. V., Goncharov I. V., Samoilenko V. V., Arbuzov S. I., Bether O. V., Fraser A. R., Bowen L., White D., Dorofeeva N. V. The nature, origin and significance of luminescent layers in the Bazhenov Shale Formation of West Siberia, Russia // Marine and Petroleum Geology. 2019. Vol. 100. P. 358–375.
29. Rehakova D., Matyja B. A., Wierzbowski A., Schlögl J., Krobicki M., Barski M. Stratigraphy and microfacies of the Jurassic and lowermost Cretaceous of the Veliky Kamenets section (Pieniny Klippen Belt, Carpathians, Western Ukraine) // Volumina Jurassica. 2011. Vol. 9. P. 61–104.
30. Буров А. И. Альбские цеолитсодержащие глины Русской плиты и их возможное использование // Разведка и охрана недр. 2016. № 4. С. 17–21.
31. Никашин А. М., Хотылев А. О., Бычков А. Ю., Конаевич Л. Ф., Петров Е. И., Япаскурт В. О. Меловые вулканические пояса и история формирования Черноморского бассейна // Вестник Московского университета. Сер. 4, Геология. 2013. № 2. С. 6–18.

Поступила в редакцию 31.07.2020, после рецензирования 10.09.2020, принята к публикации 20.11.2020
Received 31.07.2020, revised 10.09.2020, accepted 20.11.2020



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 58–64
Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Earth Sciences, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 58–64

Научная статья
УДК 550.85:553.632
<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-58-64>

Особенности строения нижнепермской соленосной толщи и характер проявления соляного тектогенеза в северном и северо-западном обрамлении Прикаспийской впадины. Статья 1



Ю. А. Писаренко¹, О. П. Гончаренко², В. Ю. Писаренко¹

¹АО НВНИИГГ, Россия, 410600, г. Саратов, ул. Московская, д. 70

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

Писаренко Юрий Алексеевич, доктор геолого-минералогических наук, заведующий отделом стратиграфии и геодинамики, PisarenkoYA@rusgeology.ru

Гончаренко Ольга Павловна, доктор геолого-минералогических наук, goncharenkoop@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4731-8740>

Писаренко Владимир Юрьевич, старший научный сотрудник, PisarenkoYA@rusgeology.ru

Аннотация. Приводится детальная оценка накопленной геолого-геофизической информации, в частности внутреннего строения соленосной толщи обрамления Прикаспийской впадины, механизма проявления соляного тектогенеза, его отраженности в структуре соляного зеркала и связи со структурными неоднородностями подсолевого ложа. Авторами предпринята попытка получить дополнительные косвенные критерии прогноза структуры подсолевого ложа путем изучения строения соленосной толщи и характера проявления соляного тектогенеза на основе комплексного анализа данных бурения и сейсморазведки.

Ключевые слова: Прикаспийская впадина, соленосная толща, тектогенез, подсолевое ложе, соляное зеркало

Для цитирования: Писаренко Ю. А., Гончаренко О. П., Писаренко В. Ю. Особенности строения нижнепермской соленосной толщи и характер проявления соляного тектогенеза в северном и северо-западном обрамлении Прикаспийской впадины. Статья 1 // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 58–64. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-58-64>

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

Article

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-58-64>

Structural features of the lower permian salt-bearing series and the character of salt-tectogenesis manifestations in the northern and northwestern margins of the Caspian depression. Paper 1

Yuri A. Pisarenko¹, PisarenkoYA@rusgeology.ru

Olga P. Goncharenko², goncharenkoop@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4731-8740>

Vladimir Yu. Pisarenko¹, PisarenkoYA@rusgeology.ru

¹LVSRIIGG, 70 Moskovskaya St., Saratov 410600, Russia

²Saratov State University, 83, Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia

Abstract. The detailed evaluation of the accumulated geological-geophysical data, particularly on the inner structure of the saltbearing series in the margins of the Caspian Depression, the mechanism of salt-tectogenesis manifestation, its reflection in the structure of the salt table and association with the structural inhomogeneities of the subsalt bed is presented. The authors attempt to acquire additional indirect criteria for predicting the structure of the subsalt bed by means of analyzing the structure of the salt-bearing series and the character of salt-tectogenesis manifestation. The problem solution is based on the complex analysis of the data from drilling and seismic prospecting.

Keywords: margins of the Caspian depression, salt-bearing series, tectogenesis, subsalt bed, salt table

For citation: Pisarenko Yu. A., Goncharenko O. P., Pisarenko V. Yu. Structural features of the lower permian salt-bearing series and the character of salt-tectogenesis manifestations in the northern and northwestern margins of the Caspian depression. Paper 1. *Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Earth Sciences*, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 58–64 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-58-64>

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



Введение

Результаты исследования соленосных отложений обрамления Прикаспийской впадины позволяют отметить, что наиболее активно соляной тектогенез проявился в районе Соль-Илецкого свода. На остальной территории северного и северо-западного обрамления явные признаки проявления соляного тектогенеза не отмечаются. Лишь в районе нижнепермского бортового уступа седиментационная мощность выделяемых в соленосной толще ритмопачек может меняться в результате проявления карстовых процессов и смещения блоков соленосной толщи по листрическим разломам.

Изучение соляного тектогенеза в пределах Соль-Илецкого выступа поможет понять причины, определяющие начало пластического перераспределения соленосных пород, выделить стадии формирования разных по строению соляных тел, выявить возможные генетические связи со структурой подсолевого ложа. В то же время территория Соль-Илецкого свода является своего рода переходной зоной к пониманию природы соляного тектогенеза в Прикаспийской впадине и Предуральском прогибе.

Актуальность решения поставленной проблемы вполне очевидна, поскольку современные методы исследования пока не способны успешно решать задачи по выделению подсолевых объектов в условиях существования солянокупольного «экрана». В первую очередь это касается территории Прикаспийской впадины. До сих пор в российском секторе Прикаспийской впадины не выделено ни одной надежной структуры и не открыто ни одного месторождения в подсолевых отложениях.

Полученные результаты предполагается использовать при оценке соляного тектогенеза на территории Прикаспийской впадины, что будет являться предметом следующей публикации.

Строение нижнепермской соленосной толщи

Вопросы проявления соляного тектогенеза на территории Соль-Илецкого свода рассматриваются в целом ряде работ [1–4]. Однако чаще всего аргументация дается на примере отдельных фактов, без детального анализа внутреннего строения соленосной толщи.

Анализ внутреннего строения соленосной толщи показывает, что в обрамлении Прикаспийской впадины достаточно надежно установлено присутствие трех соленосных комплексов, различных по литологическому составу, возрасту, площади распространения и пластическим свойствам [5]. Нижняя часть иренского горизонта представлена каменной солью волгоградской свиты, наиболее широко распространенной в северном обрамлении Прикаспийской впадины. Наибольшая седиментационная мощность свиты (до 500 м) характерна для территории оренбург-

ского обрамления впадины. В саратовском и волгоградском обрамлении породы свиты распространены в виде локальных линз. Породы этой свиты выполняли Предуральский прогиб и Прикаспийскую впадину. Разрез свиты на 95–98% сложен каменной солью с тонкими годичными прослойками сульфатного материала. Обогащенность терригенным материалом отмечается в Предуральском прогибе по мере приближения к восточному борту. Высокое содержание каменной соли и более глубокое ее залегание относительно перекрывающих соленосных толщ предопределяют ее повышенную пластичность.

Перекрывает волгоградскую свиту ритмично построенная соленосная толща, состоящая из чередования пластов каменной соли (80–90%), ангидритов и ангидрит-доломитов (7–10%), калийно-магниевых солей (2–5%) общей мощностью до 900 м. Данная толща, «армированная» пластиками сульфатно-карбонатного состава, является менее пластичной относительно подстилающей каменной соли волгоградской свиты. При приближении к западному борту Предуральского прогиба эта соленосная толща выклинивается. В пределах последнего возможно присутствие ее нижней части, обогащенной калийно-магниевыми солями. Отсутствие верхней части данной толщи в Предуральском прогибе свидетельствует о смещении кунгурского соленакопления в западном направлении в результате восходящих тектонических подвижек в районе Палео-Урала [5]. На территории Прикаспийской впадины общепринято эту толщу отождествлять с так называемой «продуктивной» частью разреза (Прикаспийский комплекс), обогащенной калийно-магниевыми солями.

Третья соленосная толща в обрамлении впадины отвечает позднеказанскому возрасту [6] и распространена в Бугурусланском прогибе, раскрывающемся в Прикаспийскую впадину. Территорию Соль-Илецкого выступа позднепермский соленосный бассейн не охватывал. Мощность соленосной свиты в Бугурусланском прогибе достигает 100–150 м, увеличиваясь в сторону Прикаспийской впадины до 200 м. Состоит она на 60% из каменной соли и 40% ангидритов. Процесс соленакопления в казанское время существенно сократился по площади и сместился еще западнее относительно кунгурского времени в результате продолжающегося подъема Палео-Урала. Межсолевой уфимский и нижнеказанский (калиновский) интервалы в Бугурусланском прогибе сложены соответственно красноцветными терригенными и карбонатными породами.

На территории Соль-Илецкого выступа установлено, что пластическому перераспределению подвергалась каменная соль волгоградской свиты, в то время как перекрывающая ритмично построенная «армированная» сульфатными пластиками соленосная толща, претерпевая структурные изменения, сохраняет седиментационную мощность выделяемых ритмопачек. Примером может



являться подсолевая структура Оренбургского месторождения, ограниченная с севера Оренбургским тектоническим разломом (рис. 1). Сводовая часть структуры характеризуется значительным колебанием мощности каменной соли волгоградской свиты. Н. А. Иванова и А. О. Сафонов [3] считают, что выделяемые по кровле соли линейные структуры связаны с пластической деформацией каменной соли волгоградской свиты, что приводит к несоответствию подсолевого структурного плана надсолевому. При этом считается, что мощность и полнота разреза верхней «армированной» части иренского горизонта сохраняются. С последним можно не согласиться. Так, в районе скв. 85 Оренбургской по кровле соли выделяется прогиб амплитудой порядка 300 м, обусловленный отсутствием верхних ритмопачек «армированной» соленосной толщи в результате проявления карстовых процессов. В скв. 18 Краснохолмской, пробуренной в своде одной из выделяемых антиклинальной складок, на поверхность соляного зеркала выходит каменная соль волгоградской свиты, мощность которой составляет 865 м. В скв. 37 Краснохолмской, расположенной южнее антиклинальной складки, соленосный разрез также представлен только каменной солью волгоградской свиты мощностью 1155 м. Ритмопачки перекрывающей «армированной» соленосной толщи в этих скважинах отсутствуют. В расположенной между ними в прогибе скв. 27 Оренбургской присутствуют все ритмопачки «армированной» соленосной толщи, а мощность волгоградской свиты составляет всего 58 м.

Анализ данных бурения показывает, что выделяемые в пределах Оренбургского месторождения линейные структуры по кровле соленосного комплекса обусловлены проявлением не только пластического перераспределения пород волгоградской свиты, но и процессами выщелачивания ритмопачек «армированной» толщи. Последние наиболее интенсивно проявлялись над субширотно ориентированными тектоническими нарушениями подсолевого ложа. Ранее Г. В. Фоминой с соавтором [4] справедливо выделялись в пределах свода грабенообразные прогибы по кровле соленосной толщи, связанные с проявлениями карстовых процессов.

Южнее Оренбургского месторождения соляные подушки, выделенные на Восточно-Кардаилловской, Дмитриевской, Черниговской, Красноярской площадях, осложняют приподнятый блок, выделенный Ю. А. Воложем с соавт. [1] Дмитриевско-Буранинской флексуры (рис. 2). В скв. 16 Красноярской, пробуренной в пределах соляной «подушки» (рис. 3), в разрезе присутствуют все ритмопачки «армированной» толщи. Мощность волгоградской свиты увеличена до 680 м. На прилагаемом сейсмопрофиле (см. рис. 2) видно, что двухчленное строение соленосной толщи имеет отражение в сейсмических полях. Верхняя «армированная» слоистая толща харак-

теризуется регулярной волновой картиной и в целом сохраняет свою мощность при деформации нижней волгоградской свиты, которая отличается нерегулярной сейсмической записью.

Южнее по подошве соленосной толщи выделяется Сухоречинско-Бурлыкский флексурный перегиб амплитудой до 1500 м с погружением подошвы соли на глубины 3700–3800 м. На приподнятом крыле флексуры выделены соляные «подушки» на Южно-Филипповской, Точильной, Каменной площадях.

На границе с Предуральским прогибом выделяются две системы соляных тел, ориентированных вдоль бортового уступа. Западная включает Бердянскую гряду, Куралинский, Нагумановский и Новоуспенский купола. Расположенная восточнее система включает южную часть Акбулакской гряды и Новопавловскую гряду.

В южной части Соль-Илецкого выступа, вдоль Предуральского прогиба в целом и при приближении к нему соляной тектогенез проявлялся активнее, что отразилось в формировании соляных куполов и гряд (см. рис. 3), ядра которых представлены каменной солью волгоградской свиты. Так, разрез соляной гряды, вскрытый скв. 503 Нагумановской, представлен породами только волгоградской свиты мощностью 2920 м (инт. 850–3770 м). Свита представлена каменной солью с прослоями ангидрита. В нижней части свиты встречены четыре пачки (по 30–50 м) темно-серых арриллитов и мергелей, содержащих кунгурские спорово-пыльцевые комплексы. «Армированная» толща, судя по сейсмическим разрезам, погружаясь при выдавливании пород волгоградской свиты, распространяется на склонах куполов в виде тел бокового прилегания или может присутствовать в межкупольных пространствах. Так, в скв. 1 Нагумановской, расположенной на противоположном крыле соляной гряды, соленосная толща вскрыта в инт. 3000–3939 м и представлена переслаиванием каменной соли и ангидритов мощностью от 10 до 80 м. Повышенные значения гамма-каротажа свидетельствуют о присутствии калийных солей. Иными словами, склоновая часть гряды представлена «армированной» толщиной. В скв. 506 Нагумановской соленосная толща отсутствует.

Таким образом, при более приподнятом залегании соленосной толщи процессы соляного тектогенеза проявляются слабее и выражены в формировании соляных подушек по кровле соли. Южнее, при более глубоком залегании подсолевого ложа, выраженность соляных структур возрастает. Вдоль бортового уступа Предуральского прогиба формируются линейные гряды или цепочки соляных куполов. Соляные «подушки», распространенные в западной части, имеют амплитуды 100–200 м и залегают на глубинах 1000–1500 м. В восточном направлении выраженность соляных тел возрастает – своды соляных куполов и гряд расположены на глубинах 400–500 м, амплитуда соляных тел до 3000–3500 м.

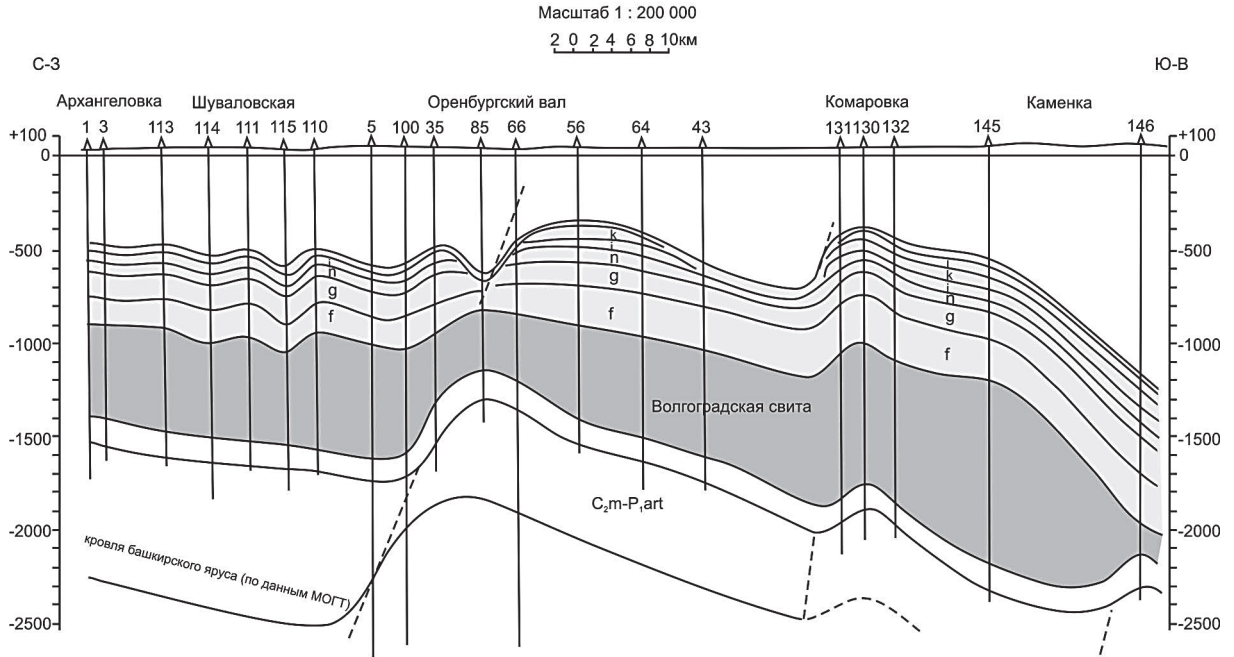


Рис. 1. Геологический профиль через Оренбургское месторождение: f, g, p, i, k – индексы ритмопачек соленосной толщи

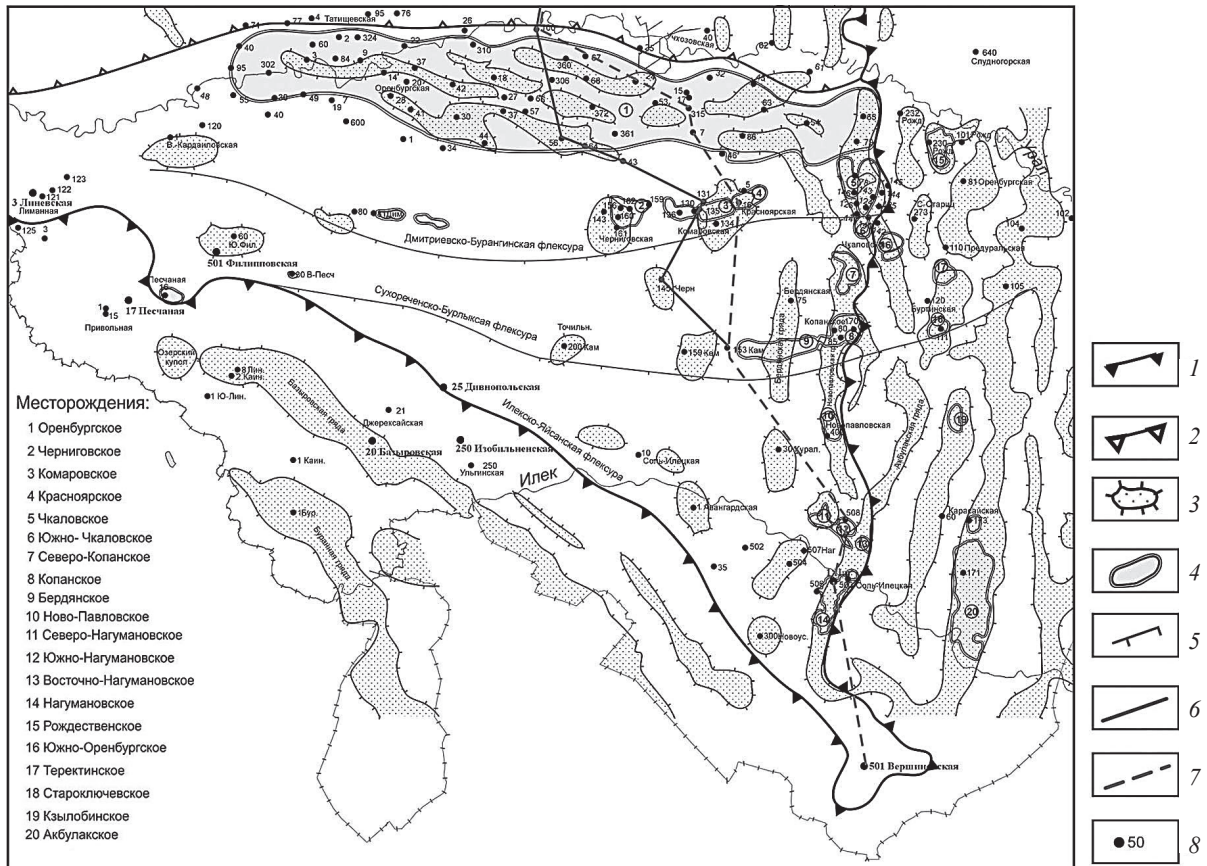


Рис. 2. Схема соотношения солянокупольных структур и подсолевых месторождений (составлена с использованием материалов И. А. Иванова, А. О. Сафронова, Ю. А. Воложа): 1 – границы надпорядковых структур, выраженных в подсолевом ложе; 2 – границы структур первого порядка; 3 – соляные тела (гряды, купола, «подушки»); 4 – месторождения; 5 – флексурные перегибы подсолевого ложа; 6 – линия геологического профиля; 7 – линия сейсмического профиля; 8 – точки скважин

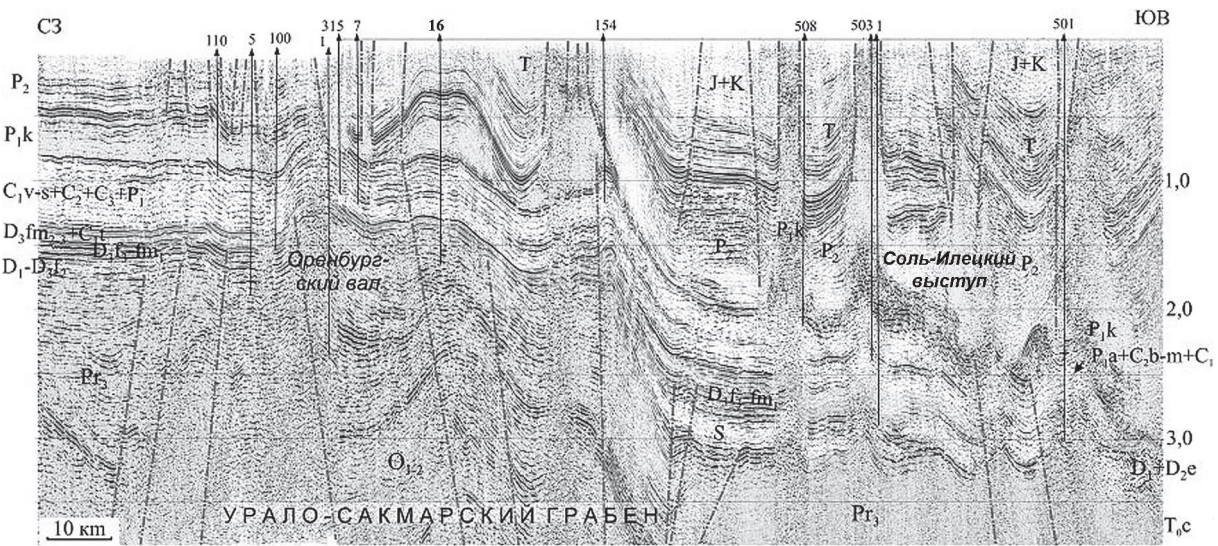


Рис. 3. Сейсмический временной разрез ОАО «Оренбургская геофизическая экспедиция». Оренбургский вал – Соль-Илецкий выступ

Характер проявления соляного тектогенеза

Усиление интенсивности соляного тектогенеза в сторону Предуральского прогиба фиксируется на целом ряде сейсмических профилей, приведенных в работе Ю. А. Воложа с соавт. [1]. На фрагменте сейсмического профиля № 37 видно, что в платформенной части формировались соляные «подушки» за счет деформации каменной соли волгоградской свиты (рис. 4). В бортовой зоне Предуральского прогиба уже сформировалась соляная гряда над Совхозной рифовой постройкой. При этом, судя по структурному положению выполняющих мульдовое пространство надсолевых отложений, формирование гряды происходило за счет перетока соли с территории Предуральского прогиба. Можно предположить, что причиной

возникновения соляных складок явились тангенциальные напряжения со стороны складчатого Урала, определившие соляной тектогенез не только в Предуральском прогибе, но и на прилегающем обрамлении прогиба за счет перетока соли с прогиба на приподнятый блок обрамления.

Вдоль бортового уступа Прикаспийской впадины (Илекско-Яйсанская флексура) интенсивность соляного тектогенеза увеличивается в восточном направлении. На западе выделяется Южно-Филипповская соляная «подушка» амплитудой до 100 м. Восточнее сформировался Соль-Илецкий купол амплитудой 1200 м, Авангардский купол амплитудой 1500 м, западнее – Новоуспенский купол амплитудой 3000 м. Складывается впечатление, что тангенциальные нагрузки со стороны Предуральского прогиба ока-

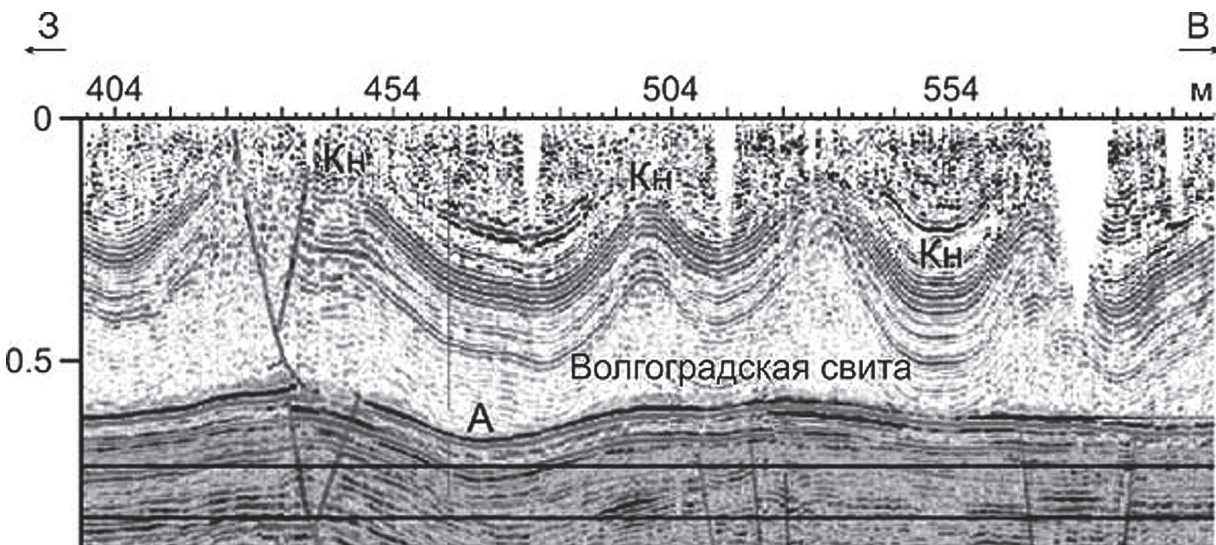


Рис. 4. Сейсмогеологический разрез по профилю № 37. Западный фрагмент – плитная часть [1]. Отражающие горизонты, приуроченные к кровле: Кн – Кунгурские отложения нижней перми; А – сакмаро-артинские отложения нижней перми



звали большее влияние на соляной тектогенез, чем Прикаспийская впадина. Как будет показано в статье II, посвященной соляному тектогенезу в оренбургском секторе Прикаспийской впадины, кунгурская соленосная толща выдавливалась в сторону центральной части впадины, а первая прибортовая Базыровская гряда сложена верхнепермской соленосно-терригенной толщей.

На Соль-Илецком своде соляной тектогенез начался при залегании подошвы соли на глубинах 1200–1800 м в пределах Оренбургского свода. Южнее отмечается погружение до 4000–4200 м на Нагумановской площади и до 4700 м на Вершиновской.

На уральском участке при залегании подошвы соли на глубинах до 2400–2900 м и на саратовско-волгоградском на глубинах 1300–1500 м при отсутствии или незначительной мощности волгоградской свиты признаки пластического перераспределения в соленосной толще не отмечаются. Можно сделать вывод, что соляной тектогенез в обрамлении проявляется только в поле распространения волгоградской ритмопачки в том случае, когда ее мощность превышает мощность типичной ритмопачки «армированной» толщи и составляет порядка 150–200 м. Существенную роль при этом играет повышенная тектоническая активность в пределах Соль-Илецкого выступа, сформировавшая флексурные перегибы. Значительное влияние оказали тангенциальные напряжения со стороны Предуральского прогиба.

Вопрос: каково соотношение выделенных соляных структур и подсоловых открытых месторождений углеводородов? На прилагаемой карте (см. рис. 2) совмещено положение соляных структур и открытых месторождений в подсоловых нижнепермских и башкирских отложениях на территориях Соль-Илецкого свода и Предуральского прогиба. Оказалось, что все открытые месторождения на рассматриваемой территории расположены под соляными «подушками», куполами и грядами. По нашему мнению, генетическая взаимосвязь определяется тем, что формирование соляных тел и месторождений связано со структурными неоднородностями, тектоническими подвижками подсолового ложа. В районе флексурных перегибов создавались зоны неустойчивого равновесия соленосной толщи и происходил переток соленосных пород из опущенных блоков в приподнятые. В то же время приподнятые блоки, особенно их южные части, ввиду характерной для них асимметричности являлись благоприятными для формирования подсоловых структур. Проявление соляного тектогенеза инициировали не локальные подсоловые поднятия, а линейные структурные неоднородности подсолового ложа. По этой причине присутствие солянокупольного тела не является обязательным критерием для выделения подсолового поднятия.

Выводы

Таким образом, в пределах рассматриваемой территории первопричиной соляного тектогенеза является тектонический фактор, проявившийся в условиях распространения каменной соли волгоградской свиты в увеличенных мощностях.

В целом в пределах рассматриваемой территории глубины залегания подсолового ложа и значения мощности соленосной толщи являются близкими, как и на территории Припятской впадины. Подсоловое ложе в последней находится на глубинах 2–4 км, мощность франско-фаменской соленосной толщи достигает 1500–2000 м. Близкие параметры позволяют в определенной степени проводить аналогию в характере проявления соляного тектогенеза. По мнению специалистов [7–11] большинство соляных поднятий в Припятской впадине приурочено к зонам сочленения опущенных и приподнятых блоков подсолового ложа, т. е. к линиям дизъюнктивных дислокаций. Соляные купола и гряды расположены преимущественно на приподнятых блоках подсолового ложа. Первопричина проявления соляного тектогенеза заключается в вертикальных движениях по разрывным нарушениям.

Продолжение следует.

Библиографический список

1. Оренбургский тектонический узел : геологическое строение и нефтегазоносность / Ю. А. Волож, М. П. Антипов, В. А. Быкадоров [и др.]. Москва : Научный мир, 2013. 264 с.
2. Горюнов Е. Ю., Игнатов П. А., Климентьева Д. Н., Серавина Т. В. Условия формирования солянокупольных структур в северной бортовой зоне Прикаспия // Геология нефти и газа. 2010. № 2. С. 29–35.
3. Иванова Н. А., Сафонов А. О. Особенности строения галогенных толщ зоны сочленения Прикаспийской синеклизы и Волго-Уральской антеклизы на территории Оренбуржья // Недра Поволжья и Прикаспия. 2010. № 63. С. 33–41.
4. Фомина Г. В., Волжанин В. Г. Взаимоотношение структурных планов подсоловых и надсоловых отложений Оренбургского вала // Геология и разработка нефтяных и газовых месторождений Оренбургской области. Саратов : Приволжское книжное издательство, 1973. Вып. 11. С. 87–91.
5. Писаренко Ю. А., Писаренко В. Ю., Киреев О. С., Гончаренко О. П. Модель пермского соленакпления юго-восточной части Русской плиты и ее значение для поиска месторождений нефти и газа и различных видов полезных ископаемых // Геология нефти и газа. 2011. № 1. С. 38–46.
6. Писаренко Ю. А., Прохорова Н. П., Кухтинов Д. А., Левина В. И. Местные стратиграфические подразделения верхней перми Прикаспийского региона // Недра Поволжья и Прикаспия. 1999. Вып. 20. С. 3–11.



7. Горелик З. А. История тектонического развития Припятского прогиба // Проблемы тектоники Припятского прогиба. Минск : Наука и техника, 1974. С. 24–30.
8. Конищев В. С. Соляная тектоника древних платформ // Тектонические исследования в Белоруссии. Минск : Наука и техника, 1983. С. 59–77.
9. Макаревич В. И., Конищев В. С. Соотношение структурных планов соленосных толщ и подсоловых отложений Припятского прогиба // Проблемы тектоники Припятского прогиба. Минск : Наука и техника, 1974. С. 52–61.
10. Махнач А. А. Введение в геологию Белоруси. Минск : Институт наук НАН Беларуси, 2004. 198с.
11. Москвич В. А. Морфогенетические типы зон отсутствия межсоловых отложений Припятского прогиба и перспективы их нефтегазоносности // Тектонические исследования в Белоруссии. Минск : Наука и техника, 1983. С. 78–92.

Поступила в редакцию 28.10.2020, после рецензирования 10.11.2020, принята к публикации 20.11.2020
Received 28.10.2020, revised 10.11.2020, accepted 20.11.2020



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 65–72
Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Earth Sciences, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 65–72

Научная статья

УДК 550.81:550.83

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-65-72>

Геолого-геофизический анализ морфологических структур центрального типа на территории Восточно-Европейской платформы и их связь с месторождениями углеводородов



А. Л. Харитонов

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн имени Н. В. Пушкова Российской академии наук, Россия, 108840, г. Москва, Троицк, Калужское шоссе, д. 4

Харитонов Андрей Леонидович, кандидат физико-математических наук, ведущий сотрудник, ahariton@izmiran.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4769-6415>

Аннотация. Впервые выявлена корреляционная взаимосвязь расположения месторождений углеводородов и морфологических структур центрального типа. Рассмотрены возможные природные механизмы образования морфологических структур центрального типа. По результатам геолого-геофизической интерпретации данных магниторазведки, гравитразведки и теплового потока показано глубинное строение «корней» этих морфологических структур.

Ключевые слова: морфологические структуры центрального типа, геолого-геофизическая интерпретация, данные магниторазведки, гравитразведки, теплового потока

Благодарности. Автор искренне благодарит докторов геолого-минералогических наук А. И. Тимурзиева, Р. Б. Сейфуль-Мулюкова, Б. М. Валяева, В. Л. Сывороткина – организаторов ежегодных конференций «Кудрявцевские чтения», посвященных известному ученому, разработавшему теорию глубинного генезиса углеводородов, академику Н. П. Кудрявцеву – за их огромную работу по дальнейшему развитию идей этого великого исследователя-геолога.

Для цитирования: Харитонов А. Л. Геолого-геофизический анализ морфологических структур центрального типа на территории Восточно-Европейской платформы и их связь с месторождениями углеводородов // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 65–72. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-65-72>

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

Article

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-65-72>

Geological and geophysical analysis of morphological structures of the central type in the Eastern European platform territory and its connection with hydrocarbon fields

Andrey L. Kharitonov, ahariton@izmiran.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4769-6415>

Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation of Russian Academy of Sciences, 4 Kaluzhskoe Hwy, Troitsk, Moscow 108840, Russia

Abstract. Correlative interrelation of hydrocarbon field arrangement and morphological structures of the central type is revealed. Possible natural mechanisms of morphological structures formation of the central type are considered. By results of geological and geophysical interpretation of magnetic prospecting, gravity prospecting, heat floor data the deep structure of these morphological structures is shown.

Keywords: morphological structures of the central type, geological and geophysical interpretation, magnetic prospecting, gravity prospecting, heat floor data

Acknowledgements: The author would like to express his sincere gratitude to the doctors of geological and mineralogical sciences A. I. Timurziev, R. B. Seyful-Mulyukov, B. M. Valyaev, V. L. Syvorotkin – organizers of the annual conferences «Kudryavtsev Readings» dedicated to the famous scientist, who developed the theory of deep genesis of hydrocarbons, to academician N. P. Kudryavtsev – for their enormous work on the further development of the ideas of this great researcher-geologist.

For citation: Kharitonov A. L. Geological and geophysical analysis of morphological structures of the central type in the Eastern European platform territory and its connection with hydrocarbon fields. *Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Earth Sciences*, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 65–72 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-65-72>

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



Введение

В результате проведенных исследований некоторыми авторами [1–7] установлена корреляционная взаимосвязь пространственного расположения месторождений углеводородов и глубинных тектонических структур. По данным дешифрирования космических снимков поверхности рельефа Восточно-Европейской платформы (ВЕП), разными авторами [6, 7–11] было выявлено множество морфологических структур центрального типа (МСЦТ), образованных разными глубинными геолого-тектоническими структурами и имеющих пространственные размеры от нескольких сотен метров до тысяч километров. Большинство крупных морфологических структур центрального типа возникло на ранних (докембрийских) этапах геологической эволюции Земли.

Форма, пространственные размеры и геолого-тектонические механизмы образования морфологических структур центрального типа

Морфологические структуры центрального типа Восточно-Европейской платформы различаются возрастом и геолого-тектоническими механизмами образования, что определяет их морфологические поверхностные и глубинные особенности, а также пространственные размеры. Известно [8], что на территории Восточно-Европейской платформы и окружающих сопредельных регионов выявлено несколько геолого-тектонических механизмов образования морфологических структур центрального типа: магматический (плюмовый, магмато-вулканический, грязе-вулканический), дегазационно-взрывной, тектонический (цилиндрические дайки), метаморфический, сейсмический, комплексный. Отмечают разные поверхностные морфологические разновидности морфологических структур центрального типа на территории Восточно-Европейской платформы: кольцевые валообразные, спиралевидные и конусообразные поверхностные структуры. Пространственные размеры выявленных разновозрастных морфологических структур центрального типа, наблюдаемые на территории Восточно-Европейской платформы, колеблются от нескольких сот метров до тысяч километров в диаметре [7]. Примеры некоторых морфологических структур центрального типа, расположенных на территории Восточно-Европейской платформы, выявленных по комплексу геолого-геофизических данных [6] и данных дешифрирования космических снимков [10], показаны на рис. 1.

Методы исследования

Для выявления структур центрального типа на территории Восточно-Европейской платформы, помимо геолого-геофизических данных,

были использованы материалы дешифрирования космических снимков. Рядом авторов [8–10, 12] было отмечено, что с увеличением разрешающей способности космических изображений, т. е. генерализацией этих изображений, можно увидеть структуру земной коры все более глубоких ее горизонтов. Кроме того, было установлено, что более надежная корреляционная связь проявляется между результатами космических изображений и геофизическими полями, а также с геологическими материалами, изображенными на региональных геологических картах. Идеи академика А. Л. Яншина [12] относительно важности изучения механизма зондирования по космическим изображениям глубинных геологических структур также свидетельствуют об актуальности изучения глубинного строения морфологических структур центрального типа.

Геологические данные о морфологических структурах центрального типа, образованных палеомантийными плюмами

Хорошо известно [8], что на ранней стадии эволюционного формирования Земли произошло образование гигантских (тысячи километров в диаметре) древнейших морфологических структур центрального типа – нуклеаров, проявляющихся на поверхности Земли в виде огромных кольцевых валообразных структур, частично деформированных дальнейшими тектоническими процессами и иногда перекрытых слоем осадочных пород. В фанерозойский геохронологический период произошел распад первичного праматерика – Гондваны – на несколько отдельных крупных морфоструктурных элементов, которые постепенно начали дрейфовать друг от друга под действием тектоники литосферных плит [8].

Это привело к расколу ранее образовавшихся нуклеаров (например, Гвинейско-Бразильская МСЦТ (26), Южноафрикано-Аргентинская МСЦТ (29), Пакистано-Сомалийская МСЦТ (27) и др.) (рис. 2), оказавшихся в зонах спрединга таких вновь образовавшихся материков, как Африка, Южная Америка, Азия, возникших в результате нового тектонического этапа геологической эволюции Земли – спрединга литосферных плит. Большинство гигантских (тысячи километров в диаметре) морфологических структур центрального типа (нуклеаров) образовалось в результате возникновения термомантийных плюмов и суперплюмов, внедрившихся в земную кору из мантии в определенный геохронологический период эволюции Земли. К морфологическим структурам центрального типа 3-го и 4-го порядка на территории Восточно-Европейской платформы и ее ближайшего обрамления можно отнести Калининградскую (3), Кольско-Лапландскую (4), Свеко-Норвежскую (5), Волго-Уральскую (6а), Новороссийскую (7), Московскую (8), Прикаспий-

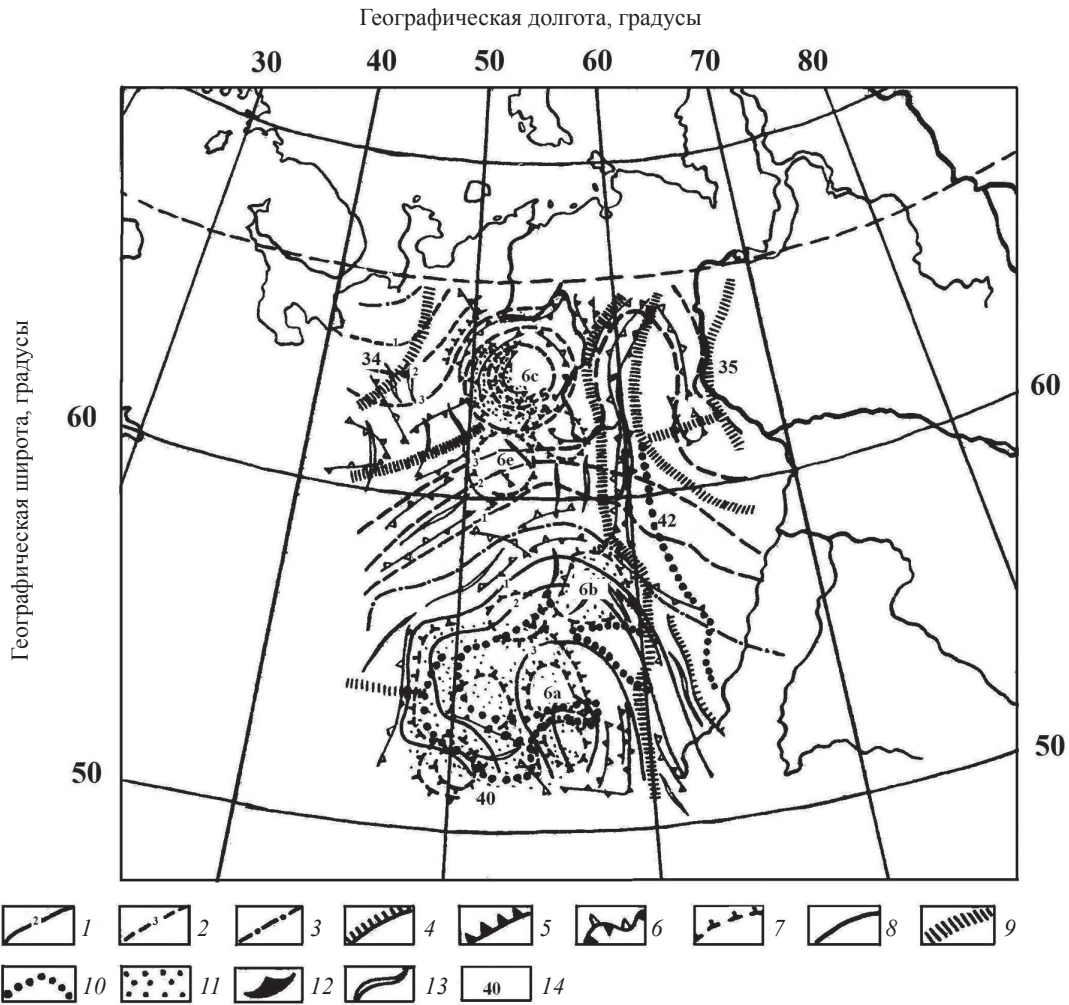


Рис. 1. Комплексная геолого-геофизическая схема расположения Волго-Уральской (6а), Каменноложской (6б), Ухто-Вуктыльской (6с), Соликамской (6е) морфологических структур центрального типа, тектонических нарушений и изолиний аномального магнитного и гравитационного полей в пределах территории Восточно-Европейской платформы: 1 – изодинамы положительных значений аномального магнитного поля; 2 – изодинамы отрицательных значений аномального магнитного поля; 3 – изодинамы нулевых значений аномального магнитного поля; 4 – верхнекоревые тектонические разломы, 5 – уступы рельефа по данным космических фотоснимков; 6 – оси простираения мезозойских и палеозойских структур; 7 – концентрические и дуговые линеаменты, связанные с кольцевыми и дуговыми тектоническими разломами; 8 – линеаменты; 9 – краевые ограничения геоблоков с разным типом земной коры по геолого-геофизическим данным; 10 – краевые ограничения геоблоков с разным типом земной коры по данным дешифрирования космических снимков; 11 – формационные комплексы слоев на территории Восточно-Европейской платформы; 12 – глубинные литосферные разломы; 13 – складчатые структуры фундамента; 14 – значения мощности земной коры в километрах

скую (9), Западно-Сибирскую (10) (см. рис. 2). На территории Восточно-Европейской платформы имеются и морфологические структуры центрального типа меньшего диаметра, такие как Каменноложская (6б), Ухто-Вуктыльская – (6с), Печорская (6д), изображенные на рис. 1, которые образуются в периферических зонах более крупных морфологических структур центрального типа более высокого порядка, таких как Прикаспийская МСЦТ (9), Волго-Уральская МСЦТ (6а), Западно-Сибирская МСЦТ (10) и некоторых других, изображенных на рис. 2.

Глубинные геолого-тектонические особенности морфологических структур центрального типа, образованных палеомантийными плюмами,

выявленных на территории Восточно-Европейской платформы, в общем виде можно представить следующим образом (рис. 3).

В недрах Земли в результате продвижения из мантии к ее поверхности в доархейский период магматических образований термальных плюмов [11] в земной коре образовались усеченные воронкообразные глубинные структуры, по граничным (бортовым) зонам которых винтообразно продвигаются к поверхности газотермальные и гидротермальные потоки геофлюидов разного химического состава. Подобные морфологические структуры центрального типа, образованные палеомантийными плюмами, были частично проанализированы в работах [6, 7, 11].

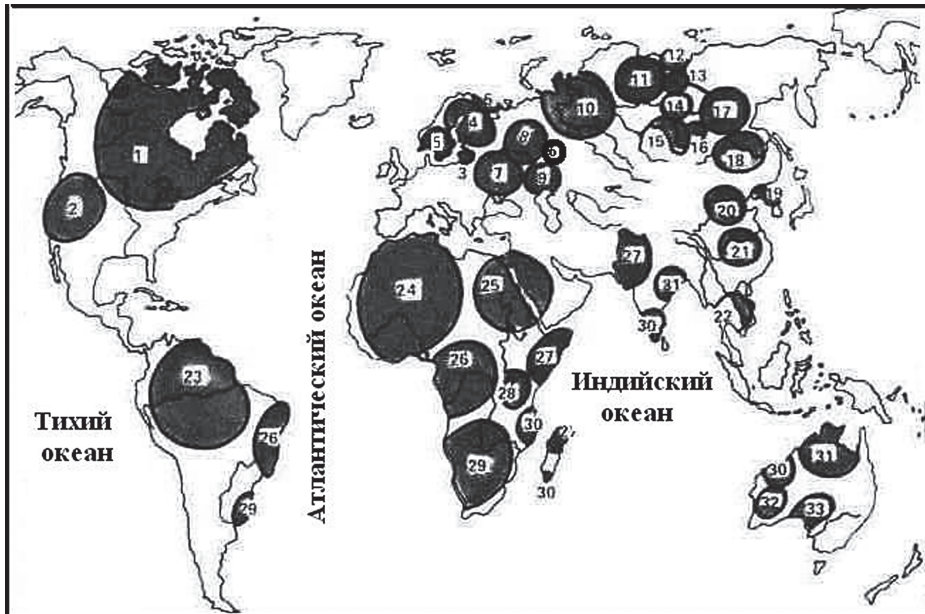


Рис. 2. Главные, известные в настоящее время, морфологические структуры центрального типа 3-го и 4-го порядка, выделенные на поверхности Земли по данным дешифрирования космических снимков [8]: 1 – Североамериканская; 2 – Колорадская; 3 – Калининградская; 4 – Кольско-Лапландская; 5 – Свеко-Норвежская; 6 – Волго-Уральская; 7 – Новороссийская; 8 – Московская; 9 – Прикаспийская; 10 – Западно-Сибирская; 11 – Хета-Оленекская; 12 – Оленекская; 13 – Тюнгская; 14 – Вилюйская; 15 – Ангарская; 16 – Витимо-Олекминская; 17 – Алдано-Становая; 18 – Амурская; 19 – Сино-Корейская; 20 – Северокитайская; 21 – Южнокитайская; 22 – Индокитайская; 23 – Амазонская; 24 – Западноафриканская; 25 – Аравийско-Нубийская; 26 – Гвинейско-Бразильская; 27 – Пакистано-Сомалийская; 28 – Танзанийская; 29 – Южноафрикано-Аргентинская; 30 – Дорваро-Мозамбикская; 31 – Северо-Австралийская; 32 – Ийлгарнская; 33 – Юклинская

Совместная интерпретация наземных геолого-геофизических данных и данных дешифрирования космических снимков в пределах территории Восточно-Европейской платформы

На схеме дешифрирования космического снимка (см. рис. 1) отчетливо выделяются четыре достаточно крупные кольцевые морфологические структуры центрального типа (Волго-Уральская – *ба*, Каменноложская – *бб*, Ухто-Вуктыльская – *бс*, Соликамская – *бе*), расположенные в восточной части Восточно-Европейской платформы. Кольцевые морфологические структуры центрального типа на территории Восточно-Европейской платформы обычно бывают оконтурены гранито-гнейсовыми кольцевыми валообразными образованиями фундамента, сменяющимися кольцевыми депрессиями. На юго-восточном обрамлении Восточно-Европейской платформы, в районе Волго-Уральской нефтегазовой провинции, по наземным геолого-геофизическим данным (рис. 4, 5) также выделена одноименная кольцевая морфологическая структура центрального типа 4-го порядка (см. рис. 1 – *ба*), дочерняя от Прикаспийской (9) морфологической структуры центрального типа 3-го порядка. По результатам комплексных геолого-геофизиче-

ских исследований был построен схематический глубинный разрез земной коры, пересекающий Волго-Уральскую морфологическую структуру центрального типа (см. рис. 4).

Минимум в значениях гравитационного поля (dg) в центральной части Волго-Уральской морфологической структуры центрального типа (см. рис. 1, МСЦТ – *ба*), расположенной в юго-восточной части Восточно-Европейской платформы, соответствует глубокой впадине в породах кристаллического фундамента, заполненной осадочными и грубообломочными породами малой плотности. Эта депрессия, под территорией Волго-Уральской морфологической структуры центрального типа, максимальной глубиной около 7 км, наблюдается на данном геолого-геофизическом разрезе в значениях глубины залегания границы, разделяющей породы осадочного чехла (см. рис. 4, *в*, слой 3) и верхних слоев кристаллического фундамента. Породы кристаллического фундамента в зоне Волго-Уральской морфологической структуры центрального типа имеют пониженные значения намагниченности, их суммарный вектор намагничивания не вертикален, а направлен не только вверх, но и на восток. В связи с этим минимум значений аномального магнитного поля (dTa) (см. рис. 4, *а*) также несколько смещен на восток

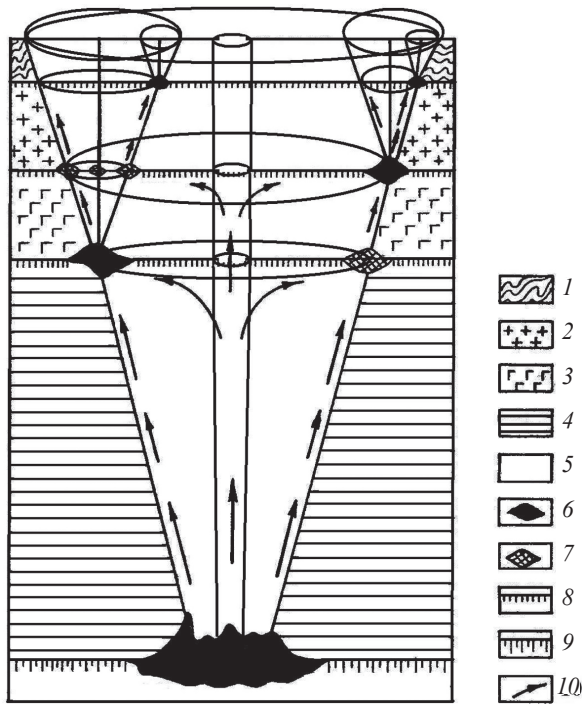


Рис. 3. Схема глубинного строения палеомантийных плюмов, образующих на поверхности Земли морфологические структуры центрального типа: 1 – породы «осадочного» слоя земной коры; 2 – породы «гранитного» слоя земной коры; 3 – породы «базальтового» слоя земной коры; 4 – породы литосферного слоя мантии Земли; 5 – породы астеносферного слоя мантии Земли; 6 – скопление рудных полезных ископаемых на пересечении субгоризонтальных границ физических слоев Земли и субвертикальных границ «корней» морфологических структур центрального типа; 7 – скопление газофлюидных полезных ископаемых на пересечении субгоризонтальных границ физических слоев Земли и субвертикальных границ «корней» морфологических структур центрального типа; 8 – границы, разделяющие физические слои земной коры; 9 – границы, разделяющие физические слои мантии Земли; 10 – направление тепломассопереноса вещества мантии и субвертикального потока геофлюидов (в том числе углеводородов) к поверхности Земли

относительно центра рассматриваемой морфологической структуры центрального типа. Данные сейсморазведки показывают, что в центральной части Волго-Уральской морфологической структуре центрального типа в породах кристаллического фундамента земной коры наблюдается резкое падение скорости (V_p) распространения сейсмических волн (с 8.4 до 8.0 км/с).

Из построенного геолого-геофизического разреза, пересекающего Волго-Уральскую морфологическую структуру центрального типа, можно видеть, что на границе Мохоровичича (на глубине 40–50 км) (см. рис. 4, в, кривая 4), имеется глубокая (около 10 км) воронкообразная депрессия, являющаяся «корневым» основанием этой МСЦТ на границе земной коры и мантии. Наблюдается также депрессия максимальной глубины около 350 м в значениях уровня релье-

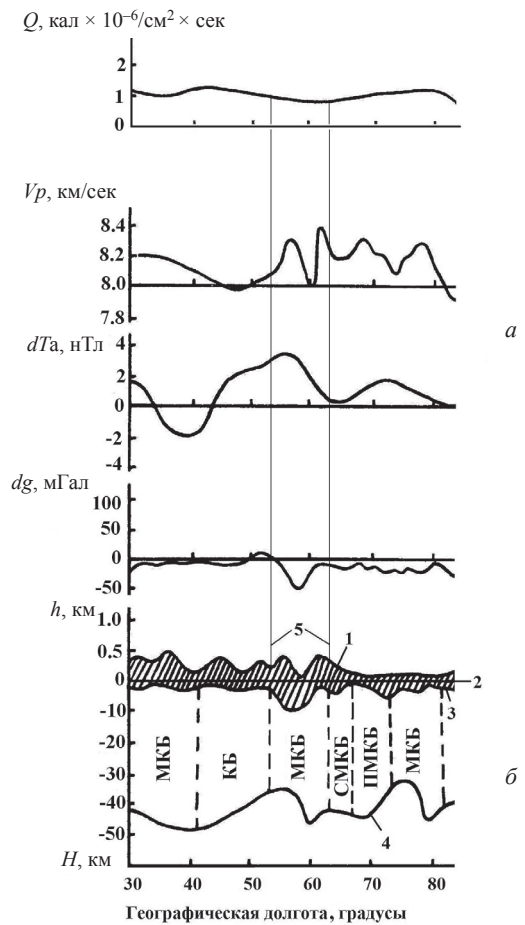
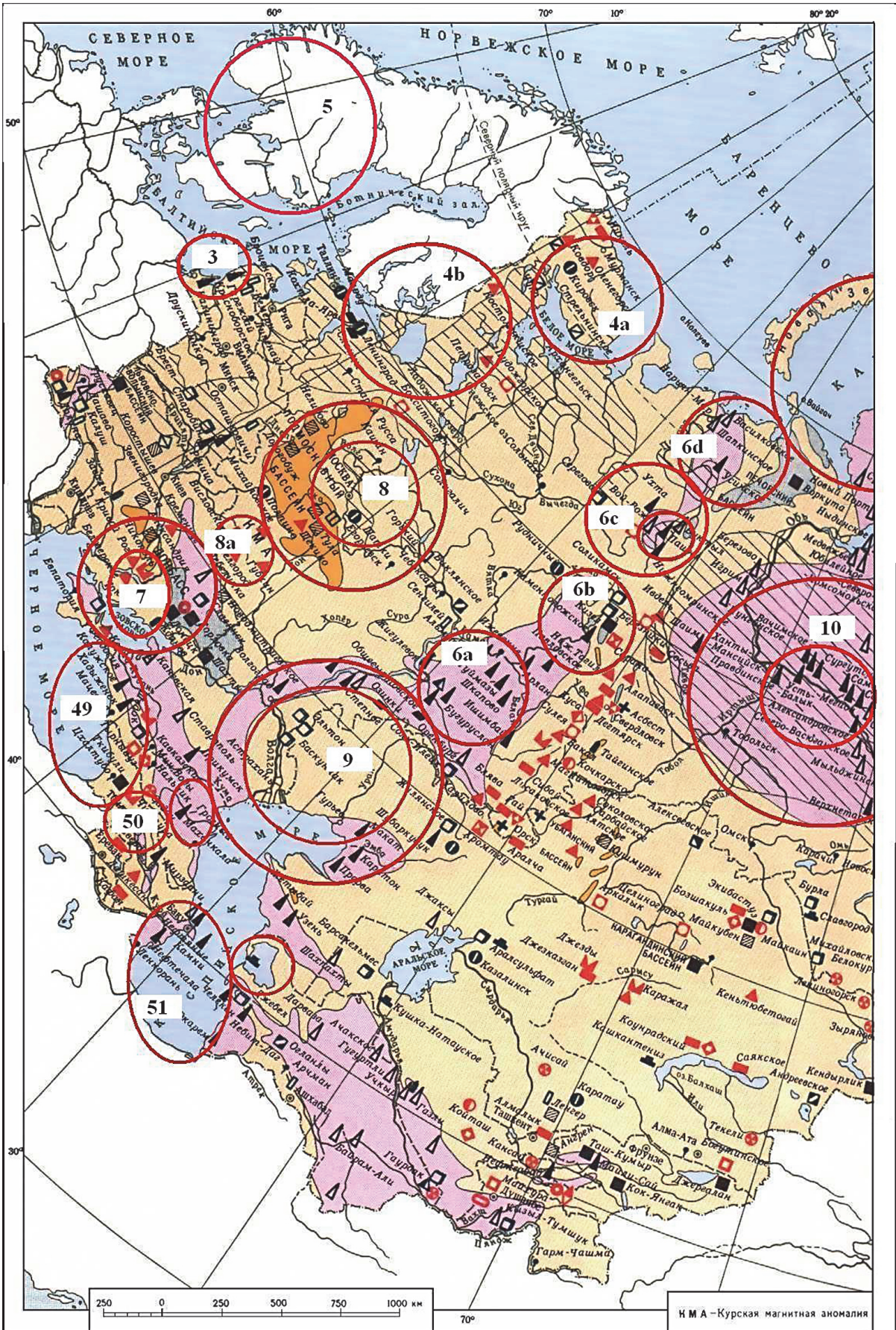


Рис. 4. Результаты измерений различных геофизических полей по широтному профилю, расположенному вдоль 55-го градуса северной широты и схематический геолого-геофизический разрез этого региона Восточно-Европейской платформы (Волго-Уральская МСЦТ): а – результаты измерений магнитного (dTa), гравитационного (dg) полей и данных теплового потока (Q) вдоль анализируемого профиля; Q – измеренные значения теплового потока (кал $\times 10^{-6}/\text{см}^2 \times \text{сек}$) из недр Земли вдоль этого профиля; dTa – измеренные значения аномалий магнитного поля Земли (нТл) вдоль этого профиля; dg – измеренные значения аномалий гравитационного поля в редукции Буге (мГал) вдоль этого профиля; V_p – измеренные значения скорости продольных сейсмических волн (км/сек) вдоль этого профиля; б – схематический геолого-геофизический разрез земной коры вдоль анализируемого профиля: 1 – значения высоты рельефа (h) поверхности Земли (км) вдоль этого профиля; 2 – линия, показывающая высоту уровня Мирового океана; 3 – значения глубины (км) нижней границы осадочного слоя и складчатого основания фундамента земной коры вдоль этого профиля; 4 – значения глубины границы Мохоровичича (км); 5 – боковые границы Волго-Уральской морфологической структуры центрального типа и зона значений физических полей над ней; буквами П, С, М, К, Б – обозначена последовательность преобладающих вещественных комплексов горных пород в разрезе земной коры на данном участке этого профиля: П – переходный комплекс; С – складчатый комплекс; М – метаморфический комплекс; К – кристаллический комплекс; Б – «базальтовый нерасчлененный» слой





фа поверхности Земли (см. рис. 4, в, кривая 1). Валообразная кольцевая структура рельефа поверхности Земли, оконтуривающая территорию Волго-Уральской морфологической структуры центрального типа, вместе с аналогичными структурами в глубине земной коры позволяет наметить ее субвертикальные глубинные границы (см. рис. 4, а, прямые линии 5) этой морфологической структуры центрального типа. Однако, как можно видеть из графика аномальных значений теплового потока (Q) (см. рис. 4, а), поступающего из недр Земли, его структура в пределах территории Волго-Уральской морфологической структуры центрального типа несколько понижена в ее центральной части относительно бортовых зон. Это может свидетельствовать о том, что поскольку тепловой поток в бортовых частях Волго-Уральской морфологической структуры центрального типа несколько выше, как и в Прикаспийской и Новороссийской морфологических структурах центрального типа, то и вертикальный тепломассоперенос углеводородов в приповерхностные слои осадочного чехла, где обычно имеются соответствующие структурные ловушки для мигрирующих углеводородов, также будет выше. Следовательно,

будет выше и вероятность обнаружения месторождений углеводородов (рис. 5) в бортовой зоне Волго-Уральской морфологической структуры центрального типа при постановке детальных геолого-разведочных работ.

На территории Восточно-Европейской платформы по морфологии расположения основных зон нефтегазовых и угольных месторождений, была показана нефтегазовая перспективность морфологических структур центрального типа (МСЦТ), приведенных в работе [8], и выделены некоторые новые МСЦТ с меньшим диаметром (Каменноложская – 6b, Ухто-Вуктыльская – 6с), представленные на рис. 5. Судя по данным, приведенным на рис. 5, именно бортовые зоны многих морфологических структур центрального типа, расположенных на территории Восточно-Европейской платформы, связаны с месторождениями нефти, газа (Прикаспийская – 9, Новороссийская – 7), угля (Московская – 8). Соответственно несколько выше вероятность обнаружения новых нефтегазовых месторождений в бортовых зонах Волго-Уральской морфологической структуры центрального типа (см. рис. 5, МСЦТ – 6), чем в ее центральной части (так называемой «трубе дегазации» МСЦТ [1]).

Условные обозначения

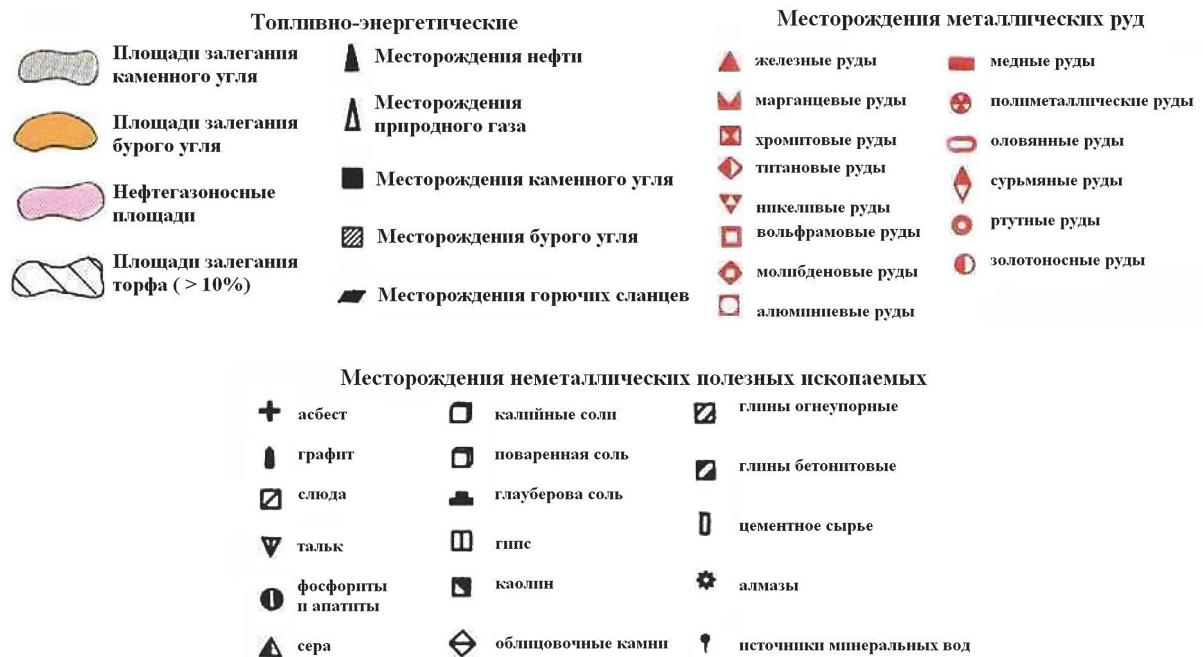


Рис. 5. Фрагмент карты полезных ископаемых территории СССР. На территории Восточно-Европейской платформы выделены морфологические структуры центрального типа: 3 – Калининградская; 4а – Кольская; 4b – Лапландская; 5 – Свеко-Норвежская; 6а – Волго-Уральская; 6b – Каменноложская; 6с – Ухто-Вуктыльская; 6d – Печорская; 7 – Новороссийская; 8 – Московская; 8а – Курская; 9 – Прикаспийская; 10 – Западно-Сибирская; 49 – Восточно-Черноморская; 50 – Северо-Кавказская; 51 – Южно-Каспийская (цвет online)



Заключение

По комплексу геолого-геофизических данных (аэромагниторазведки, гравиразведки, теплового потока, данных о комплексах вещественного состава горных пород земной коры) было проведено изучение глубинного строения Восточно-Европейской платформы, что позволило создать комплексную модель строения земной коры данного региона в пределах расположения Волго-Уральской морфологической структуры центрального типа. При этом был решен ряд важных задач, имеющих самостоятельное значение.

1. По результатам применения данных дешифрирования космических снимков, комплекса региональных геолого-геофизических данных на территории Восточно-Европейской платформы выявлены морфологические структуры центрального типа (Волго-Уральская, Каменноложская, Ухто-Вуктыльская) меньшего диаметра, чем Прикаспийская, которые должны быть связаны с разными месторождениями горючих полезных ископаемых (нефть, газ, уголь).

2. На территории Восточно-Европейской платформы в районе Волго-Уральской МСЦТ построен схематический геолого-геофизический разрез земной коры, который подтверждает теоретическое глубинное строение «корней» морфологических структур центрального типа, образованных палеомантийными плюмами, и связанных с ними месторождений углеводородов.

Библиографический список

1. *Валев Б. М.* Углеводородная дегазация Земли, геотектоника и происхождение нефти и газа (признание и развитие идей П. Н. Кропоткина) // Дегазация Земли и генезис нефтегазовых месторождений : материалы Всерос. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения П. Н. Кропоткина. Москва : ГЕОС, 2011. С. 10–32.

2. *Сейфуль-Мулюков Р. Б.* Нефть и газ. Глубинная природа и ее прикладное значение. Москва : Торус Пресс, 2012. 216 с.

3. *Сывороткин В. Л.* Глубинная дегазация Земли и глобальные катастрофы. Москва : ООО «Геоинформцентр», 2002. 250 с.

4. *Тимурзиев А. И.* Модели распределения ресурсов УВ и новые подходы к принципам нефтегазгеологического районирования // Дегазация Земли : материалы Всерос. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения П. Н. Кропоткина. Москва : ГЕОС, 2006. С. 254–258.

5. *Тимурзиев А. И.* Современное состояние методологии и практики поисков нефти // Дегазация Земли и генезис нефтегазовых месторождений : материалы Всерос. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения П. Н. Кропоткина. Москва : ГЕОС, 2011. С. 456–477.

6. *Харитонов А. Л.* Комплексный геолого-геофизический анализ некоторых морфоструктур центрального типа и их связь с месторождениями нефти и газа // Вестник института геологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. 2018. № 7(283). С. 3–9.

7. *Харитонов А. Л.* Изучение глубинной структуры мантийных суперплюмов-каналов дегазации земных недр // International Journal of Professional Science. 2019. № 9. С. 16–30.

8. *Кац Я. Г., Полетаев А. И., Сулиди-Кондратьев Е. Д.* Кольцевые структуры лика планеты. М. : Знание, К 62, 1989. 48 с.

9. *Макаров В. П., Скобелев С. Ф., Трифонов В. Г.* Исследование природной среды космическими средствами // Геология и геоморфология. 1974. Т. 2. С. 9–42.

10. *Соловьев В. В.* Структуры центрального типа территории СССР по данным геолого-геоморфологического анализа. Ленинград : ВСЕГЕИ, 1978. 111 с.

11. *Kharitonov A. L.* Oil and gas potential of morphostructures of the central type in Eastern Siberia // Деловой журнал Neftegaz.RU. 2019. № S10(94). С. 50–55.

12. *Янишин А. Л., Зятькова Л. К.* Развитие и использование исследований природных явлений и ресурсов Сибири и на Дальнем Востоке // Исследование Земли из космоса. 1980. № 1. С. 40–48.

Поступила в редакцию 04.08.2020, после рецензирования 15.10.2020, принята к публикации 20.11.2020
Received 04.08.2020, revised 15.10.2020, accepted 20.11.2020

PERSONALIA

ЕЛИЗАВЕТА ВСЕВОЛОДОВНА МИРОНОВА (К столетию со дня рождения)



Елизавета Всеволодовна Миронова родилась 20 сентября 1920 года в Тамбовской области. Ее детство прошло в Сосновском лесничестве. Отец, Всеволод Александрович Петэн, имел два высших образования и владел, кроме русского, украинским, немецким, английским и французским языками. Мама, Клавдия Васильевна Добрицкая, была из духовного сословия, окончила Институт благородных девиц.

Выпускница географического факультета Московского областного педагогического института (1941 г.), Е. В. Миронова в 1950-е годы заведовала кафедрой экономической географии в Черновицком университете (ЧГУ). В этот период она проводила исследование Станиславского района, занималась историей развития хозяйства и сельского населения Черновицкой области, кооперативной промышленности г. Черновцы, изучением сельского хозяйства Англии.

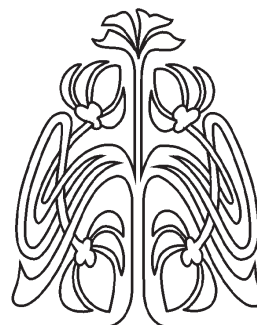
С 1959 года Елизавета Всеволодовна работала на географическом факультете Саратовского государственного университета (СГУ), была избрана заведующим кафедры экономической географии, которой руководила вплоть до 1972 года.

В период заведования кафедрой Е. В. Миронова привлекает в коллектив высококлассных специалистов-географов – Э. Л. Файбусовича (впоследствии ставшего известнейшим географом, доктором географических наук, профессором Санкт-Петербургского университета экономики и финансов), Г. В. Архипова, Б. А. Ущева, В. Г. Торопыгина. В связи с этим в исследованиях кафедры появляются новые направления. Начинаются работы в области социально-экономической географии мирового хозяйства (Е. В. Миронова), аграрной географии Саратовской области (С. И. Савенков), публикуются книги, статьи и карты, посвященные географическим характеристикам субъектов Поволжья (В. Г. Торопыгин, Е. В. Миронова, Э. Л. Файбусович, В. И. Горцев, В. И. Воейков), теоретическим проблемам науки (Э. Л. Файбусович), географии населения и социальной инфраструктуре (В. Г. Торопыгин, Н. М. Букаева), географии промышленности и сельского хозяйства СССР (Е. В. Миронова, Э. Л. Файбусович, Б. А. Ущев).

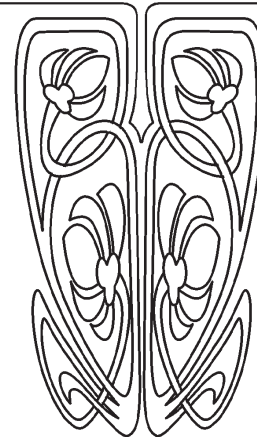
Через восемь лет, в 1980 году, в Ленинградском государственном университете, несмотря на отрицательный отзыв родной кафедры, занимающий 19 страниц машинописного текста, она блестяще защитила диссертацию «Аграрная география Англии и Уэльса». Ей была присуждена ученая степень доктора географических наук. В 1981 году Елизавета Всеволодовна стала профессором кафедры экономической географии СГУ.

Научные интересы Е. В. Мироновой были широки и многообразны. В сферу основных направлений ее научных исследований входили вопросы агрогеографии и сельского населения СССР и зарубежных стран, прежде всего Великобритании.

Научный интерес к географическим проблемам аграрной экономики этой капиталистической страны связан со стремлением на примере анализа взаимодействия природных, социально-исторических и экономических условий выявить фундаментальные связи универсальной системы «природа–общество–хозяйство», показать региональные аспекты рационального использования земли и охраны окружающей среды. В работах Елизаветы Всеволодовны органически сочетались



ПРИЛОЖЕНИЯ





социально-экономический и природно-ресурсный аспекты комплексного анализа, показаны конкретные пути экономизации, гуманизации и экологизации географических исследований, опирающихся как на теоретические материалы, так и на собственные наблюдения. Миронова свободно владела английским языком, несколько раз посещала Великобританию и привезла оттуда великолепные книги, которыми щедро делилась со своими коллегами и даже студентами. Ее кандидатская и докторская диссертации, монография и ряд публикаций по географии сельского хозяйства Англии с точки зрения объективности оценки его достижений намного опередили свое время.

Елизавета Всеволодовна много внимания уделяла географии сельского хозяйства, населению и инфраструктуре сельской местности, прежде всего Поволжья, проводя совместные исследования с академическим институтом ИСЭП АПК АН СССР по этим проблемам. Многочисленные статьи и выступления Е. В. Мироновой на всесоюзных конференциях посвящены вопросам развития социальной инфраструктуры системы «город–село», влиянию мелиоративного строительства на демографические процессы в Саратовской области, проблемам природоохранного районирования территории РСФСР, системному социально-экономическому картографированию для целей планирования АПК, изучению исследований географических коллективов РСФСР и путей совершенствования их организации.

Весомым был творческий вклад Елизаветы Всеволодовны в составление «Атласа Приволжского совнархоза», начатого В. Г. Лебедевым, «Карты населения СССР» (территории Саратовской, Волгоградской, Астраханской и Пензенской областей), опубликованной ГУГКом на 16 листах. Еще одним направлением ее научной деятельности было участие в хозяйственных работах с ЦЭНИИ Госплана СССР по исследованию городских поселений Саратовской и Волгоградской областей и с ИСЭП АПК РАН по «Социально-экономическим закономерностям развития регионального АПК (трудовые ресурсы, демографическая ситуация, социальная инфраструктура в областях Нижнего Поволжья, организация в Поволжье отдыха и туризма, вопросы рационального природопользования)». Материалы исследований не только входили в ведомственные отчеты, но и публиковались.

Е. В. Миронова – автор ряда методических пособий для студентов. Преподавателями кафедры в Издательстве Саратовского университета был издан ряд учебных пособий. Среди них «Схема характеристики экономического района» (авторы: Е. В. Миронова, В. Г. Торопыгин, Б. А. Ущев, Э. Л. Файбусович, 1970 г.), в которой авторы описали все новейшие достижения отечественной экономико-географической науки 60-х годов.

Большую известность среди географов СССР приобрела Елизавета Всеволодовна благодаря своей длительной плодотворной деятельности сначала на посту ученого секретаря (1972–1982 гг.), а затем председателя (1982–2001 гг.) Головного

совета по географии и метеорологии при Минвузе РСФСР. Эта деятельность была очень важна с точки зрения поддержания контактов кафедры.

16 лет (с 1982 по 2001 г.) она возглавляла Саратовский отдел Географического общества СССР, активно выступала в качестве лектора общества «Знание».

Русское географическое общество (РГО) оценило ее работу на посту председателя Саратовского отдела, присвоив ей звание почетного члена РГО.

За свою многолетнюю деятельность она отмечена грамотами, наградами и званием заслуженного работника высшей школы Российской Федерации (указ Президента РФ от 5 августа 2000 г. № 1425 «О награждении государственными наградами Российской Федерации»).

Елизавета Всеволодовна общалась со многими советскими и русскими учеными, в том числе с такими, как В. А. Анучин, Ю. Г. Саушкин, С. Б. Лавров, Д. И. Шашко, П. Е. Харитонов и В. Г. Лебедев.

Она побывала в Англии, Китае, Индии, Египте, Турции, Германии, Франции, народно-демократических государствах Европы. Работала в Москве, Ленинграде, Новосибирске, Иркутске, Томске, Якутске и во Владивостоке.

Е. В. Миронова была настоящим русским интеллигентом. Для молодежи она была добрым наставником, пользовавшимся заслуженным уважением. Будучи блестящим лектором, она делилась с аудиторией своими обширными знаниями и наблюдениями. Читая лекцию перед огромной аудиторией, она никогда не повышала голоса, но ее речь была слышна на последних рядах, студенты ловили каждое ее слово.

Елизавету Всеволодовну отличали интеллигентность, мудрость и доброта. Ее речь была спокойной, медленной и полной достоинства. Несмотря на все свои должности и звания, она не вела себя высокомерно. Более того, во время прохождения курсов по повышению квалификации в МГУ в свое личное время Елизавета Всеволодовна пять часов ожидала приема в Министрстве образования СССР, чтобы помочь выпускнице своей кафедры в решении ее проблемы.

Она щедро делилась со студентами, аспирантами, коллегами и друзьями своими знаниями, теплом своей души. Пройдя через многие испытания, Елизавета Всеволодовна сохранила человечность, по доброму, с пониманием относилась к окружающим. Отлично разбираясь в людях, она иногда давала своим коллегам необходимые жизненные советы (мягко, ненавязчиво), сочувствовала.

22 ноября 2001 года Елизаветы Всеволодовны не стало. Сотни географов Саратова, других городов России и стран СНГ являются учениками Е. В. Мироновой, среди них немало кандидатов и докторов наук. Память о Елизавете Всеволодовне будет жить в ее учениках, в сердцах друзей и коллег.

Коллектив кафедры экономической и социальной географии