



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

ИЗВЕСТИЯ САРАТОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Новая серия



Научный журнал
2018 Том 18

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

Издается с 2006 года

Серия Науки о Земле, выпуск 3

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

СОДЕРЖАНИЕ

Научный отдел

География

- Горшкова Л. Ю., Тремасова М. С., Косырева И. В., Русанова Т. Ю., Габидулина М. К., Маракаева А. В.** Анализ некоторых гидрохимических показателей экологического состояния рек Советского района Саратовской области 150
- Демин А. М., Ильченко И. А.** Пространственно-временные особенности экистического пространства Саратовской области: постановка проблемы и начальный этап формирования 157
- Преображенский Ю. В.** Структура экспорта регионов Нижнего Поволжья и перспективы развития их промышленности 163
- Стонт Ж. И., Ульянова М. О.** Роль метеорологических условий в формировании эоловых форм Куршской косы (Юго-Восточная Балтика) 169

Геология

- Александров П. Н.** Новый подход к выводу уравнения эйконала для неоднородных анизотропных упругих сред 178
- Миних А. В., Миних М. Г.** Ихтиофауна в опорных разрезах средней и верхней перми Восточной Европы. Комплексы и зональная шкала. Статья 1. Бассейн Северной Двины 184
- Самойлов А. Г., Зозырев Н. Ю., Шелепов Д. А.** Благородные, рассеянные и цветные металлы в горючих сланцах Волжского сланцевого бассейна 194
- Сельцер В. Б., Калякин Е. А., Ильинский Е. И.** Верхнемеловые отложения и биостратиграфия разреза «Новоспасское» (юго-запад Ульяновской области) 198
- Шешнёв А. С., Ковалёв М. В.** Санитарное состояние овражно-балочных систем и проблема организации стока с городской территории Саратова в конце XIX века 214

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 (группы научных специальностей: 25.00.00 – науки о Земле)

Зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-56167 от 15 ноября 2013 года

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 Наталия Ивановна

Технический редактор
Каргин Игорь Анатольевич

Корректор
Крылова Елена Борисовна

Адрес учредителя, издателя и издательства:

410012, Саратов, ул. Астраханская, 83

Тел.: (845-2) 51-45-49, 52-26-89

E-mail: izvestiya@sgu.ru

Подписано в печать 18.08.18.

Формат 60x84 1/8.

Усл. печ. л. 8,37 (9,0).

Тираж 500 экз. Заказ 106-Т.

Отпечатано в типографии
Саратовского университета.

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

© Саратовский университет, 2018



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, 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

- Gorshkova L. Yu., Tremasova M. S., Kosyreva I. V., Rusanova T. Yu., Gabdulina M. K., Marakaeva A. V.** Analysis of Some Hydrochemical Parameters of the Ecological State for the Rivers in the Soviet District of the Saratov Region 150
- Demin A. M., Ilchenko I. A.** Spatial and Temporal Characteristics Settlement of the Saratov Region: the Problem and the Initial Stage of Formation 157
- Preobrazhenskiy Yu. V.** Structure of Export of Regions of the Lower Volga Region and Prospects of Their Industry 163
- Stont Zh. I., Ulyanova M. O.** The Role of Meteorological Conditions in the Formation of the Eolian Forms of the Curonian Spit (South-Eastern Baltic Sea) 169

Geology

- Aleksandrov P. N.** A New Approach to the Derivation of Eikonal for Inhomogeneous Anisotropic Elastic Media 178
- Minikh A. V., Minikh M. G.** Ichthyofauna from the Key Sections of the Middle and Upper Permian of Eastern Europe: Complexes and Zonal Scale. Paper 1: Basin of the Severnaya Dvina River 184
- Samoylov A. G., Zozyrev N. Yu., Shelepov D. A.** Noble, Scattered and Colored Metals in the Combustible Schists of the Volzhsky Shale Basin 194
- Seltser V. B., Kalyakin E. A., Ilinskiy E. I.** Upper Cretaceous Deposits and Biostratigraphy of the «Novospasskoe» Section (South-West of the Ulyanovsk Region) 198
- Sheshnev A. S., Kovalev M. V.** Sanitary Condition of the Gully System and the Problem of the Organization of Runoff From the City Territory of Saratov in the Late XIX Century 214



**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:

Валашик Иренеуш, действительный член Польской академии наук, профессор факультета Геологии Варшавского университета (Варшава, Польша)

Гужиков Андрей Юрьевич, доктор геол.-минерал. наук, профессор кафедры общей геологии и полезных ископаемых Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского (Саратов, Россия)

Диденко Алексей Николаевич, доктор геол.-минерал. наук, член-корреспондент РАН, директор ФГБУН Институт тектоники и геофизики имени Ю. А. Косыгина ДВО РАН (Хабаровск, Россия)

Коробов Александр Дмитриевич, доктор геол.-минерал. наук, профессор, заведующий кафедрой геологии и геохимии горючих ископаемых Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского (Саратов, Россия)

Семенов Юрий Михайлович, доктор геогр. наук, профессор, главный научный сотрудник Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН (Иркутск, Россия)

Хоецян Ашот Владимирович, доктор геогр. наук, профессор, заведующий кафедрой географии и методики ее преподавания Армянского государственного педагогического университета имени Х. Абовяна (Ереван, Армения)

Шурыгин Борис Николаевич, доктор геол.-минерал. наук, член-корреспондент РАН, заведующий лабораторией палеонтологии и стратиграфии мезозоя и кайнозоя Института нефтегазовой геологии и геофизики имени А. А. Трофимука СО РАН (Новосибирск, 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)

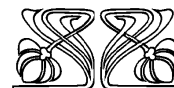
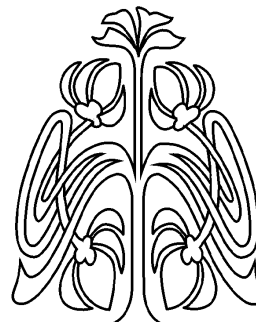
Aleksey N. Didenko (Khabarovsk, Russia)

Aleksandr D. Korobov (Saratov, Russia)

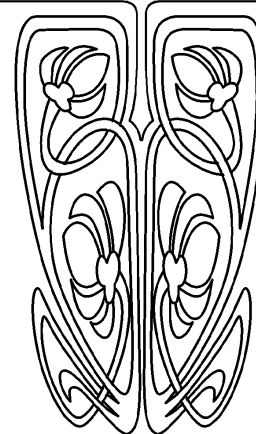
Yuriy M. Semenov (Irkutsk, Russia)

Ashot V. Khoetsyan (Erevan, Armenia)

Boris N. Shurygin (Novosibirsk, Russia)



**РЕДАКЦИОННАЯ
КОЛЛЕГИЯ**





ГЕОГРАФИЯ

УДК [502.51:556.52:543.3](470.44)

АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕК СОВЕТСКОГО РАЙОНА САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Л. Ю. Горшкова, М. С. Тремасова, И. В. Косырева, Т. Ю. Русанова,
М. К. Габидулина, А. В. Маракаева

Горшкова Лариса Юрьевна, кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и ландшафтной экологии, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, gorshkova-l@inbox.ru

Тремасова Марина Сергеевна, студент кафедры физической географии и ландшафтной экологии, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, marishca9612@mail.ru

Косырева Ирина Владимировна, кандидат химических наук, доцент кафедры аналитической химии и химической экологии, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, i_kosyreva@mail.ru

Русанова Татьяна Юрьевна, доктор химических наук, заведующий кафедрой аналитической химии и химической экологии, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, tatyana_rus@yandex.ru

Габидулина Марина Касимовна, аспирант кафедры аналитической химии и химической экологии, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, gabidulina.92@mail.ru

Маракаева Анастасия Вячеславовна, магистрант кафедры аналитической химии и химической экологии, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, marakaeva_anastasiya@mail.ru

В статье представлены результаты лабораторных исследований проб воды, отобранных летом 2016 года на реках Советского района Саратовской области. Дан краткий анализ изученных гидрохимических показателей с точки зрения их влияния на качество воды рассмотренных рек. По итогам анализа сделаны соответствующие выводы. В некоторых точках отбора проб обнаружено превышение значений предельно допустимых концентраций по ряду показателей.

Ключевые слова: Советский район Саратовской области, натурные исследования, гидрологические створы, пробы воды, лабораторные анализы, гидрохимические показатели, ПДК.

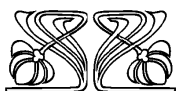
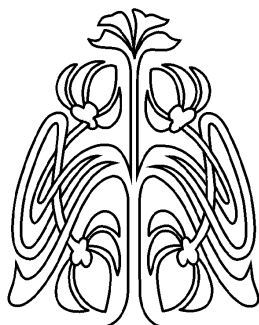
Analysis of Some Hydrochemical Parameters of the Ecological State for the Rivers in the Soviet District of the Saratov Region

L. Yu. Gorshkova, M. S. Tremasova, I. V. Kosyreva, T. Yu. Rusanova,
M. K. Gabidulina, A. V. Marakaeva

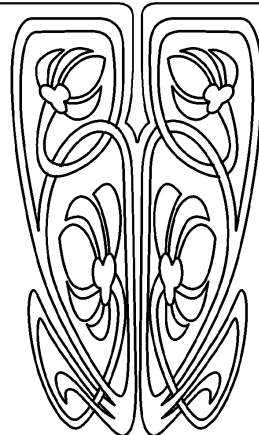
Larisa Yu. Gorshkova, ORCID 0000-0002-9665-2892, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, gorshkova-l@inbox.ru

Marina S. Tremasova, ORCID 0000-0003-2977-3288, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, marishca9612@mail.ru

Irina V. Kosyreva, ORCID 0000-0002-7607-2292, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, i_kosyreva@mail.ru



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





Tatiana Yu. Rusanova, ORCID 0000-0001-5962-3707, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, tatyanarys@yandex.ru

Marina K. Gabidulina, ORCID 0000-0002-4052-9596, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, gabidulina.92@mail.ru

Anastasia V. Marakaeva, ORCID 0000-0002-1378-6861, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, marakaeva_anastasiya@mail.ru

The article presents the results of laboratory investigation of water samples collected in the summer of 2016 on the rivers of the Soviet district of the Saratov region. A brief analysis of the hydrochemical indicators is given from the point of view of their effect on the water quality of the examined rivers. Based on the results of the analysis, the relevant conclusions were drawn. At some points of sampling, exceeding the values of maximum permissible concentrations for a number of indicators was detected.

Key words: Soviet area of the Saratov region, field studies, hydrological stations, water samples, laboratory tests, hydrochemical indicators, MPC.

DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-150-156

Введение

Потребность в оценке воздействия техногенеза на природные ландшафты или отдельные компоненты природы появилась еще в конце 60-х годов XX века. Для удовлетворения данной потребности зародилось новое научное направление – геохимия окружающей среды, находящееся на стыке геохимии, географии и экологии [1], которое не потеряло своей актуальности и в настоящее время.

По концентрации химических элементов в природной среде можно судить о степени влияния техногенеза на состояние отдельных ее компонентов и их пригодности для человека и других живых организмов.

Сегодня существенное антропогенно-техногенное давление испытывают на себе не только промышленные, но и сельскохозяйственные районы. Одним из таких районов является Советский район Саратовской области, расположенный в бассейне реки Большой Караман, преимущественно в подзоне типичной степи.

Исходя из функционального использования и уровня антропогенной нагрузки территории данного района [2] целесообразно контролировать экологическое состояние жизненно важных природных компонентов, и в первую очередь рек.

С этой целью представителями географического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского инициированы и проведены исследования на реках Советского района. Результаты химического анализа воды рек данного района легли в основу содержания данной статьи.

Материалы и методы исследования

Для сбора необходимого фактического материала в период с 5 по 30 августа 2016 года обследованы семь рек, протекающих по территории рассматриваемого района: Б. Караман (левый приток Волги), Нахой, Безымянная 2 (левые притоки Б. Карамана), Мечетка, Суслы (правые притоки Б. Карамана), Ветелки, Безымянная 1 (правые притоки р. Нахой).

В зависимости от длины реки в периметре района на каждой из них было заложено от одного до трех гидрологических створов, на которых проводился сбор гидрометрических данных для определения условий самоочищения рек [3], а также отбор проб воды для лабораторных анализов некоторых гидрохимических показателей, характеризующих их экологическое состояние.

Координаты местоположения каждого створа определялись с помощью навигатора GARMIN GPSmap 60CSx.

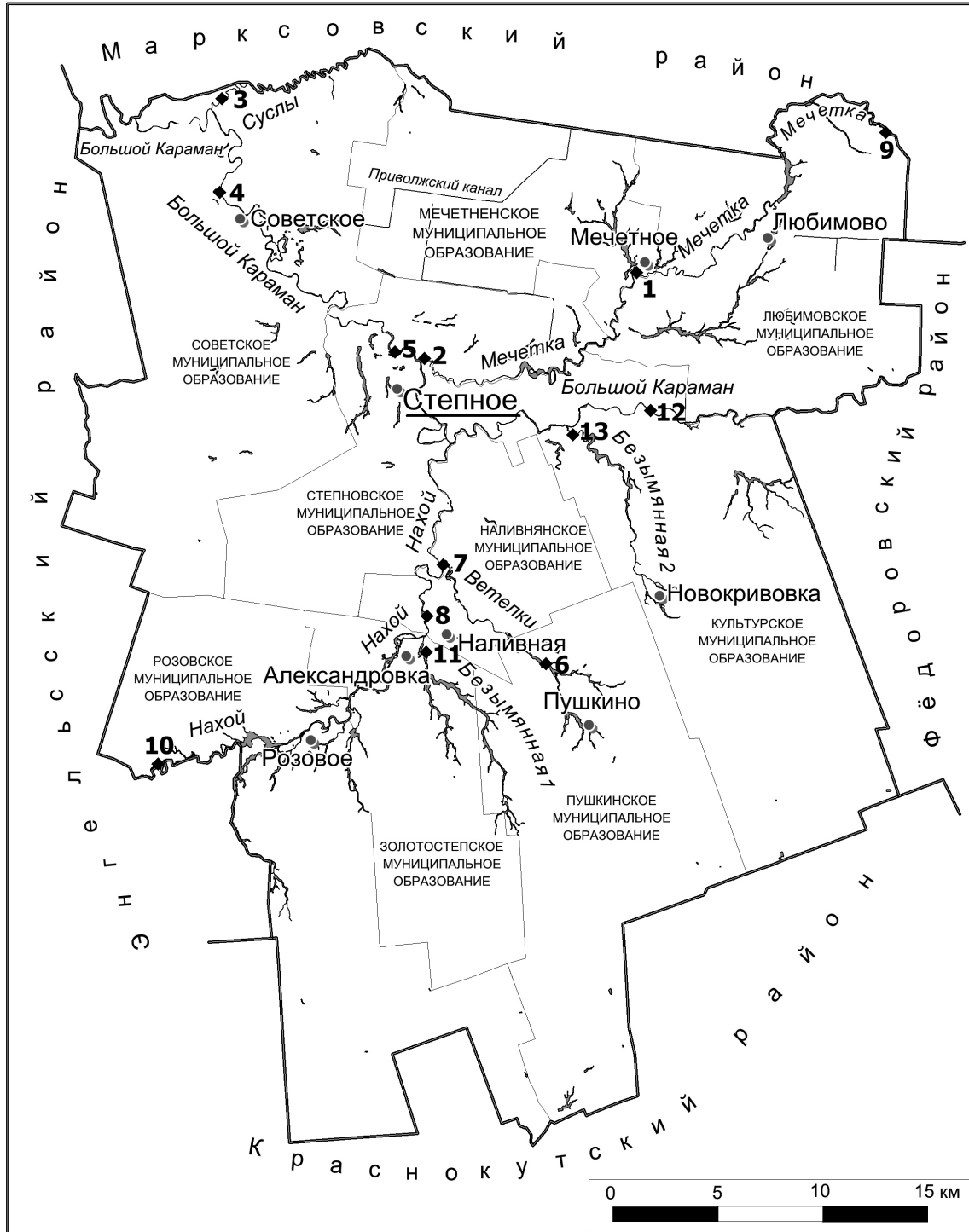
В период проведения исследований погода была ясная, безоблачная, с преобладающим юго-восточным направлением ветра и средней его скоростью 2,3 м/с, температура воздуха находилась в пределах от +26 до +37°C, температура воды в точках отбора проб колебалась от 24 до 28°C [3].

Гидрологические створы по возможности были заложены у истока и в устьевой части малых рек, а также ниже по течению от крупных населенных пунктов (рисунок). Пробы воды на каждом створе отбирались в прибрежной (1–2 м от берега) и центральной частях каждой из рек. Отбор проб был выполнен по ГОСТу 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб» [4]. Всего было отобрано 26 проб воды.

Химический анализ отобранных проб воды проводился в лаборатории кафедры аналитической химии и химической экологии Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского.

Руководствуясь ГОСТами [5–10], в каждой из отобранных проб были определены 10 основных показателей, дающих представление о развитии происходящих в водоемах негативных процессов (загрязнение, эвтрофикация, закисление): рН, жесткость воды, содержание кальция, магния, сульфат-, карбонат-, хлорид-ионов, перманганатная окисляемость, цветность воды, содержание железа. Последний показатель определялся только в четырех контрольных точках, расположенных в условиях различного уровня антропогенной нагрузки Советского района.

В процессе исследования использовались такие методы химического анализа, как титриметрия, фотометрия, потенциометрия (рН) и некоторые др.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

◆ 13 Местоположение гидрологических створов

Прочие обозначения

Гидрография

Реки

Озера, пруды и водохранилища

Каналы

● **Степное** Районный центр

● Мечетное Центры муниципальных образований

Граница района

Границы муниципальных образований

Расположение гидрологических створов на реках Советского района Саратовской области (август 2016 г.) [3]



Обсуждение полученных результатов

Результаты исследования гидрохимических показателей представлены ниже (таблица). Проведем небольшой анализ полученных результатов по каждому из показателей, ПДК которых сверялись с нормативами, установленными СанПиНом 2.1.4.1074-01 [11].

В отобранных пробах разброс значений кислотности (pH) колеблется от 6,5 до 8,1, но не превышает при этом нормативной величины (ПДК = 6 – 9). Кислых вод ($pH < 6$) и вод, которые имеют очень щелочную среду ($pH > 9$), в данном районе не обнаружено.

Одной из значимых характеристик, определяющих возможности использования природных вод человеком, является жесткость воды, которая характеризуется суммарным содержанием в ней щелочноземельных элементов, в основном ионов кальция и магния [6, 12].

Исследованные воды по своей жесткости различны. Разброс полученных значений жесткости чрезвычайно велик: от 1,9 до 11,6 ммоль-экв/л. При этом имеется несколько точек, для которых жесткость воды по нормативным показателям непригодна для водопотребления человеком. Таких точек четыре: № 4.1, 4.2, 12.1, 12.2. Для трех точек – № 1.1, 2.1 и 5.2 – этот показатель близок к предельно возможному для питьевых вод значению (см. таблицу). Следовательно, вода р. Мечетки (в среднем и нижнем ее течении в пределах границ района) и р. Б. Карамана относится к типу «жестких» вод и должна подвергаться длительному кипячению перед употреблением или другой дополнительной очистке.

Вода, отобранная в точках 9.1 и 9.2, является наиболее «мягкой»: её жесткость равна 1,9–2,1 ммоль-экв/л. Однако данный факт может быть связан с «дождевой линзой», которая образовалась на поверхности реки, так как пробы на этой точке были отобраны 8 августа 2016 г., а ночью прошел дождь.

Основная же масса проб по жесткости примерно соответствует среднему значению этой величины для большинства рек и не вызывает опасений.

Содержание ионов кальция колеблется от 1,0 до 7,3 ммоль-экв/л. Содержание ионов магния находится в интервале от 0,9 до 7,0 ммоль-экв/л.

Вызывает интерес превышение концентрации ионов Mg^{2+} над ионами Ca^{2+} в реках Б. Караман, Ветелки (кроме точки 6.1), Безымянная 1 и Безымянная 2. А. И. Перельман [13] поясняет, что потенциальным источником Mg^{2+} , который в процессе ионного обмена переходит в раствор, может являться поглощающий комплекс, контактирующий с водами реки. Однако для выяснения причин установленного факта необходимо провести дополнительные исследования. Во всех остальных случаях преобладает ситуация, характерная, по утверждению А. И. Перельмана [14], для большинства вод ландшафтов – $Ca^{2+} > Mg^{2+}$.

Сульфаты являются одними из важнейших анионов и присутствуют практически во всех поверхностных водах. Значительное их количество поступает в водоемы в процессе отмирания организмов и окисления наземных и водных веществ растительного и животного происхождения и с подземным стоком. Поступление сульфатов в водоемы может быть обусловлено и антропогенными факторами, например выносом со сточными водами предприятий различных отраслей промышленности, смывом с сельскохозяйственных угодий, а также с бытовыми стоками [15].

Разброс полученных экспериментальных значений по данному показателю очень велик – от 19 до 8125 мг/л. Исходя из действующих нормативов [11] количественные характеристики проб воды точек № 2.1, 3.2, 5.2, 6.1, 11.2, 12.2 значительно превышают ПДК (500 мг/л). В пробах воды, отобранных на двух точках Б. Карамана (12.2 и 5.2), обнаружено превышение ПДК сульфатов от 1,5 до 16,25 раз соответственно. Обе пробы были взяты на небольшой глубине, в 1,5 м от берега, где наблюдалось заметное взмучивание воды. Наряду с этим повышенному содержанию сульфат-ионов может способствовать илистый (№ 12.2) и глинистый (№ 5.2) характер дна рек.

Существенный вклад вносит и повышенная антропогенная нагрузка в районе точки № 5. Она связана с относительной высокой здесь плотностью населения (более 20 чел./км²), наличием нефте- и газопровода «Средняя Азия-Центр», а также автотранспортных путей регионального значения [2]. Кроме того, точка № 5 расположена ниже впадения в Б. Караман р. Мечетка, имеющей в устьевой части (№ 2.1) превышение концентрации сульфатов более чем в 4 раза (см. таблицу).

Повышенное содержание сульфатов ухудшает органолептические свойства воды и оказывает неблагоприятное физиологическое воздействие на организм человека [15], соответственно эта вода не может быть использована в качестве питьевой.

Гидрокарбонатная щелочность отражает содержание в воде солей угольной кислоты – гидрокарбонатов. Гидрокарбонаты – показатель ненормируемый. Большое содержание их в воде не представляет существенной проблемы, поскольку при кипячении гидрокарбонаты разлагаются до углекислого газа и воды [16]. Анализ полученных данных позволил установить, прежде всего, достаточно широкий интервал их количественных значений – от 92 до 580 мг/л.

Хлорид-ионы являются преобладающими ионами химического состава природных вод. Концентрация хлоридов в поверхностных водах подвержена заметным сезонным колебаниям, коррелирующим с изменением минерализации природных вод. Повышенное содержание хлоридов ухудшает вкусовые качества воды и делает ее малопригодной для питьевого водоснабжения, ограничивает ее применение для многих техни-



Значения гидрохимических показателей экологического состояния рек Саратовской области (отбор проб воды – август 2016 г.)

Точка*	pH, ед.	Общая жёсткость воды, ммоль-экв/л	Содержание кальция, ммоль-экв/л	Содержание магния, ммоль-экв/л	Сульфаты, мг/л	Показатели		Содержание хлоридов, мг/л	Перманганатная окисляемость, мгО ₂ /л	Цветность, градусы	Общее содержание Fe в контрольных точках, мг/л
						Гидрокарбонаты, мг/л	Р. Мечетка				
9.1 (центр)	6,52±0,01	1,9±0,1	1,3±0,1	0,6±0,2	34±5	92±5	20±2	5,5±0,2	32±5	0,95±0,1	
9.2 (берег)	6,59±0,01	2,1±0,1	1,4±0,1	0,7±0,2	136±5	122±5	15±2	4,9±0,2	30±5	1,05±0,1	
1.1 (центр)	7,41±0,02	9,9±0,2	7,3±0,2	2,6±0,2	19±5	397±5	160±5	5,8±0,2	22±5	–	
1.2 (берег)	7,55±0,02	9,3±0,2	6,4±0,1	2,9±0,2	350±5	458±10	165±5	6,2±0,2	52±5	–	
2.1 (центр)	7,55±0,02	10,1±0,3	4,5±0,1	5,6±0,3	2125±50	427±10	260±5	6,1±0,2	13±5	–	
2.2 (берег)	7,52±0,02	9,0±0,1	5,4±0,2	3,6±0,2	180±5	427±10	280±5	5,7±0,2	14±5	–	
Р. Б. Караман											
12.1 (центр)	7,82±0,02	11,6±0,3	5,4±0,2	6,2±0,3	340±5	336±5	270±5	6,2±0,2	11±5	–	
12.2 (берег)	7,74±0,02	10,9±0,3	5,7±0,1	5,2±0,3	750±50	381±5	280±5	6,2±0,2	12±5	–	
5.1 (центр)	7,46±0,02	9,2±0,1	3,5±0,1	5,7±0,3	325±5	458±10	275±5	5,4±0,2	13±5	0,24±0,1	
5.2 (берег)	7,44±0,02	9,7±0,1	3,5±0,1	6,2±0,3	8125±50	427±10	265±5	6,2±0,2	13±5	0,21±0,1	
4.1 (центр)	7,78±0,02	11,0±0,3	5,2±0,1	5,8±0,3	88±5	580±10	200±5	4,9±0,2	7±5	–	
4.2 (берег)	7,80±0,02	10,7±0,3	3,7±0,1	7,0±0,3	365±5	580±10	190±5	5,1±0,2	8±5	–	
Р. Нахой											
10.1 (центр)	7,21±0,01	2,9±0,1	1,5±0,1	1,4±0,2	116±5	122±5	10±2	5,8±0,2	40±5	0,58±0,1	
10.2 (берег)	7,13±0,01	2,4±0,1	1,6±0,1	0,8±0,2	28±5	159±5	10±2	5,8±0,2	67±5	0,65±0,1	
8.1 (центр)	7,40±0,02	6,6±0,1	3,3±0,1	3,3±0,2	205±5	397±5	220±5	5,5±0,2	15±5	0,52±0,1	
8.2 (берег)	7,43±0,02	7,7±0,1	3,1±0,1	4,6±0,2	100±5	382±5	220±5	5,3±0,2	16±5	–	
Р. Ветелки											
6.1 (центр)	7,28±0,01	6,2±0,1	4,2±0,2	2,0±0,2	1180±50	580±10	220±5	5,8±0,2	56±5	–	
6.2 (берег)	7,30±0,01	6,8±0,1	1,9±0,1	4,9±0,2	142±5	458±10	180±5	7,8±0,2	25±5	–	
7.1 (центр)	8,11±0,02	6,6±0,2	1,0±0,1	5,6±0,3	94±5	519±10	160±5	5,7±0,2	26±5	–	
7.2 (берег)	8,07±0,02	5,2±0,1	1,1±0,1	4,1±0,2	32±5	488±10	155±5	6,5±0,2	54±5	–	
Р. Безымянная 1											
11.1 (центр)	7,80±0,02	3,7±0,1	1,3±0,1	2,4±0,2	144±5	168±5	75±2	5,7±0,2	17±5	–	
11.2 (берег)	7,63±0,02	3,7±0,1	1,2±0,1	2,5±0,2	1300±50	305±5	90±2	5,3±0,2	14±5	–	
Р. Безымянная 2											
13.1 (центр)	7,57±0,01	5,1±0,1	2,2±0,1	2,9±0,2	44±5	412±10	110±2	6,1±0,2	23±5	–	
13.2 (берег)	7,59±0,01	4,8±0,1	1,8±0,1	3,0±0,2	80±5	549±10	105±2	6,2±0,2	20±5	–	
Р. Суслы											
3.1 (центр)	6,98±0,01	4,8±0,1	3,9±0,1	0,9±0,2	32±5	305±5	230±5	6,1±0,2	83±5	–	
3.2 (берег)	6,96±0,01	7,5±0,1	4,3±0,1	3,2±0,2	2375±50	320±5	230±5	5,5±0,2	31±5	–	

* Последовательность номеров точек представлена в направлении течения рек.



ческих и хозяйственных целей, а также для орошения сельхозугодий [15].

Содержание *хлоридов* в нашем случае варьируется от 10 до 280 мг/л, что исходя из СанПиНа [11] ниже ПДК, составляющей 350 мг/л, следовательно, по данному показателю вода всех рассматриваемых рек вполне пригодна для питьевых целей.

Что касается *перманганатной окисляемости*, то данный показатель оценивает наличие и содержание в воде легкоокисляющихся соединений, прежде всего органических. По нормативам предельно допустимая концентрация окисляемости составляет 5 мг O_2 /л. Она может колебаться у поверхностных вод от долей миллиграммов до сотен миллиграммов на литр воды в зависимости от степени ее загрязненности органическими веществами. Окисляемость поверхностных вод обычно подвержена значительным сезонным колебаниям, поэтому для сравнительной характеристики какого-либо водоема необходимо определять этот показатель посезонно [15, 16].

Отбор проб воды на всех точках проводился в период, характеризующийся большими потоками дождевых осадков и, как следствие, загрязнением водоемов органикой, смываемой с близлежащих сельхозугодий. Перманганатная окисляемость колеблется от 4,9 до 7,8 мг O_2 /л. Превышения ПДК от 1,02 до 1,52 раза свидетельствуют о том, что данная вода требует очистки от органических загрязнений.

Цветность поверхностных вод обусловлена главным образом присутствием гумусовых веществ и соединений железа (III). Высокая цветность воды ухудшает ее органолептические свойства и оказывает отрицательное влияние на развитие водных организмов в результате снижения растворенного в воде кислорода [15].

Цветность проанализированных проб находится в широком диапазоне – от 7 до 83°. Исходя из предельно допустимой цветности питьевых вод можно сказать, что вода точек № 1.2, 3.1, 6.1, 7.2, 10.1, 10.2 не может быть использована для питьевых целей, так как содержит большое количество гумусовых веществ.

Важным показателем для оценки экологического состояния рассматриваемых рек является валовое содержание в их воде *железа*.

Железо реагирует с содержащимися в природных водах минеральными и органическими веществами, образуя сложный комплекс соединений, находящийся в воде в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии. Главными источниками соединений железа в природных водах являются процессы химического выветривания и растворения горных пород. Значительное количество железа может поступать в реку с подземными водами, со сточными водами промышленных предприятий, а также с сельскохозяйственными стоками [17]. Содержащая железо вода сначала прозрачна и чиста на вид. Однако даже при непродолжительном

контакте с кислородом воздуха железо окисляется, придавая воде желтовато-бурую окраску. Уже при концентрациях железа выше 0,3 мг/л такая вода способна вызвать появление ржавых потеков на сантехнике и пятен на белье при стирке. При содержании железа выше 1 мг/л вода становится мутной, окрашивается в желто-бурый цвет, у нее ощущается характерный металлический привкус. Все это делает такую воду практически неприемлемой не только для питьевого (поскольку, наряду с ухудшением органолептических свойств воды, может вызвать заболевания желудочно-кишечного тракта, почек, сердца), но и для технического использования [16, 18].

Вследствие повышенной сложности лабораторного анализа общее содержание железа в данном исследовании оценивалось только в четырех контрольных точках (контрастные точки – с минимальной, средней и максимальной антропогенной нагрузкой). Только в точках 5.1 и 5.2 (р. Б. Караман), относящихся к районам с относительно высокой антропогенной нагрузкой [2], но имеющих лучшие условия самоочищения [3], не обнаружено превышения ПДК (0,3 мг/л), остальные пробы значительно превышают допустимые пределы. В точках № 9.1 и 9.2 (р. Мечетка) зафиксирована максимальная концентрация железа. На поверхности водного объекта в этой точке был замечен красно-бурый (желто-бурый) окрас воды, такой же окрас наблюдался на субстрате в прибрежной части данной реки.

Заключение

Полученные результаты проведенных исследований позволили сделать следующие выводы.

1. Химический анализ двадцати шести проб воды, отобранных в реках Советского района, показал, что из десяти проанализированных показателей отрицательное влияние на качество воды рассматриваемых рек оказывают общая жесткость, содержание сульфатов, железа, а также присутствие в воде органических веществ выше ПДК.

По остальным гидрохимическим показателям экологическое состояние рек района находится в пределах нормы либо не вызывает серьезных опасений.

2. Пристального внимания заслуживает общая жесткость воды реки Б. Караман, составляющая 1,07 – 1,16 ПДК (точки № 4.1, 4.2 и 12.1, 12.2). В отдельных случаях данный показатель достигает своего предельно возможного для питьевых вод значения (точки 5.1 и 5.2). Следовательно, вода данной реки относится к типу «жестких» и требует дополнительной очистки перед её употреблением.

В остальных случаях преобладают пробы, где жесткость воды значительно ниже ПДК.

3. Содержание ионов Mg^{2+} в воде р. Б. Караман превышает содержание ионов Ca^{2+} . Подобная



ситуация наблюдается также на реках Ветелки (точки № 6.2, 7.1, 7.2), Безымянная 1 (точка № 11) и Безымянная 2 (точка № 13). Можно предположить, что данный факт обусловлен наличием в почвогрунтах солей обменного магния. Однако для уточнения ответа на этот вопрос необходимо провести более детальные исследования.

4. Заметное превышение ПДК по сульфатам (в целом от 1,5 до 16,25 раз) отмечено на реках Мечетка (точка № 2.1), Б. Караман (точки № 12.2, 5.2), Ветелки (точка № 6.1), Безымянная 1 (точка № 11.2), Суслы (точка № 3.2). Вода на этих участках рек не должна использоваться в качестве питьевой.

5. Ухудшает питьевые качества воды некоторых рек повышенная концентрация железа. Максимальные значения содержания железа (в 3 раза выше ПДК) наблюдаются на р. Мечетка (створ № 9), минимальные (в пределах ПДК) – на р. Б. Караман (створ № 5).

6. В двадцати четырёх пробах обнаружено превышение нормативных значений перманганатной окисляемости в 1,02–1,52 раза, что говорит о явной необходимости очистки воды от органических загрязнений.

7. По набору показателей, превышающих предельно-допустимые значения концентраций, лидирует р. Б. Караман. Не обнаружено превышений ни по одному из показателей, кроме перманганатной окисляемости, на реке Безымянная 2.

Библиографический список

1. Дьяконов К. Н., Касимов Н. С., Тикунов В. С. Современные методы географических исследований. М., 1996. 206 с.
2. Горшкова Л. Ю., Баранова Л. В. Анализ антропогенной нагрузки территории Советского района Саратовской области // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 4-3. С. 80–83.
3. Горшкова Л. Ю., Трemasова М. С. Условия самоочищения рек Советского района Саратовской области // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 11-4. С. 81–85.
4. ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб. М., 2013. 35 с.
5. ГОСТ Р 51232-98 Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества. М., 2005. 18 с.
6. ГОСТ 31954-2012 Вода питьевая. Методы определения жесткости. М., 2013. 10 с.
7. ГОСТ 4389-72 Вода питьевая. Методы определения содержания сульфатов. М., 2010. 8 с.
8. ГОСТ 4245-72 Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов. М., 2010. 6 с.
9. ГОСТ Р 55684-2013 (ИСО 8467:1993) Вода питьевая. Метод определения перманганатной окисляемости. М., 2014. 27 с.
10. ГОСТ 3351-74 Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности. М., 2010. 8 с.
11. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. М., 2002. 67 с.
12. Тарасова Н.П., Кузнецов В. А., Сметанников Ю. В., Малков А. В., Додонова А. А. Задачи и вопросы по химии окружающей среды. М., 2002. 368 с.
13. Перельман А. И. Геохимия природных вод. М., 1982. 154 с.
14. Перельман А. И. Геохимия ландшафта : учеб. пособие для студ. геогр. и геол. спец. университетов. 2-е изд. М., 1975. 342 с.
15. Химический анализ и гигиенические нормативы воды. URL: <http://www.sadhana.su/catalog/catalog-283-1.html> (дата обращения: 18.12.2017).
16. Пояснения к протоколу анализа воды : справочная информация // Химико-аналитический центр. URL: http://www.analizvod.ru/biblioteka/poyasneniya_k_protokolu_analiza_vody.html (дата обращения: 29.12.2017).
17. Определение качества воды по биологическим, физическим и химическим показателям : сб. лабораторных работ / Л. И. Никитина [и др.] ; под ред. Л. И. Никитиной. Хабаровск, 2008. 78 с.
18. Химические загрязнения воды. URL: http://yur-aqua.com/index.php?option=com_content&view=article&id=63:2010-07-09-164416&catid=48:2010-07-08-08-46-01&Itemid=82 (дата обращения: 18.12.2017).

Образец для цитирования:

Горшкова Л. Ю., Трemasова М. С., Косырева И. В., Русанова Т. Ю., Габидулина М. К., Марakaева А. В. Анализ некоторых гидрохимических показателей экологического состояния рек Советского района Саратовской области // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 3. С. 150–156. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-150-156.

Cite this article as:

Gorshkova L. Yu., Tremasova M. S., Kosyreva I. V., Rusanova T. Yu., Gabidulina M. K., Marakaeva A. V. Analysis of Some Hydrochemical Parameters of the Ecological State for the Rivers in the Soviet District of the Saratov Region. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2018, vol. 18, iss. 3, pp. 150–156 (in Russian). DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-150-156.



УДК 911.3 (470.44)

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКИСТИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ: ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ И НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП ФОРМИРОВАНИЯ



А. М. Демин, И. А. Ильченко

Демин Александр Михайлович, кандидат географических наук, доцент, alenakj@mail.ru

Ильченко Ирина Александровна, кандидат географических наук, доцент кафедры экономической и социальной географии, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, ira-ilchenko@yandex.ru

Исследован начальный период (середина XVI – конец XVIII в.) формирования демографического и экистического пространства на территории современной Саратовской области. Территориальная экспансия молодого русского централизованного государства в Поволжье запустила в рассматриваемом регионе процесс диффузии материально-технических и социальных инноваций, который структурировал пространство, преобразовав его в административно-хозяйственную систему. Выявлены пространственно-временные тренды, векторы его развития и факторы, их определяющие. Полученные результаты свидетельствуют о циклическом характере процесса преобразований, складывающегося из нескольких стадий.

Ключевые слова: Саратовская область, Левобережье, Правобережье, экспансия, урбанизация, поляризация, трансформация и «сжатие» экистического пространства.

Spatial and Temporal Characteristics Settlement of the Saratov Region: the Problem and the Initial Stage of Formation

A. M. Demin, I. A. Ilchenko

Alexander M. Demin, ORCID 0000-0002-1582-3180, alenakj@mail.ru

Irina A. Ilchenko, ORCID 0000-0002-1511-4049, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, ira-ilchenko@yandex.ru

The initial period (middle of XVI – late XVIII centuries) of the formation of the demographic and settlement on the territory of modern Saratov region. Territorial expansion of the young Russian centralized state in the Volga region started in the region the process of diffusion material-technical and social innovations, which structured the space, transforming it into the administrative system. Identified spatial and temporal trends, vectors of its development and the factors determining them. The results indicate the cyclic nature of the process of change consists of several stages.

Key words: Saratov region, Left Bank, Right Bank, expansion, urbanization, polarization, transformation and compression, settlement.

DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-157-162

Постановка проблемы

Трансформационные процессы, которые обуславливают радикальные изменения в системах

расселения и формирование новых пространственных форм поселений, связаны с действием неких факторов: природных (климат, ландшафт), демографических (рост либо сокращение численности населения), социальных (уровень занятости населения, наличие жилья, развитие сети заведений социальной инфраструктуры, развитие человеческого потенциала), экономических (наличие или отсутствие градоформирующих предприятий), транспортно-инфраструктурных (развитие транспортных и инженерных сетей), научно-технического прогресса.

Исторический экскурс показывает, что наиболее значимые изменения взаимоотношений территориальных систем хозяйства и расселения населения происходили в периоды коренных изменений социально-экономических основ производства.

Основной причиной трансформационных процессов в системах расселения любого уровня является урбанизация, которая имеет способность поляризовать и структурировать пространство, разделять его на ареалы, ядро и периферию.

Урбанизация, обусловившая серьезную поляризацию экистического пространства, запустила процесс его «сжатия» [1]. В настоящее время этот процесс имеет инерционный характер, проявляющийся в растущем моноцентризме территории и деградации рядовых (прежде всего, сельских) населенных пунктов. При условиях сохранения в области сложившихся тенденций развития демографической ситуации процессы поляризации и «сжатия» демографического, экистического и социально-экономического пространств региона продолжатся, при этом существуют реальные угрозы начала неуправляемой деструктивной трансформации сети расселения.

Известно, что скорость изменений территориально-структурных процессов в социально-экономическом развитии несопоставимо выше, чем в инертной системе городского и сельского расселения. В совокупности с серьезной дифференциацией пространственной организации населения и экономической деятельности это обуславливает безусловную актуальность расселенческой проблематики в регионе и на обозримую перспективу.

Важность и необходимость исследования экистического пространства региона связаны с новыми аспектами его трансформации, активизацией современных урбанистических процессов на фоне депопуляции, что следует непременно учитывать при разработке и реализации региональной



политики, которая бы обеспечила эффективное развитие поселений всех уровней.

Помимо всего прочего, возникает необходимость решения задач, обусловленных потребностью оптимизации территориальной структуры регионов разного иерархического уровня, сложившейся на данный момент времени. В их числе ретроспективный анализ территориальной организации населения, включающий изучение специфики заселения и хозяйственного освоения территории, а также формирование экистического пространства.

Потребность такого рода анализа диктуется не только и не столько познавательным аспектом, сколько возможностью проследить устойчивость отдельных населенных пунктов и низовых административно-территориальных образований, а также определяющих их факторов, которые целесообразно учитывать при разграничении территории региональных систем между поселениями.

Целью публикации является раскрытие особенностей начального этапа формирования регионального экистического пространства как базы для дальнейших исследований его характеристик во временной динамике для информационного обеспечения формирования эффективной региональной экистической политики.

В качестве объекта исследования выступает территория Саратовской области в ее современных границах с двучленным региональным делением и актуальным административно-территориальным устройством.

Выход на тематику исследования изменяющегося экистического пространства Саратовского региона рассматривался в работах многих авторов: историков, географов, работников земской статистики, краеведов, архитекторов, архивариусов, специалистов проектных организаций и др. Среди них отметим А. Ф. Леопольдова [2, 3], Ф. Ф. Чекалина [4, 5, 6], С. А. Харизоменова [7], А. А. Герасимов [8], В. Г. Торопыгина [9], А. А. Гордеева [10, 11], М. Ю. Сушко [12], Е. К. Максимова [13], С. В. Уставшикову [14], А. М. Демина [13, 15].

Следует заметить при этом, что в большинстве своем исследования проводились в ограниченных временных или пространственных пределах.

Исходные материалы и источники. При написании статьи были использованы топографические и тематические (планы Генерального межевания) карты времен Российской империи, научные публикации (монографии, статьи), опубликованные в свое время статистические данные (Центрального статистического комитета Министерства внутренних дел Российской империи, оценочно-статистического отделения Саратовской губернской земской управы, Самарского губернского статистического комитета).

Методы исследования: описательный, сравнительно-географический, статистического анализа, картографический.

Истоки и начальный этап формирования экистического пространства региона

Описывая эволюцию российских пространств [16] и территориальные исторические пульсации России [17], авторы отмечают упорное, но неравномерное во времени и пространстве расширение (экспансию) России, имеющее характер волновой диффузии.

В трактовке А. И. Трейвиша «территориальное развитие в экономических терминах есть результат встречи спроса людей и их деятельности на места с предложением со стороны мест, территорий. Развитие рискованно, повсеместно и асинхронно, оно рождает волны диффузии, стирающие или воспроизводящие контрасты, и сопряжено со сменой стадий, расслаивающих пространство» [18, с. 62].

Две из четырех волн экспансии (инноваций) – московская средневековая и петербургская (первое ее столетие) – прокатились по пространствам нынешней Саратовской области, положив начало их заселению и хозяйственному освоению.

В результате первой из них, продолжительностью на этой территории около столетия (конец XVI – начало XVIII в.), формирующаяся система расселения представляла определенную форму геополитической организации пространств пограничных территорий. Основными ее элементами были города-крепости и засечные (укрепленные) линии, под прикрытием которых заселялись окрестности. Не углубляясь в историю, она достаточно детально освещена [8], отметим лишь некоторые важные для нашего исследования знаковые и результирующие аспекты.

Начальный этап развития демографического и экистического пространств территории Саратовского края, находившейся тогда в административном подчинении приказа Казанского дворца, носил очаговый характер и осуществлялся посредством деятельности нескольких субъектов (государства, со своими мерами – от стимулирования процессов переселения на вольной основе до принудительных мер по принципу приказов и рекрутских повинностей; церковью; беглым и гонимым (старообрядцы) людом; казачеством; разного рода «воровским» народом).

Русская экспансия в регионе столкнулась с очень серьезными препятствиями: внутренними (разбой и грабежи купеческих и казенных караванов на больших дорогах и волжском торговом пути шайками «лихих» людей) и внешними (набеги ногайцев, калмыков, крымских и кубанских татар, движения казацких атаманов, крестьянская война под предводительством Е. Пугачева). Эти негативные факторы развития действовали на исследуемой территории фактически до конца XVIII века.

На этом беспокойном фоне власти были вынуждены формировать контингент военно-служилых людей для защиты данной территории.



Служилые люди составляли основную часть населения первых, немногочисленных и малолюдных тогда, постоянных поселений.

Точкой отсчета будем считать рубеж XVI–XVII вв. – время возникновения Саратова и становления его как воеводского центра весьма обширной, но практически незаселенной территории. Основанием данного утверждения являются данные Реестра административно-территориального деления Саратовской области за 2015 г., которые показывают, что из 1848 существующих ныне населенных пунктов только 14 имели место быть в те далекие времена [19]. Число жителей в этих населенных пунктах не могло быть больше 5 тыс. чел., в том числе в Саратове – 300–400 чел. (рис. 1).

Продолжавшийся процесс дальнейшего закрепления территории за Российским государством связан с экстенсивным расширением освоенного географического пространства региона за счет увеличения количества поселений и численности жителей в них, что способствовало наращиванию демографических ресурсов территории. Так, к середине XVII в. число поселений увеличилось до трех десятков с населением порядка 15–20 тыс. человек (в том числе в Саратове около 2 тыс. жителей), а на рубеже XVII–XVIII вв. еще в три раза – до сотни, с населением 50–60 тыс. жителей (рис. 2).

XVII век, таким образом, положил начало колонизации Саратовского Поволжья, которая осуществлялась по двум направлениям и пре-

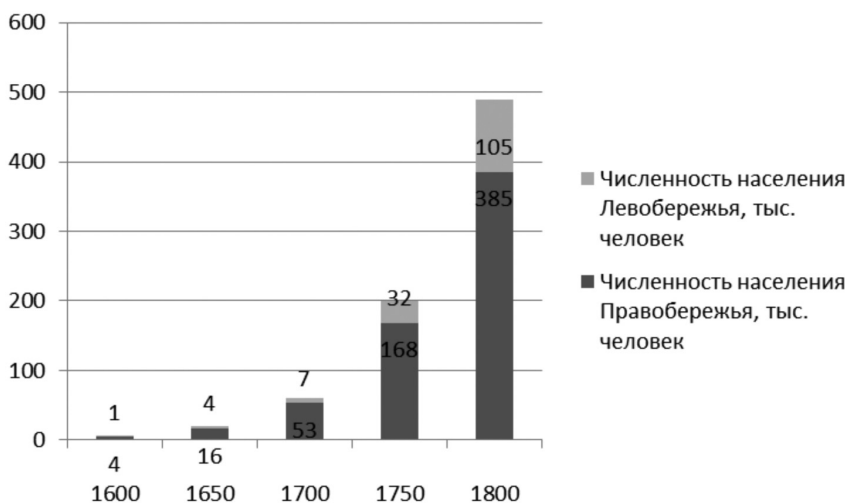


Рис. 1. Численность населения Правобережья и Левобережья Саратовской области в период 1600 – 1800 гг. (сост. по: [8, 13, 17])

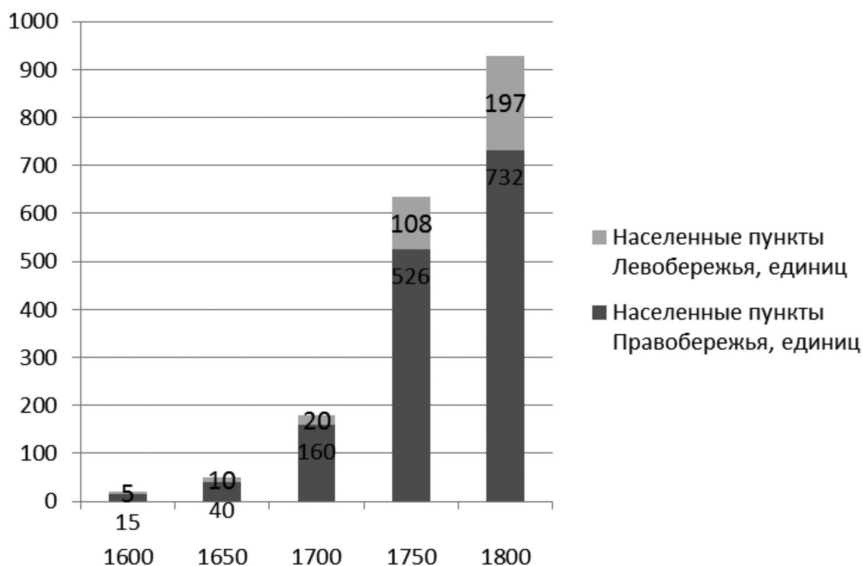


Рис. 2. Численность населенных пунктов Правобережья и Левобережья Саратовской области в период 1600 – 1800 гг. (сост. по: [8, 13, 17])



имущественно на правобережье. Одно из них – на северо-западе по верховьям Хопра, Медведицы и их притокам. Сюда стекались беглые служилые люди и крестьяне из различных земель Русского государства (не только русские, но и мещера, чуваша, мордва). Второй колонизационный поток проходил по нагорному берегу Волги, где начала развиваться независимая от землевладения собственность на рыбные угодья. Здесь возникают дворцовые промыслы, часть которых отдавалась в оброк (например, московским и подмосковным монастырям) или раздавалась в вотчины. Монастыри имели в Саратове свои хозяйственные подворья, а также переводили на Волгу своих крестьян из разных вотчин, основав в местах рыбного промысла села Мальковка (ныне г. Вольск), Терса, Воскресенское. По правому берегу Волги выше и ниже Саратова селились скитами (Черемшаны) и селами (Сосновый Остров, Апалиха, Сосновая и Акатная Мазы, Синенькие, Мордово, Золотое) бежавшие от преследований старообрядцы [13].

С XVII–XVIII вв. начинается период имперской (петербургской) экспансии продолжительностью более двух веков. На данном этапе исследования нас интересует первое столетие этого периода, начало и конец которого отмечен нововведениями Петра I и Екатерины II, во многом судьбоносными для данного региона. К ним относятся:

1. Мероприятия по укреплению безопасности региона – создание укрепленных (Петровская и Царицынско-Паншинская на правобережье) и кордонной (Узень-Торгун-Ерусланской в Заволжье) линий.

2. Отвод и пожалования земельных угодий на поместном праве и в вотчины по Хопру и Медведице служилым людям, участникам Северной войны, которые для освоения полученных земель переселяли сюда крепостных крестьян из своих вотчин и поместий (только во второй четверти XVIII в. так возникло около 100 новых поселений). Раздача «челобитных» земель, часто вместе с крестьянами, во второй половине XVIII в., а в конце века разрешение купли-продажи земли у первоначников и их наследников.

3. Административные реформы в начале и второй половине XVIII в., в результате которых Саратов сначала (1717 г.) был включен в состав новой Астраханской губернии, где с 1769 г. был центром провинции. А в 1780 г. сам стал центром уже первостатейной административно-территориальной единицы Российской империи – Саратовского наместничества (1780 г.), преобразованного в 1782 г. в одноименную губернию.

4. Сенатский указ и манифесты Екатерины II (1762–1763 гг.), приглашавшие в Россию, в том числе в Саратовское Поволжье, из-за границы старообрядцев и иностранцев из Европы для освоения плодородных земель.

Одни нововведения являются откликом на сопротивление среды (казачьи бунты, набеги ко-

чевых племен, крестьянская война под предводительством Е. Пугачева), на экспансию государства. Другие (пожалования земельных угодий и «челобитные земли») являются следствием воздействия первых. Третьи имеют вовсе геополитический характер. Эти нововведения выступают как факторы развития, обуславливающие или стимулирующие разного рода процессы.

Так, создание Петровской и Царицынско-Паншинской укрепленных линий стимулировало увеличение притока переселенцев на северо-запад и север Саратовского Правобережья, теперь уже не спонтанного, а регулярного, связанного с раздачей (пожалованиям) земельных угодий. То же самое касается и Узень-Торгун-Ерусланской кордонной линии, только уже в другое время (сер. XVIII в.) и в иной местности (Заволжье).

Постепенно меняются функции Саратова, формируется его экономическая структура. Основной функцией становится торговля, достаточно диверсифицированная уже к середине XVIII в. Процветала торговля скотом, салом и кожами. Добычу и торговлю рыбой держали в своих руках крупные саратовские, московские, нижегородские и коломенские купцы. Саратов становится крупным центром по вывозу соли. В 1747 г. для перевозки соли с озера Эльтон были приглашены чумаки-украинцы. По дороге от Эльтона к Саратову и от Саратова к Воронежу и Тамбову возникло более ста украинских слобод и хуторов. Наиболее крупной из них стала Покровская слобода (ныне город Энгельс). В Саратове строятся соляная пристань, многочисленные соляные склады и амбары. Сюда из Самары в 1749 г. было переведено Соляное комиссариатство. Бурное развитие промыслов и торговли способствовало росту города. К середине XVIII в. в Саратове проживало уже более 10 тыс. жителей.

Началась помещичья колонизация Саратовского Поволжья, усилившаяся в конце столетия. К концу века помещики захватили более половины всех земель Саратовского Правобережья. Крепостные крестьяне составили 55% населения края. Развитие помещичьего хозяйства приводит к расширению хлебной торговли. С конца XVIII в. торговля хлебом выдвигается на первое место. Саратов становится крупнейшим центром хлебной и мучной торговли, а его население возросло до 15 тыс. человек.

Петровская и Екатерининская административные реформы, будучи сами ответом на многочисленные казачьи бунты и крестьянскую войну, обусловили изменения статуса Саратова, превратив его в административный центр весьма обширной даже по российским меркам территории (с 1769 г. – провинции в составе Астраханской губернии, а с 1780 – Саратовского наместничества, губернии). Наместничество включало 178,6 тыс. квадратных верст территории, 1192 населенных пункта (445 сел, 640 деревень и 106 колоний) и



640 тыс. человек наличного населения. В границах современной Саратовской области число населенных пунктов и количество наличного населения оценивается нами в 930 тыс. и 490 тыс. соответственно. В Саратовском Поволжье впервые оформилась внутренняя административно-территориальная структура, представленная уездами и их административными центрами-городами: уже существовавшими (Саратов, Петровск) и новыми, преобразованными из сел и слобод (Хвалынский, Вольск, Балашов, Аткарск).

Сенатский указ и манифесты Екатерины II запустили процесс масштабной колонизации Заволжья и приволжских территорий южнее Саратова. Старообрядцам отвели земли по Иргизу, где они

основали слободы Балаково, Криволучье, Каменку и Мечетную (ныне город Пугачев).

В 1764 г. для поселения иностранцев (немцы, швейцарцы и др.) были отведены земли в Саратовском Поволжье (в Заволжье от Саратова до Еруслана, на правом берегу от Саратова до Камышина). Первые группы переселенцев стали прибывать в 1764–1767 гг. К началу 1770-х гг. на Волге существовало уже 106 колоний (60 на левом и 46 на правом берегах), в которых проживало около 25 тыс. поселенцев. В дальнейшем численность колонистов и колоний существенно возросла. Вместе с колонизацией в Поволжье проникли новые сельскохозяйственные культуры: табак, горчица, картофель (рис. 3).

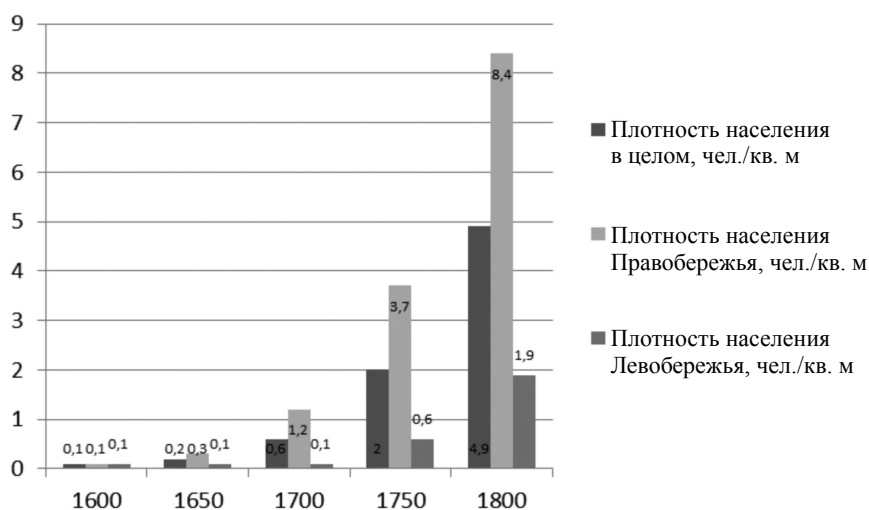


Рис. 3. Плотность населения Правобережья и Левобережья Саратовской области в период 1600 – 1800 гг. (сост. по: [8, 13, 17])

Колонизация Саратовского Поволжья в XVIII в. имела важные последствия. Она привела к быстрому росту населения и изменению его национального состава (помимо вышеназванных этнических групп, здесь укоренились также татары, украинцы, немцы и башкиры). Так, среднегодовой прирост населения в конце XVIII в. составлял здесь более 4%, что было в 5 раз выше прироста населения в Центральной России. Фактически, в основном завершилась колонизация Правобережья, слабозаселенное же Заволжье обладало огромным резервом пустующих земель, освоение которых продолжалось в первой половине XIX в., уже на базе проведенного в 1798 г. Генерального межевания земель.

Основные выводы

XVII–XVIII вв. с их многочисленными катаклизмами и трансформациями радикально повлияли на формирование поселенческой сети. Результаты исследования свидетельствуют о том, что в рассматриваемый период формирование

демографического и экистического пространств определялось процессами территориальной экспансии, проявившимися в виде миграционного притока населения (преимущественно политически обусловленного) из разных регионов Русского государства фактически на не освоенную территорию (за весь XVII в. население увеличилось с 5 до 60 тыс. чел., а число поселений – с 20 до 180).

Волновой и избирательный характер миграций (особенно в XVIII в.) обусловил фрагментарность расселения населения по территории и, став ведущим фактором динамики численности населения (рост в 8 раз – до 490 тыс. чел.) и числа поселений (рост в 5 раз – до 929), заложил внутрирегиональные экистические диспропорции. Концентрация населения в долинах рек, формирование экистического каркаса (региональный административно-хозяйственный центр, низовое административно-территориальное деление, в частности, 5 уездных городов) – закономерное проявление процесса эволюции экистического пространства, неизбежного на начальном этапе его развития.



В конце XVIII в. в основном уже оформились контуры региональной экистической системы и ясно просматриваются тренды ее развития: интенсификация процесса трансформации с тенденцией поляризации, уплотнения каркаса, усложнения структуры и расширения границ освоенной территории.

Библиографический список

1. Нефедова Т. Г. Сжатие внегородского освоенного пространства России – реальность, а не иллюзии // Сжатие социально-экономического пространства : новое в теории регионального развития и практике его государственного регулирования. М., 2010. С. 128–145.
2. Леопольдов А. Ф. Исторический очерк Саратовского края. М., 1848. 48 с.
3. Леопольдов А. Ф. Статистические заметки о народах, населяющих Саратовскую губернию // Московский телеграф. 1833. № 13.
4. Чекалин Ф. Ф. Заметки о времени заселения Саратовской губернии // Саратовские губернские ведомости. 1886. № 65. С. 2–3.
5. Чекалин Ф. Ф. Саратовское Поволжье с древнейших времён до конца XVII в. Саратов, 1892. 59 с.
6. Чекалин Ф. Ф. Саратов и Поволжье с древнейших времен по описаниям европейских путешественников. Саратов, 1894. 116 с.
7. Харизоменов С. А. Материалы по истории заселения Саратовской губернии // Тр. / СУАК. 1888. Т. 1, вып. 1–5 (2). С. 264–277.
8. Гераклитов А. А. История Саратовского края в XVI–XVIII вв. URL: <http://elib.shpl.ru/ru/nodes/9347-elektronnaia-biblioteka-gpib> (дата обращения: 2.12.2017).
9. Торопыгин В. Г. География населения Саратовской области. Саратов, 1968. 34 с.
10. Гордеев А. А. История казаков : в 2 ч. Ч. 1. Золотая орда и зарождение казачества. М., 1991. 176 с.
11. Гордеев А. А. История казаков : в 2 ч. Ч. 2. Со времен царствования Иоанна Грозного до царствования Петра I. М., 1991. 208 с.
12. Сушко М. Ю. Сельское расселение Саратовской области во второй половине 50-х – конце 70-х гг. XX века : автореф. дис. ... канд. ист. наук. Саратов, 2011. URL: <http://diss.seluk.ru/> (дата обращения: 14.11.2017).
13. Два века губернии : Саратовский край – из прошлого в настоящее. Саратов, 1997. 54 с.
14. Уставщикова С. В. Тенденции современной территориальной организации сельского населения Саратовской области // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2011. Т. 11, вып. 2. С. 12–15.
15. Демин А. М. Формирование структуры социально-экономического пространства муниципального района // Географические исследования в Саратовском государственном университете : сб. науч. тр. Саратов, 2008. С. 115–128.
16. Бабурин В. Л. Эволюция российских пространств : от большого взрыва до наших дней (инновационно-синергетический подход). М., 2002. 144 с.
17. Геометрические генеральные планы Саратовской губернии и ее уездов конца XVIII-го – начала XIX-го веков. URL: <http://russia4d.ru/> (дата обращения: 14.12.2017).
18. Трейвиш А. И. Город, район, страна и мир. Развитие России глазами страноведа. М., 2009. 302 с.
19. Реестр административно-территориального деления Саратовской области // Приложение к постановлению Правительства области от 29 октября 2015 года № 545-П. URL: <http://docs.cntd.ru/> (дата обращения: 23.10.2017).

Образец для цитирования:

Демин А. М., Ильченко И. А. Пространственно-временные особенности экистического пространства Саратовской области: постановка проблемы и начальный этап формирования // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 3. С. 157–162. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-157-162.

Cite this article as:

Demin A. M., Ilchenko I. A. Spatial and Temporal Characteristics Settlement of the Saratov Region: the Problem and the Initial Stage of Formation. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2018, vol. 18, iss. 3, pp. 157–162 (in Russian). DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-157-162.



УДК 911.3:339.564

СТРУКТУРА ЭКСПОРТА РЕГИОНОВ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ю. В. Преображенский

Преображенский Юрий Владимирович, кандидат географических наук, доцент кафедры социальной и экономической географии, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, topofag@yandex.ru

Рассматриваются вопросы связи обрабатывающей промышленности региона и структуры его экспорта. Анализируются особенности экспорта некоторых регионов Среднего и Нижнего Поволжья в период последних двух лет. Дается оценка эффективности экспортной деятельности. На примере Саратовской области показывается изменение в структуре экспорта за период 2013–2017 годов. Поднимается вопрос о возможностях импортозамещения в Саратовской области.

Ключевые слова: экспорт, структура экспорта, обрабатывающая промышленность, разделение труда, специализация, Саратовская область.

Structure of Export of Regions of the Lower Volga Region and Prospects of Their Industry

Yu. V. Preobrazhenskiy

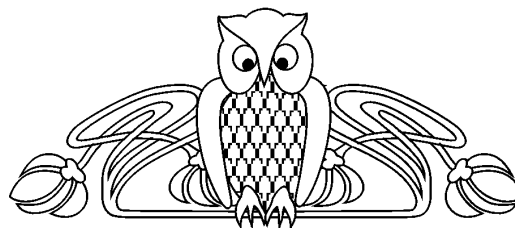
Yuri V. Preobrazhenskiy, ORCID 0000-0003-2774-0554, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, topofag@yandex.ru

The issues of connection of manufacturing industry of the region and the structure of its exports are considered. Features of export of some regions of the Middle and Lower Volga region during the last two years are analyzed. An assessment of the effectiveness of export activities is given. On the example of the Saratov region shows a change in the structure of exports for the period 2013–2017. The question of possibilities of import substitution in the Saratov region is raised.

Key words: export, export structure, manufacturing industry, division of labor, specialization, Saratov region.

DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-163-168

Введение. Современное региональное экономическое развитие тем или иным образом связано с мировым разделением труда, с процессами углубления специализации промышленности. Изменения в мировом хозяйстве происходят под воздействием внедрения новых технологий (как процессных, так и обусловленных созданием нового продукта), связаны с пространственными сдвигами в стоимости труда и другими процессами, являющимися следствием предшествующего развития и накопленных противоречий. В этой связи представляется актуальным возвращение к диагностике экономического развития регионов в разрезе их участия в мировой экономике, пре-



жде всего, через процессы внешней торговли. При этом внешнеэкономическую деятельность можно рассматривать как своеобразный маркер эффективности регионального развития и структуры экономики.

Объектом исследования данной статьи являются субъекты РФ Поволжского экономического района (ПЭР). Район является достаточно неоднородным как по весу региональных экономик, так и по специализации. Тем не менее для большинства исследуемых субъектов РФ машиностроение и нефтехимия являются значимыми отраслями. Однако если в последнее десятилетие роль первой снижается, то роль второй (а также, например, пищевой промышленности) растёт [1].

Каким образом обрабатывающая промышленность регионов связана с экспортом и в какой степени трансформировалась структура последнего – вот главные вопросы статьи.

Материалы и методы. Статистика, содержащая подробную структуру экспорта (по подразделам обрабатывающей промышленности), доступна не за все годы, вследствие этого сложно «привязать» её к данным по отраслевой динамике регионального хозяйства. Экономико-географы традиционно упрекают Росстат за отсутствие информации о перемещении сырья и полуфабрикатов между регионами на разных стадиях технологического процесса. Такие данные могли бы существенно расширить понимание происходящих экономических процессов. Однако в принципе с учётом падения технологической сложности производства (характерного для ряда субъектов РФ в тот или иной период последней четверти века) можно признать данный вопрос второстепенным.

Основная задача – определить значимость экспорта для экономики региона, его связь с уровнем жизни населения. Для её достижения привлекался, прежде всего, сравнительный метод, требующий некоторых показательных расчётов (в первую очередь, удельных показателей).

Результаты и их обсуждение. Для всех регионов в период 2014–2016 гг. наблюдалось снижение доли экспорта в стоимостном объёме произведённой промышленной продукции (рис. 1). Разумеется, во многом это связано с изменением курса рубля относительно американского доллара.

В Волгоградской области около трети всей промышленной продукции направлялось на экс-

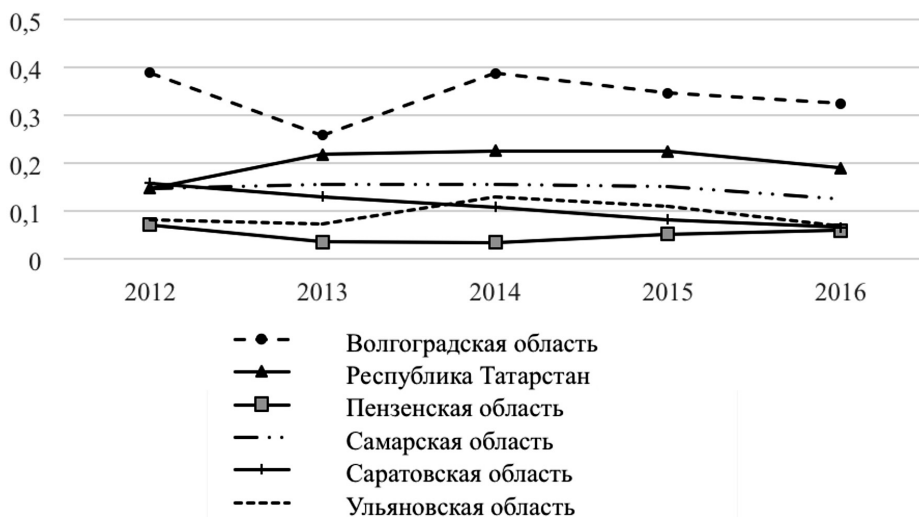


Рис. 1. Доля экспорта в стоимости отгруженной промышленной продукции, 2012–2016 гг. (сост. по: [2])

порт, в Республике Татарстан – около одной пятой, в Самарской – около одной седьмой, а в других субъектах РФ ПЭР доля близка к одной двадцатой. Это, безусловно, крайне слабый показатель в плане устойчивости экономики. Он свидетельствует о том, что в регионе не сложились кластеры обрабатывающей промышленности, промышленная продукция в них принадлежит к нижним звеньям технологических цепочек, т. е. в лучшем случае изготавливаются детали и компоненты, которые затем собираются в единое целое (готовую продукцию) в другом регионе.

Малая доля экспорта косвенно свидетельствует и о слабой включенности региона во внутристрановое разделение труда, это, впрочем, не касается атомной и космической отраслей. В то же время чрезмерная открытость экономики региона (рассчитанная как отношение стоимости экспорта к ВРП) несёт определённые риски, связанные с зависимостью поступления прибыли от колебания цен на мировых рынках. Особенно это касается регионов-экспортёров цветных металлов и углеводородов.

Отдельной задачей для исследования может стать определение потенциала переработки экспортируемых минеральных ресурсов (в первую очередь, это касается, конечно, Самарской области и Республики Татарстан).

Доля сырьевого экспорта различна в экономике поволжских регионов (рис. 2). Выделяется Республика Татарстан, где на экспорт преимущественно углеводородов приходится почти три четвертых всего экспорта, почти половину экспорта они составляют в Самарской области. А вот из Пензенской области минеральное сырьё не вывозится.

Оставшуюся после вычитания сырьевой доли часть можно назвать экспортом продукции обрабатывающей промышленности (хотя мы для наглядности отнесли к ней также продукцию рас-



Рис. 2. Доля стоимости минеральной продукции в общем экспорте, 2017 г.

тительного и животного происхождения). Структура экспорта обрабатывающей промышленности демонстрирует специализацию экономики региона (хотя, конечно, ряд отраслей может направлять свою продукцию исключительно на внутренний рынок). Стоимость экспорта обрабатывающей промышленности в общем виде пропорциональна численности населения соответствующих поволжских регионов (рис. 3).

В экспорте Республики Татарстан и Самарской области преобладает, прежде всего, продукция химической отрасли (углеводороды и спирты ациклические, пластмассы, каучук в Татарстане; аммиак, углеводороды ациклические, спирты, эфиры и азотные удобрения в Самарской области). Отметим, что химическая промышленность как отрасль включает производства, основанные на различной глубине переработки сырья. На экспорт направляются в основном продукты относительно неглубокой переработки, впрочем, часть готовой продукции потребляется на внутреннем рынке (линолеум, произведённый в Самарской области).

В этих двух субъектах РФ также достаточно значима доля машиностроения. Из Татарстана экспортируются преимущественно двигатели (как внутреннего сгорания, так и электрические),

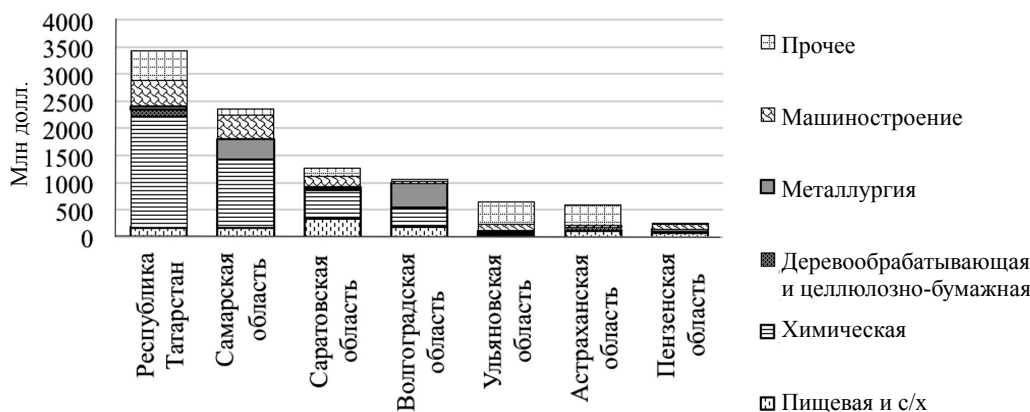


Рис. 3. Структура и объём экспорта продукции обрабатывающей промышленности субъектов РФ Поволжского экономического района, 2017 г. (рассчитано по: [3])

грузовые автомобили; из Самарской области – легковые автомобили, насосы, компрессоры и пр. Существенную долю в экспорте Самарской области занимает алюминий. Что касается экспорта пищевой промышленности, а также продукции растительного и животного происхождения, то оба этих региона существенно увеличили его за период 2013–2017 гг. (особенно это касается жиров и масел). Нужно отметить, что со временем значимость ресурсов региона для выращивания продуктов растительного и животного происхождения возрастает. Как отмечает А. А. Мальцев, «... именно продовольственный комплекс России как “сердцеобразующее” ядро ее реальной экономики со всеми его неиспользуемыми резервами призван не только обеспечить стабильность всего национального хозяйства, но и в конечном счете в случае комплексного развития – исправление структурных перекосов и реформатирование модели участия страны в мирохозяйственных связях» [4, с.110].

К «прочему» относятся текстиль, изделия из камня, керамики и стекла и так называемый «скрытый раздел», представляющий особый интерес. Традиционно к нему относятся товары военного назначения, однако их стоимость составляет менее половины стоимости продукции, входящей

в этот раздел [5]. Так что однозначного ответа о его структуре нет. Это крайне затрудняет анализ экспорта Ульяновской области, где большая его часть относится как раз к данному разделу.

Отстают от своих соседей Саратовская и Волгоградская области, причём экспортная специализация первой состоит в кислотах и фосфорных удобрениях, а второй – в продукции металлургии, хотя в химической отрасли экспортируются продукция неорганической химии и шины. Значимы также доли пищевой промышленности (что объясняется более южным положением двух этих субъектов РФ относительно Самарской области и Республики Татарстан).

В эскорте Ульяновской и Пензенской областей в 2017 г. преобладала продукция машиностроения. В Астраханской области структуру экспорта составляют продукция растительного происхождения, минеральные продукты (преимущественно сера), продукция судостроения.

При этом если рассмотреть удельные (рассчитанные относительно одного жителя того или иного региона) значения экспорта машиностроительной продукции, то различия между регионами не столь существенны (рис. 4). Если добавить стоимость экспорта «скрытого раздела» к стоимости «открытых статей экспорта»,

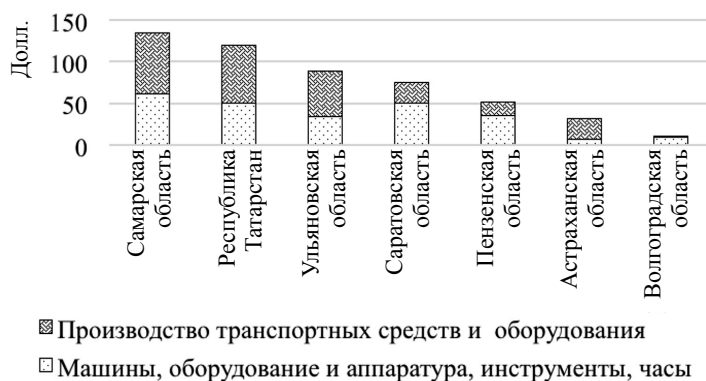


Рис. 4. Экспорт машиностроительной продукции, американских долл. на человека, 2017 г. (сост. по: [3])



вероятно, значения Ульяновской области будут существенно лучше.

Тем не менее нельзя не отметить, что удельная стоимость экспорта машиностроения крайне низка. Это легко понять на таком примере. Предположим, что жители всех рассматриваемых субъектов РФ нуждаются каждый год в новом смартфоне. Пусть его стоимость составляет ориентировочно 100 амер. долл. В таком случае для обеспечения каждого жителя смартфоном необходимо выпускать другие виды продукции машиностроения, чтобы равноценно обменять их на мировом рынке на смартфоны. Однако оказывается, что только жители Татарстана и Самарской области смогут позволить себе смартфоны, а жителям других регионов придётся ждать несколько лет (примерно десять в Волгоградской области). А ведь смартфон – лишь небольшая часть продукции машиностроения, в которой нуждаются жители. Отчасти разница на

её покупку покрывается доходами от экспорта минеральных ресурсов, продукции металлургии, химической промышленности, но добавленная стоимость готовой высокотехнологичной продукции в разы больше добавленной стоимости сырья и полуфабрикатов. Таким образом, поволжские регионы (как и почти все субъекты РФ) включаются в неэквивалентный обмен на мировом рынке.

Достаточно многоаспектен вопрос о связи стоимости экспорта и уровня жизни населения региона. Вероятно, существует некое пороговое значение в стоимости экспорта на одного жителя региона, после которого величина экспорта начинает оказывать значимое влияние на среднедушевые доходы. На графике (рис. 5) отчётливо можно видеть кластер, к которому относятся субъекты РФ Поволжского экономического района за исключением Самарской области и Республики Татарстан. Это регионы с низкой стоимостью



Рис. 5. Взаимосвязь экспорта и среднедушевых денежных доходов, 2016 г.

экспорта и относительно невысокими среднедушевыми доходами.

Среди крупнейших компаний-экспортёров ПЭР можно выделить следующие (табл. 1).

Отметим при этом, что в списке приведены компании, зарегистрированные в данных поволжских субъектах РФ, а корпорации и холдинги, в состав которых входят региональные подразделения (в Поволжье), проводят, как правило, все экспортные объёмы через головной офис в Москве. В результате экспортная стоимость продукции «Саратоворгсинтеза» (являющегося подразделением «Лукойла»), балаковского филиала «ФосАгро», металлургической продукции Волгограда не отражена в этом списке. В то же время благодаря сильной региональной элите компании Татарстана «прописаны» в соответствующих городах этой республики. Нефтехимическая отрасль Самарской области также по большей части «прописана» в этом регионе.

В Саратовской области рост пищевой промышленности в структуре экономики области и её экспортной значимости (крупнейший «местный» экспортёр Саратовской области последние три

года – холдинг «Солнечные продукты») сопровождался процессами усиления специализации муниципальных районов в отдельных отраслях сельского хозяйства [7].

Структурные изменения во внешней торговле Саратовской области. Структура экспорта и импорта Саратовской области существенно изменилась за период 2013–2017 гг. Во-первых, наблюдалось общее уменьшение внешнеторгового оборота, связанное с изменением курса рубля и доллара. Во-вторых, несколько изменился состав экспортируемой и импортируемой продукции. Рассмотрим эти изменения на конкретных цифрах (табл. 2).

Прежде всего, обращает на себя внимание снижение за четыре года стоимости экспорта минеральных продуктов на порядок (с 1240 до 130 млн амер. долл.). Сюда относятся продукты переработки нефти. Очевидно, объём вывоза этой продукции из области не снизился, но оформлен как экспорт через другой субъект РФ (в 2013 г. Саратовский НПЗ перешёл под контроль «Роснефти», чей головной офис в Москве).

Отмечается некоторый спад в экспорте машин и оборудования (в стоимостном выражении;



Таблица 1

Крупнейшие компании-экспортёры ПЭР, 2016 г.

Компания	Объём экспорта, млн долл.	Доля несырьевого экспорта, %	Субъект РФ
«Татнефть»	4785,9	1,7	Республика Татарстан
Группа компаний «ТАИФ»	2296,9	0,4	Республика Татарстан
«Тольяттиазот»	515,6	0	Самарская область
Группа «Куйбышевазот»	315,4	21,2	Самарская область
КамАЗ	178,1	96,9	Республика Татарстан
Холдинг «Солнечные продукты»	142,6	14,7	Саратовская область
«Арконик СМЗ»	134	0	Самарская область
«Аммоний»	97,2	0	Республика Татарстан
Группа компаний НЭФИС	83,6	6,4	Республика Татарстан
АвтоВАЗ	82,5	97,9	Самарская область
«Татойлгаз»	78,8	0	Республика Татарстан
«Татнефтепром»	52,7	0	Республика Татарстан
«Фроловская электросталь»	47,9	0	Волгоградская область

Примечание. Сост. по: [6].

Таблица 2

Основные статьи внешней торговли Саратовской области, млн амер. долл., 2013–2017 гг.

Статьи внешней торговли	Экспорт			Импорт		
	2013	2015	2017	2013	2015	2017
Минеральные продукты	1240	66	130	10	5	3
Продукция химической промышленности	779	719	518	84	52	67
Машины, оборудование, аппаратура	170	130	112	278	261	248
Жиры и масла	123	155	168	63	54	80
Пищевая продукция	83	102	73	36	22	14
Металлы и изделия из них	58	51	53	47	32	52
Транспорт	41	32	61	30	5	4
Продукты растительного происхождения	35	45	90	16	7	11
Изделия из камня, стекла, керамики	34	36	44	26	11	14
Инструменты и аппараты, часы	28	15	13	9	4	7
Пластмассы, каучук, резина	24	11	15	37	21	39

тогда как в валовом, т. е. в единицах продукции, такого спада, по-видимому, нет), а также рост стоимости продукции растительного происхождения. Интересно существенное снижение стоимости экспорта химической продукции, в то время как основные предприятия химической отрасли – «Саратоворгсинтез» и «Балаковский филиал «Фос-Агро» – в последние годы развивались. Вероятно, данный спад объясняется динамикой курса рубля.

В целом можно отметить, что тенденции в обрабатывающей промышленности предыдущего периода (2005–2013 гг.) [1] логичным образом продолжают до настоящего времени, определяя структуру экспорта.

За исключением отдельных видов продукции (троллейбусы, холодильники, контрольно-измерительное оборудование) в экспорте Саратовской области преобладает продукция низкой степени переработки, для которой характерна незначи-

тельная добавленная стоимость. Во многом это является следствием отсутствия в области производственных кластеров, создаваемых вокруг крупной компании-экспортера, известной на мировых рынках. Подобные кластеры, имеющие экспортную направленность, способствуют созданию продукции с более высокой добавленной стоимостью, вовлекают в производство значительную часть компаний региона, обеспечивая социально-экономическую устойчивость и положительную динамику развития хозяйства.

Структура импорта региона интересна с позиций возможности импортозамещения. Есть ли какие-то перспективы снижения различных статей импорта и перехода на отечественную продукцию? Конечно, и эти возможности были ещё пятнадцать лет назад. Прежде всего, они могут быть реализованы в выпуске технологически относительно несложной продукции, относящейся к 3-му и



4-му технологическим укладам [8]. Это касается большей части продукции химической промышленности (за исключением последних разработок в фармацевтике и, например, пластмасс с заданными свойствами), металлов и изделий из них, текстиля и некоторой другой продукции. Безусловно, есть возможность перейти на внутренние поставки древесины и изделий из неё (а не, например, малазийской мебели), текстиля, бумаги и картона и тем более каучука и резины (учитывая близость Самарской области и Республики Татарстан – регионов с развитой нефтехимией). Некоторые вопросы вызывает значительный объём жиров и масел, видимо, это более дешёвые заменители отечественных масел.

Пять последних лет сопровождалась сохранением стоимости импорта машин и оборудования (что с учетом изменившегося курса рубля потребовало выделения существенно больших средств на их закупку). Эти машины и оборудование требуются для поддержания обрабатывающей промышленности региона, в том числе станкостроения. Данный сегмент заменить отечественной продукцией труднее всего, так как требуются технологии и существенные инвестиции. При этом подобная продукция требует обширного рынка для того, чтобы её производство оставалось прибыльным. Только российского рынка для таких производителей, вероятно, будет недостаточно (а мировые рынки заняты немецкой, японской, южнокорейской продукцией и её китайскими аналогами, занимающими свою нишу). Тем не менее частично заместить импорт этого подразделения отечественной продукции можно, в частности, путём создания соответствующих производств в городах Саратовской области.

Выводы. Перспективы экспорта для рассматриваемых регионов лежат в наращивании экс-

порта продукции машиностроения, углублении переработки углеводородов, улучшении качества продукции растительного и животного происхождения. Одними из важных условий этого является углубление специализации экономик ПЭР, формирование кластеров вокруг крупных экспортно ориентированных компаний.

Библиографический список

1. Преображенский Ю. В. Трансформация отраслевой структуры экономики субъектов Российской Федерации Поволжского экономического района в 2005–2013 годах // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2015. Т. 15, вып. 4. С. 24–29.
2. Таможенная статистика внешней торговли. URL: <http://www.customs.ru> (дата обращения: 15.03.2018).
3. Ru-Stat: Экспорт и импорт России по товарам и странам. URL: <http://ru-stat.com> (дата обращения: 15.03.2018).
4. Мальцев А. А. Пищевая промышленность РФ: новые возможности встроиться в экспортно-импортный оборот страны // Изв. Урал. гос. экон. ун-та. 2016. № 2 (64). С. 99–113.
5. Что скрывает Россия, увеличивая экспорт засекреченных товаров? URL: <http://nsn.fm/economy/что-скрывает-rossiya-uvelichivaya-eksport-zasekrechennykh-tovarov.php> (дата обращения: 15.03.2018).
6. Рейтинг 200 крупнейших российских компаний-экспортёров по итогам 2016 года // Эксперт. 2017. 25 сентября – 1 октября. № 39. С. 82–88.
7. Преображенский Ю. В., Ильченко И. А. Пространственная динамика развития хозяйства Саратовской области в 2010–2015 годах // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2017. Т. 17, вып. 3. С. 142–147.
8. Глазьев С. Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития. М., 1993. 310 с.

Образец для цитирования:

Преображенский Ю. В. Структура экспорта регионов Нижнего Поволжья и перспективы развития их промышленности // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 3. С. 163–168. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-163-168.

Cite this article as:

Preobrazhenskiy Yu. V. Structure of Export of Regions of the Lower Volga Region and Prospects of Their Industry. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2018, vol. 18, iss. 3, pp. 163–168 (in Russian). DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-163-168.



УДК 551.579(261.24)

РОЛЬ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ЭОЛОВЫХ ФОРМ КУРШСКОЙ КОСЫ (Юго-Восточная Балтика)

Ж. И. Стонт, М. О. Ульянова

Стонт Жанна Ивановна, кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории геоэкологии, Институт океанологии имени П. П. Ширшова РАН, Москва, ocean_stont@mail.ru

Ульянова Марина Олеговна, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории геоэкологии, Институт океанологии имени П. П. Ширшова РАН, Москва, marioches@mail.ru

Рассматриваются вопросы влияния отдельных метеорологических условий на потенциально возможные эоловые процессы на Куршской косе (Юго-Восточная Балтика). Показано, что наибольшее влияние оказывают ветровые условия, особенно в осенне-зимний период. Лимитирующим фактором является сумма выпавших осадков. Температурные условия и относительная влажность не являются препятствием для рассматриваемых процессов. По данным за последнее десятилетие (2006–2017 гг.), по совокупному воздействию всех метеорологических условий в среднем 37 ± 20 сут/год, возможно, было возникновение потенциальной дефляции с формированием эоловых форм рельефа. Наблюдается тенденция к увеличению дней, благоприятствующих формированию эоловых форм рельефа.
Ключевые слова: Юго-Восточная Балтика, Куршская коса, эоловые формы рельефа, метеорологические параметры, ветровые условия.

The Role of Meteorological Conditions in the Formation of the Eolian Forms of the Curonian Spit (South-Eastern Baltic Sea)

Zh. I. Stont, M. O. Ulyanova

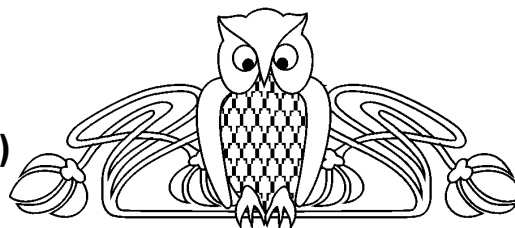
Zhanna I. Stont, ORCID 0000-0002-1315-6018, Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, 36, Nahimovskiy Prosp., Moscow, 117997, Russia, ocean_stont@mail.ru

Marina O. Ulyanova, ORCID 0000-0002-1315-6018, Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, 36, Nahimovskiy Prosp., Moscow, 117997, Russia, marioches@mail.ru

The influence of certain meteorological conditions on the conditions and speed of the eolian processes on the Curonian Spit (the south-eastern part of the Baltic Sea) is considered. It is shown that the wind conditions are the most influential, especially in the autumn-winter period. The limiting factor is the amount of precipitation. Temperature conditions and relative humidity are not an obstacle for the processes under consideration. According to the data for the last decade (2006–2017) there could be a potential deflation with the formation of eolian relief forms on average 37 ± 20 days/year on the combined effect of all meteorological conditions. There is a tendency to increase of the days favor the formation of eolian relief forms.

Key words: South-Eastern Baltic Sea, Curonian Spit, eolian forms, meteorological parameters, wind conditions

DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-169-177



Введение

Протяженность береговой линии Балтийского моря в пределах Калининградской области около 150 км, из них 48 км – Куршская коса. Общая протяженность Куршской косы 90 км. Это самая крупная береговая аккумулятивная форма в пределах побережья Балтийского моря. Она начинается у г. Зеленоградск и заканчивается у г. Клайпеда, от которого отделена узким проливом (рис. 1). Средняя высота около 40 м, максимальная – более 60 м над уровнем моря [1]. Ширина российской части косы колеблется от 0,35 до 4 км.

Доминирующим фактором формирования рельефа Куршской косы являются колебания уровня моря [2]. Развитие эоловых процессов, тесно связанных с колебаниями уровня моря, также влияет на рельеф как прибрежной зоны, так и всей косы. Третий важный фактор – литодинамические процессы в береговой зоне, которые способствуют вдольбереговому и поперечному перемещению наносов и выравниванию морской береговой линии [3, 4].

В плане коса имеет вид пологой дуги с радиусом около 300 км, вогнутой в сторону моря. Западный, морской ее край, выровнен, а восточный, обращенный к одноименному заливу, имеет извилистые очертания. Берега песчаные, аккумулятивные, но на всем своем протяжении неоднородные.

Обилие песчаного материала в составе осадков береговой зоны и ветровые условия способствуют широкому развитию эоловых процессов на морских берегах. Значение эоловых процессов для морфо- и литодинамики в прибрежной зоне многократно подчеркивалось в классической [5–7] и современной [2, 8–15] литературе.

Условия в береговой зоне Куршской косы в целом способствуют образованию и развитию эоловых форм рельефа. Существенным является угол подхода ветра к генеральному направлению береговой линии, так как при его оптимальных значениях создается потенциальная возможность максимального перемещения песчаного материала с пляжа вглубь суши. При соблюдении этих условий эоловые процессы в береговой зоне контролируются колебаниями уровня моря разного знака, способствуя образованию различных форм эолового рельефа [1].

Изменчивость авандюны Куршской косы носит пульсационный характер [8]. Открытые участки авандюны наиболее подвержены эоловой пере-

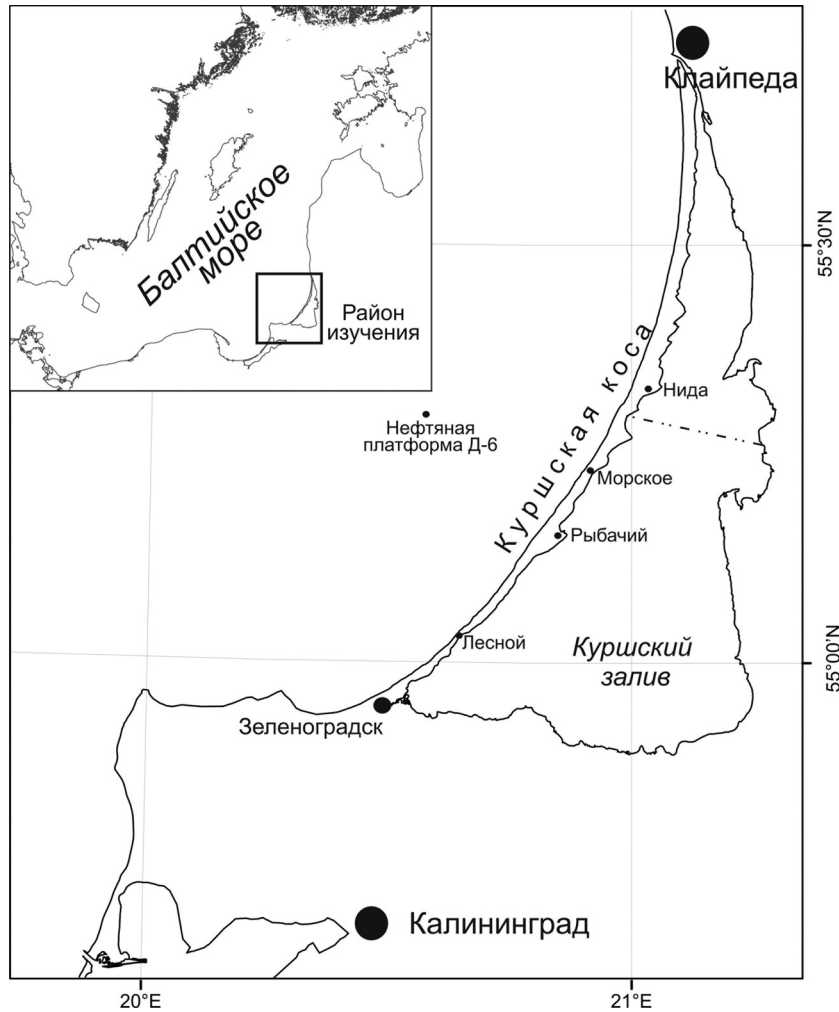


Рис. 1. Географическое положение района исследований

работке; участки, покрытые растительностью, в меньшей степени. Рельеф авантюны практически на всем протяжении расчленен котловинами дефляции. Размеры котловин в основном составляют 40–60 м, реже встречаются 80–100 м.

К экзогенным факторам, создающим рельеф и формирующими специфические отложения, наряду с направлением и скоростью ветра, можно отнести такие метеорологические параметры, как температура воздуха, влажность и количество выпавших осадков. Генеральное простираение континентального берега Балтийского моря от Датских проливов на восток, вначале зональное, становится в Юго-Восточной Балтике меридиональным; изменение происходит под прямым углом, сопряжение реализуется в системах кос и заливов на флангах Самбийского полуострова (см. рис. 1). Происходит транзит атлантических циклонов при отсутствии орографических препятствий, что и определяет распределение ветров по акватории и режим ветра в целом [16]. Главные черты поля ветра в Юго-Восточной Балтике заключаются в преобладании ветров от юго-запада

и запада с увеличением их скорости в холодный период года.

Барический градиент в течение всего года в большинстве случаев ориентирован с юго-востока на северо-запад, что определяет господство над Балтийским морем ветров западной четверти, обуславливающих перенос теплых и влажных масс с Атлантического океана.

В связи с этим проявляются характерные черты, присущие морскому климату умеренных широт: сравнительно небольшие колебания среднемесячной температуры воздуха, большая влажность и облачность в течение всего года. Осадков выпадает сравнительно много. Среднее годовое количество их колеблется от 500 до 700 мм, а число дней с ними – от 130 до 190 [17]. Максимум приходится на июль–август, минимум – на январь–март.

Для климатических сезонов Юго-Восточной Балтики характерны следующие сезонные особенности [18–20].

Зима – мягкая с преобладанием пасмурной погоды и частых осадков; сильные морозы редки и



непродолжительны; наибольшей повторяемостью отличаются южные, юго-западные и западные ветры, нередко достигающие силы штормовых. Наиболее сильные ветры (более 30 м/с) имеют вероятность один раз в 4–5 лет. Обычно штормы кратковременны, однако ежегодно наблюдается штормовая погода продолжительностью в 3–4 суток. В середине зимы могут наблюдаться непродолжительные морозы.

Весна в большинстве случаев прохладная и затяжная. По сравнению с зимой ветры ослабевают, повторяемость штормов уменьшается. Осадки выпадают реже, чем зимой, однако велика вероятность туманов. С середины апреля возрастает повторяемость антициклонической погоды.

Лето. Средняя температура самого теплого месяца около 18 °С, иногда бывает до 15 дней с температурами около 30 °С. В конце лета возрастает количество осадков, выпадающих преимущественно в виде ливней.

Осень обычно теплая, сырая и ветреная, преобладает влажная погода с частыми продолжительными осадками. В прибрежной зоне и открытом море часто бывают туманы и штормы.

Цель работы – оценить вклад отдельных метеорологических условий, в целом благоприятных для интенсивных процессов формирования эоловых форм рельефа на морском берегу Куршской косы, за последнюю декаду (2006–2017 гг.).

Материалы и методы

Для анализа влияния метеорологических условий на современную трансформацию дюн использовались метеорологические данные, получаемые в ходе экологического мониторинга побережья косы: морской ледостойкой стационарной платформе (МЛСП Д6), г. Клайпеды (www.rp5.ru) за 2006–2017 гг. (см. рис. 1). При исследовании необходимо было учитывать следующие условия [21, 22]:

- сумма осадков за 5 суток не должна превышать 6 мм;
- среднесуточная влажность воздуха меньше 95%;
- средняя суточная температура воздуха должна быть выше 0 °С или ниже –10°С;
- среднесуточная скорость ветра больше 6 м/с;
- направление эффективных ветров (согласно ориентации Куршской косы; см. рис. 1) находится в диапазоне ЮЮЗ–ВСВ [23, 24].

Относительная влажность воздуха, скорость и направление ветра, температура воздуха получены по данным метеостанции, установленной на морской платформе (~ 20 км от морского побережья Куршской косы, см. рис. 1). Высота измерения скорости ветра 32 м [25], скорость приводилась к стандартным 10 м. Среднечасовые значения всех величин усреднялись до среднесуточных, которые и использовались для анализа. Количество осад-

ков рассматривалось по данным метеостанции г. Клайпеды (55°42'N 21°09' E; высота 6 м; WMO ID 26509). По критериям, приведенным выше, была произведена фильтрация полученных данных.

Результаты и их обсуждение

Анализ картографических материалов за столетний период и космоснимков последних десятилетий позволил установить наличие смещения дюнного пояса южной части Куршской косы в восточном направлении. Скорости в обоих случаях приблизительно одинаковые и составляют от 2 до 5 м/год [11].

Важной особенностью является наличие относительного сокращения площади открытых дюн в результате зарастания западного склона растительностью, что приводит к общему сокращению влияния ветра на перенос песка.

Морфометрический анализ данных о рельефе дюн показал тенденцию к закреплению западного склона дюн, денудацию вершины дюн и частичное выполаживание восточного склона дюны с выдвиганием его на лагуну. Сравнение направлений наклонов склонов с зонами денудации показывает преобладание выдувания с западного и северо-западного склона, приrost для противоположных склонов – восточного и юго-восточного направления. Можно предположить, что наиболее активный перенос песка наблюдается при ветрах западных и северо-западных румбов [2, 11, 26–28].

Внутригодовая изменчивость

Для возникновения форм рельефа, которые образуются в результате активной дефляции, необходимы следующие условия: частые и сильные ветры; незначительное количество атмосферных осадков и небольшую влажность воздуха; температуру воздуха либо выше 0°С, либо ниже –10°С [21].

Построенные графики годового хода среднемесячных метеорологических данных за 2006–2017 гг. (рис. 2) показали:

- по температуре неблагоприятны январь и февраль, когда среднемесячные температуры лежат в диапазоне от 0 до –10°С;
- среднемесячные скорости ветра 7 месяцев (сентябрь–март) превышают 6 м/с;
- среднемесячная относительная влажность воздуха не превышает 95% в течение всего года;
- среднемесячные суммы осадков минимальные в феврале–марте–апреле (около 30 мм/мес.). Начиная с июня количество выпадающих осадков увеличивается, достигая максимума в августе (более 80 мм/мес.).

Мягкий климат с преобладанием пасмурной погоды и частых осадков формируется под доминирующим влиянием Балтийского моря. Сильные морозы редки и непродолжительны. За последнее

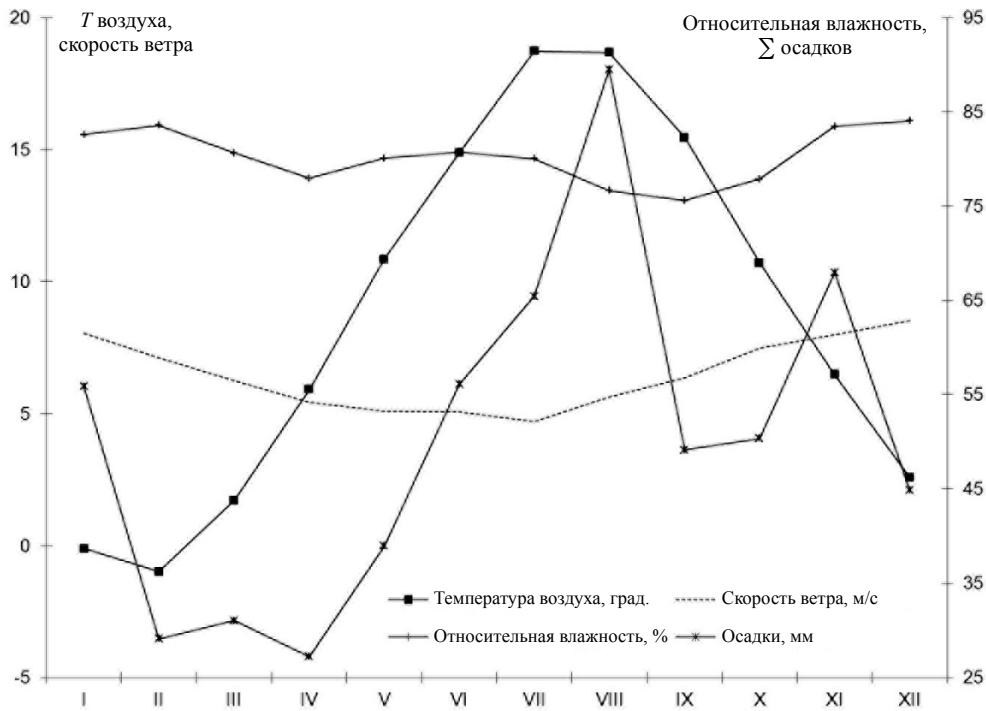


Рис. 2. Внутригодовая изменчивость отдельных метеопараметров (среднемесячные значения за 2006–2017 гг.)

десятилетие (2006–2017 гг.) для Куршской косы наблюдалось в среднем 45 дней в год (12%) со среднесуточными отрицательными температурами ($< 0^{\circ}\text{C}$), из них 2 дня с морозами ниже -10°C (табл. 1). Сильные морозы обычно наблюдаются при господстве антициклонального типа погоды с ветрами восточных румбов.

На побережье Куршской косы относительная влажность воздуха, как правило, высокая (70–95%) [20]. Дни с высокой влажностью воздуха, которая неблагоприятна для дефляции ($\geq 95\%$), встречаются редко, их среднегодовое число составляет 19 сут (см. табл. 1), что эквивалентно немногим более 5%. Во внутригодовом распре-

делении эти дни приурочены к осенне-зимнему периоду (с ноября по март). В летний период их количество падает до нуля (июль–август).

Наибольшее влияние на процессы дефляции оказывают ветровые условия. Куршская коса открыта для воздействия господствующих в течение всего года ветров западных румбов (от ЮЗ до СЗ), которые имеют наибольшую силу. Результирующий вектор переноса в регионе за 2006–2017 гг. направлен с ЮЗ на СВ (230°), значение векторной скорости переноса составляет 1,68 м/мес. По сравнению с предыдущими годами он изменился мало, что свидетельствует о постоянстве переноса [29].

Таблица 1

Количество дней со среднесуточными метеорологическими условиями, способствующими развитию эоловых процессов (данные за период 2006–2017 гг.)

Условие	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Температура воздуха, T , $^{\circ}\text{C}$													
$T_{\text{ср.}} > 0$	17	13	23	30	31	30	31	31	30	31	29	24	320
$-10 \leq T_{\text{ср.}} \leq 0$	13	14	8	0	–	–	–	–	–	–	1	7	43
$T_{\text{ср.}} < -10$	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0	2
Относительная влажность воздуха, f , %													
$f \geq 95$	3	4	2	2	2	2	1	0	0	1	2	1	19
$f < 95$	29	25	29	28	29	29	30	31	30	30	28	30	346
Скорость, W , м/с, и направление ветра, румб													
$W \geq 6$	22	18	15	11	9	8	6	12	14	20	22	24	180
(ЮЮЗ–СВ) и ≥ 6	9	9	8	6	4	5	4	9	8	13	21	24	120



Скорость ветра на Куршской косе зависит от его направления. Для большинства дней со средней скоростью ≥ 6 м/с характерно вдольбереговое направление эффективного ветра от 200 до 60° (ЮЮЗ–З–ВСВ), которое способствует развитию эоловых процессов. Весенне-летний период характеризуется наименьшим количеством ситуаций в рассматриваемом контексте. В осенне-зимний период в более чем $2/3$ дней возможно развитие эоловых форм рельефа (см. табл. 1).

Повторяемость направлений представлена на рис. 3. Внутригодовое распределение дней со среднесуточными скоростями ветра ≥ 6 м/с носит сезонный характер. Наибольшее количество дней отмечается в осенне-зимний период: до 24 сут в декабре, что подтверждается значительными горизонтальными градиентами атмосферного давления (табл. 2). Уменьшение количества дней с ветрами более 6 м/с начинается с февраля, достигая минимума в летний период, особенно в июле (6 сут). Именно летом горизонтальные градиенты атмосферного

давления наименьшие. С августа начинается рост повторяемости скоростей ветра ≥ 6 м/с.

Однако лимитирующим фактором служит режим выпадения осадков. В летние месяцы, когда возрастает интенсивность выпадающих ливневых дождей, количество благоприятных дней уменьшается до 8 суток в августе (рис. 4). Максимальное среднемесячное количество дней, когда возможно развитие эоловых форм рельефа, характерно для весеннего периода (март, апрель до 17 сут).

Основными факторами, которые оказывают наибольшее влияние на формирование и развитие эоловых форм рельефа, являются ветровой режим и количество выпадающих осадков (см. рис. 4). Температурные условия и относительная влажность не являются лимитирующим фактором для рассматриваемых процессов.

Внутригодовая изменчивость количества дней в рассматриваемом контексте представлена на рис. 4. По совокупности всех факторов наибольшее количество дней наблюдается в ноябре

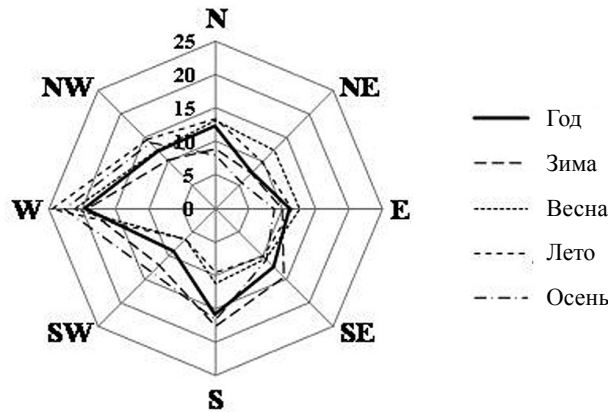


Рис. 3. Повторяемость ветра по направлениям, %, в течение всего года и по отдельным сезонам (среднее за 2006–2017 гг.)

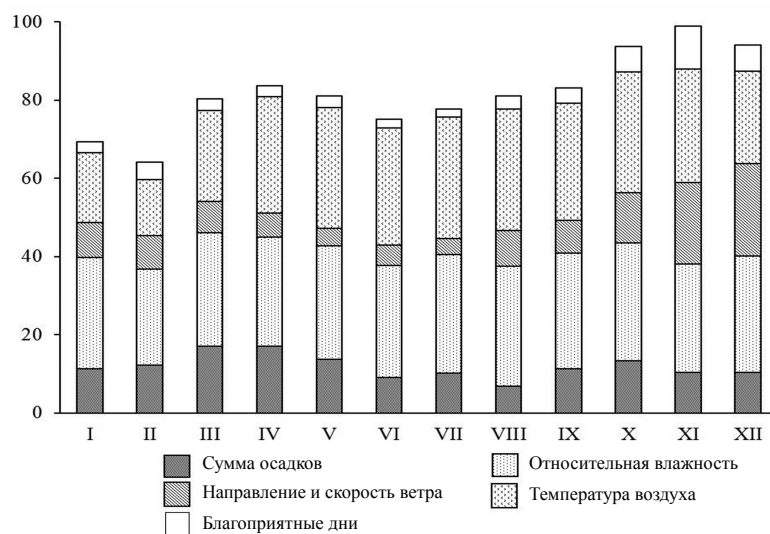


Рис. 4. Среднемесячное количество дней по отдельным факторам, способствующим формированию эоловых форм рельефа (2006–2017 гг.)



Таблица 2

Количество дней, благоприятных для развития эоловых процессов на Куршской косе с 2006 по 2017 г. (по отдельным метеорологическим элементам и в совокупности)

Параметр	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость ветра, м/с	Направление ветра, град.	Количество осадков, мм	Суммарное количество, сут
2006	312	355	161	236	189	35
2007	337	341	177	223	153	22
2008	355	349	178	240	146	29
2009	334	350	180	193	153	15
2010	278	343	183	182	162	26
2011	329	330	196	234	159	40
2012	326	350	177	221	112	27
2013	306	346	169	198	193	72
2014	330	333	189	176	221	85
2015	352	341	195	228	189	33
2016	345	350	181	208	155	31
2017	338	334	200	231	148	32
Ср.	328	343	182	214	165	37
±σ	21,4	7,9	11,4	22,1	28,5	20,5
min	278	330	161	176	112	15
max	355	355	200	240	221	85

Примечание. Жирным шрифтом и курсивом выделены экстремальные значения.

– до 12 дней. В ноябре отмечаются максимальные скорости ветра западных румбов (эффективное направление), температура воздуха редко опускается ниже 0°С (см. рис. 4) Минимальное количество дней наблюдается в летний период. Это связано, во-первых, с уменьшением скорости ветра и, во-вторых, с постепенным увеличением количества выпадающих ливневых осадков, особенно в августе, когда выпадает максимальное количество осадков. Осенью увеличивается скорость ветра, что является важным фактором для эоловых процессов [18, 29–32].

Межгодовая изменчивость

Более подробное рассмотрение среднесуточных метеорологических условий показало следующее (см. табл. 2).

1. Температурные условия Куршской косы в среднем 328 ± 21 сут/год благоприятны для формирования эоловых форм рельефа. В 2008 г. температура воздуха не препятствовала эоловым процессам весь год (355 сут); наименьшее количество дней (278 сут) наблюдалось в 2010 г. Этот год наиболее холодный из рассматриваемого периода (ср. $7,2 \pm 8,6$ °С). Зимние температуры опускались до -15 °С [31].

2. Среднесуточная относительная влажность всего ~20 дней в году воздуха больше 95%. Диапазон разброса составил от 330 дней в 2011 г. до 355 дней в 2006 г.

3. Побережье Калининградской области относится к району с преобладающими ветрами западных румбов силой до 5–6 баллов по шкале Бофорта (7,5–12,4 м/с). До половины дней в году (183 ± 11 сут) господствуют ветры со среднесуточной скоростью более 6 м/с. Разброс составил от 161 сут в 2006 г. до 200 сут в 2017 г. Эффективное направление ветра, характерное для ориентации Куршской косы, находилось в диапазоне ЮЮЗ–ВСВ в среднем 214 ± 21 сут в году. В 2008 г. на такие ветры приходилось 240 сут, в 2014 г. – 176 сут. При таких направлениях ветра наблюдаются условия для развития эоловых форм рельефа.

4. Несмотря на то что юго-восточная часть Балтийского моря относится к региону с избыточным увлажнением, в 46% всех дней (ср. 165 ± 28 сут) выпадение осадков не препятствовало развитию эоловых процессов. Наиболее благоприятным оказался 2014 г. (221 сут), наименее благоприятным – 2012 г. (112 сут).

Анализ метеорологических условий в совокупности показал, что для развития эоловых форм рельефа на Куршской косе наилучшие условия наблюдались в 2014 г., когда 85 дней были благоприятны по совокупности метеоусловий. В 2009 г. таких дней было всего 15 (см. табл. 2).

Два смежных года (2013 г. и 2014 г.) можно выделить как наиболее благоприятные. В эти годы отмечено уменьшение количества выпавших осадков.



По совокупности всех метеорологических условий в среднем за последнее десятилетие (2006–2017 гг.) лишь 37 ± 20 сут/год возможно было возникновение потенциальной дефляции с формированием эоловых форм рельефа. Наблюдается

тенденция к увеличению дней с благоприятными факторами для формирования эоловых форм рельефа (коэффициент тренда положительный 1,93 при $R^2 = 0,12$; соответствующее приращение за декаду составило 19 сут) (рис. 5).

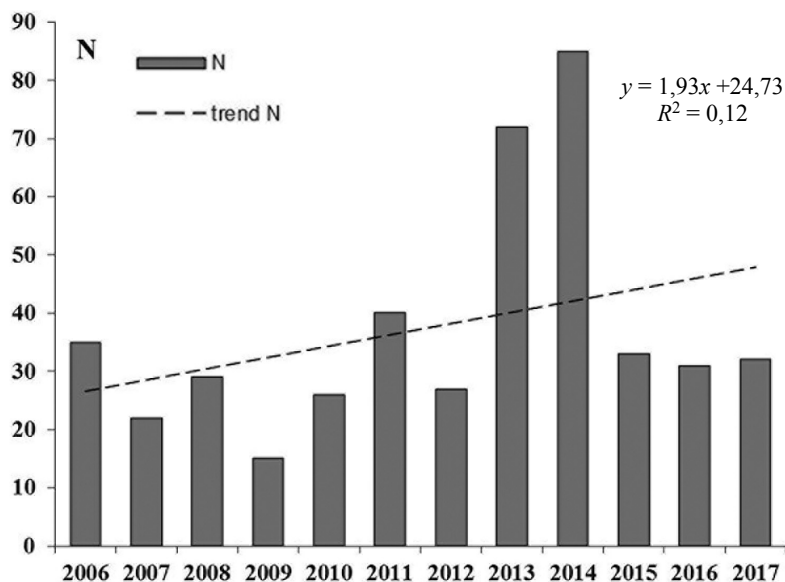


Рис. 5. Количество дней в год с благоприятными совокупными условиями для развития эоловых форм рельефа на Куршской косе

Обнаружена прямая тесная связь (по Чэддоку) между суммарным количеством благоприятных дней в году и количеством дней с суммой осадков менее 6 мм за предыдущие 5 суток ($r = 0,72$ при $P = 95\%$). С другими метеорологическими условиями такая связь не прослеживается [33].

Заключение

Проведенное исследование позволило решить следующие задачи:

- определить наиболее благоприятные и лимитирующие метеоусловия для развития эоловых процессов на песчаных косах;
- выделить периоды в годовом ходе в целом, благоприятные для интенсивных процессов формирования эоловых форм рельефа;
- проследить межгодовую изменчивость и определить тенденцию для развития эоловых форм, зависящих от метеоусловий.

Для Куршской косы (юго-восточная часть Балтийского моря) характерны следующие основные черты для развития эоловых процессов.

Межгодовая изменчивость:

- наблюдается положительный тренд (+1,9 сут/год), декадное приращение 19 дней;
- за год можно ожидать в среднем 37 ± 20 дней с благоприятными условиями, максимальное количество дней наблюдалось в 2014 г. (85 сут), минимальное – в 2009 г. (15 сут).

Внутригодовая изменчивость:

– распределение дней со скоростями ветра ≥ 6 м/с носит сезонный характер, наибольшее количество дней отмечается в осенне-зимний период: до 24 дней в декабре, минимум наблюдается в летний период, особенно в июле (6 сут);

– для большинства дней со средней скоростью ≥ 6 м/с характерно вдольбереговое направление эффективного ветра от 200 до 60° (ЮЮЗ–З–ВСВ), которое способствует развитию эоловых процессов. В осенне-зимний период в более чем $2/3$ дней возможно развитие эоловых форм рельефа; весенне-летний период характеризуется наименьшим количеством ситуаций в рассматриваемом контексте;

– лимитирующим фактором служит режим выпадения осадков. В летние месяцы, когда возрастает интенсивность выпадающих ливневых дождей, количество благоприятных дней уменьшается до 7 суток в августе. Максимальное среднемесячное количество дней, когда возможно развитие эоловых форм рельефа, характерно для марта и апреля.

Метеоусловия, благоприятствующие и лимитирующие развитие эоловых процессов:

– основными факторами, которые оказывают наибольшее влияние на формирование и развитие эоловых форм рельефа, являются *ветровой режим* и *количество выпадающих осадков*; обнаружена прямая тесная связь (по Чэддоку) между количе-



ством благоприятных дней в году и количеством дней с суммой осадков менее 6 мм за предыдущие 5 суток ($r = 0,72$ при $P = 95\%$);

– температурные условия и относительная влажность не являются препятствием для рассматриваемых процессов.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФАНО России (тема № 0149-2018-0012)

Библиографический список

1. Бадюкова Е. Н., Соловьева Г. Д. Прибрежные эоловые формы и колебания уровня моря // *Океанология*. 2015. Т. 55, № 1. С. 139–146.
2. Бадюкова Е. Н., Жиндарев Л. А., Лукьянова С. А., Соловьева Г. Д. Анализ геологического строения Куршской косы (Балтийское море) в целях уточнения истории ее развития // *Океанология*. 2007. Т. 47, № 4. С. 594–604.
3. Kovaleva O., Chubarenko B., Pupienis D. Grain size variability as an indicator of sediment transport alongshore the Curonian Spit (south-eastern Baltic Sea) // *Baltica*. 2016. Vol. 29, № 2. P. 145–155.
4. Krek A., Stont Zh., Ulyanova M. Alongshore bed load transport in the southeastern part of the Baltic Sea under changing hydrometeorological conditions: Recent decadal data // *Regional Studies in Marine Science*. 2016. Vol. 7. P. 81–87. DOI: 10.1016/j.rsma.2016.05.011
5. Гуделис В. К. Геологические и физико-географические условия залива Куршю-Марес и территории, окаймляющей залив // Куршю-Марес. Вильнюс : Изд-во АН ЛитССР, 1959. С. 7–45.
6. Гуделис В. К. Некоторые данные о строении и развитии пересыпи Куршю Нерия // *Тр. / ИО АН СССР*. 1954. Т. X. С. 62–69.
7. Каплин П. А. Новейшая история побережий Мирового океана. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1973. 265 с.
8. Бадюкова Е. Н., Жиндарев Л. А., Лукьянова С. А., Соловьева Г. Д. Крупные аккумулятивные формы на берегах Юго-Восточной Балтики // *Океанология*. 2017. Т. 57, № 4. С. 641–649.
9. Бадюкова Е. Н., Жиндарев Л. А., Лукьянова С. А., Соловьева Г. Д. Развитие барьерно-лагунных систем Юго-Восточной Балтики // *Океанология*. 2008. Т. 48, № 4. С. 641–647.
10. Aagaard T., Orford J., Murray A. S. Environmental controls on coastal dune formation; Skallingen Spit, Denmark // *Geomorphology*. 2007. Vol. 83. P. 29–47.
11. Povilanskas R. Spatial diversity of modern geomorphological processes on a Holocene Dune Ridge on the Curonian Spit in the South-East Baltic // *Baltica*. 2009. Vol. 22 (2). P. 77–88.
12. Comprehensive environmental study of marine and coastal areas of the Curonian Spit National Park for granting these areas the legal status of a marine protected zone. Baltic Marine Environment Protection Commission HELCOM. Kaliningrad, 2014. 64 p.
13. Jarmalavičius D., Pupienis D., Žilinskas G., Fedorovic J. Morfolitologinių Anomalijų Kuršių nerijos jūros krante nustatymas // *Geologija. Geografija*. 2015. Vol. 1 (1). P. 1–10.
14. Jarmalavičius D., Žilinskas G., Pupienis D. Geologic framework as a factor controlling coastal morphometry and dynamics. Curonian Spit, Lithuania // *International J. of Sediment Research*. 2017. Vol. 32 (4). P. 597–603.
15. Česmulevičius A., Bautrešas A., Morkūnaitė R., Kavoliūtė F. Intensity of aeolian processes on Curonian Spit (the end of the XX century – beginning the XXI century) // *Selected issues of aeolian geomorphology*. Cracow, Poland, 2016. P. 111–130.
16. Абрамов Р. В., Стонт Ж. И. «Витязь» и «Балтийская коса». Погода и экологическая обстановка 1997–2002 гг. Данные лаборатории морской метеорологии АОИОРАН. Калининград : Изд-во КГУ, 2004. 307 с.
17. Дубравин В. Ф., Стонт Ж. И. Гидрометеорологический режим, структура и циркуляция вод // *Нефть и окружающая среда Калининградской области. Т. II : Море / под ред. В. В. Сивкова (отв. ред.), Ю. С. Каджояна, О. Е. Пичужкиной, В. Н. Фельдмана*. Калининград : Терра Балтика, 2012. С. 69–105.
18. Гидрометеорологические условия. Проект «Моря СССР» : в 9 т. Т. III : Балтийское море. СПб. : Гидрометеоиздат, 1992. Вып. 1. 450 с.
19. Справочник по климату СССР. Вып. 6 : Литовская ССР и Калининградская область РСФСР. Ч. III : Ветер. Л. : Гидрометеоиздат, 1966. 90 с.
20. Справочник по климату СССР. Вып. 6 : Литовская ССР и Калининградская обл. РСФСР. Ч. IV : Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. Л. : Гидрометеоиздат, 1968. 186 с.
21. Hojan M. Aeolian processes on the cliffs of Wolin Island // *Quaestiones Geographicae*. 2009. Vol. 28A/2. P. 39–46.
22. Hojan M., Więclaw M. Influence of meteorological conditions on aeolian processes along the Polish cliff coast // *Baltica*. 2014. Vol. 27 (1). P. 63–74.
23. Böhner J., AntoniĆ O. Chapter 8 Land-Surface Parameters Specific to Topo-Climatology // *Developments in Soil Science*. 2009. Vol. 33. P. 195–226.
24. De Boer D.H. Hierarchies and spatial scale in process geomorphology: a review // *Geomorphology*. 1992. Vol. 4. P. 303–318.
25. Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений. ВМО № 18 / Секретариат Всемирной Метеорологической Организации. Женева, Швейцария, 1983. 8 с.
26. Бадюкова Е. Н., Жиндарев Л. А., Лукьянова С. А., Соловьева Г. Д., Щербина В. В. Особенности современной динамики лагунных берегов Куршской косы, юго-восток Балтики // *Литодинамика донной контактной зоны океана*. М. : ГЕОС, 2009. С. 124–130.
27. Сергеев А. Ю. Палеогеографическая реконструкция района Куршской косы в позднем неоплейстоцене – голоцене // *Региональная геология и металлогения*. 2015. № 62. С. 34–44.
28. Povilanskas R., Baghdasarian H., Arakelyan S., Satkūnas J., Taminskas J. Morphodynamic trends of the Holocene dune ridge on the Curonian Spit (Lithuania/Russia) // *J. of Coastal Research*. 2009. Vol. 25(1). P. 209–215.
29. Бобыкина В. П., Стонт Ж. И. О зимней штормовой активности 2011–2012 гг. и ее последствиях для побере-



жья Юго-Восточной Балтики // Водные ресурсы. 2015. Т. 42, № 3. С. 322–328.

30. Навроцкая С. Е., Стонт Ж. И. Региональные особенности изменчивости гидрометеорологических условий у побережья Юго-Восточной Балтики (Калининградская область) // Изв. РГО. 2014. Т. 146, № 3. С. 54–64.

31. Стонт Ж. И., Демидов А. Н. Современные тенденции изменчивости температуры воздуха над акваторией

Юго-Восточной Балтики // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5, География. 2015. № 2. С. 50–58.

32. Стонт Ж. И., Гуцин О. А., Дубравин В. Ф. Штормовые ветра Юго-Восточной Балтики по данным автоматической метеорологической станции в 2004–10 гг. // Изв. РГО. 2012. Т. 144, вып. 1. С. 51–58.

33. Балинова В. С. Статистика в вопросах и ответах : учеб. пособие. М. : ТК. Велби ; Изд-во Проспект, 2004. 344 с.

Образец для цитирования:

Стонт Ж. И., Ульянова М. О. Роль метеорологических условий в формировании эоловых форм Куршской косы (Юго-Восточная Балтика) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 3. С. 169–177. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-169-177.

Cite this article as:

Stont Zh. I., Ulyanova M. O. The Role of Meteorological Conditions in the Formation of the Eolian Forms of the Curonian Spit (South-Eastern Baltic Sea). *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2018, vol. 18, iss. 3, pp. 169–177 (in Russian). DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-169-177.



ГЕОЛОГИЯ

УДК 550.8.011

НОВЫЙ ПОДХОД К ВЫВОДУ УРАВНЕНИЯ ЭЙКОНАЛА ДЛЯ НЕОДНОРОДНЫХ АНИЗОТРОПНЫХ УПРУГИХ СРЕД

П. Н. Александров

Александров Павел Николаевич, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, Центр геоэлектromагнитных исследований Института физики Земли имени О. Ю. Шмидта РАН, Москва, alexandr@igemi.troitsk.ru

Предложен новый подход к обоснованию лучевой сейсмологии, основанный на фиксации амплитуды вектора смещений и сведении уравнений теории упругости к системе неявно заданных функций. Это позволяет определить функциональную зависимость между временем прихода волны и пространственными координатами. В результате получена система векторных уравнений. Собственные значения матрицы, входящие в эту систему, являются уравнениями эйконала. Показано, что для произвольно анизотропной и неоднородной упругой среды максимальное количество уравнений эйконала равно трем.

Ключевые слова: уравнение эйконала, неоднородные упругие среды, анизотропия упругих параметров.

A New Approach to the Derivation of Eikonal for Inhomogeneous Anisotropic Elastic Media

P. N. Aleksandrov

Pavel N. Aleksandrov, ORCID 0000-0002-8454-4552, Center Geoelectromagnetic studies at the Institute of physics of the earth Schmidt of the Russian Academy of Sciences, 10, Bolshaya Gruzinskaya Str., Moscow, 123242, Russia, alexandr@igemi.troitsk.ru

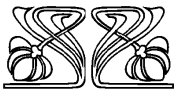
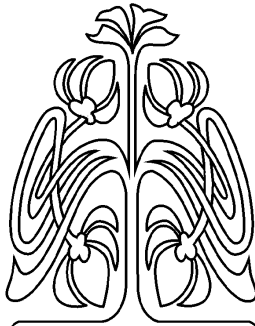
The proposed new approach to seismic radiation, is based on fixing the amplitude of the displacement vector, reduce them to a system of implicit functions. This allows you to find the functional dependence between the time of arrival of the waves and spatial coordinates. The system of vector equations. The eigenvalues of the matrix in the system are the equations of eikonal. It is shown that for arbitrarily anisotropic and heterogeneous elastic medium, the maximum number of equations eikonal equal to three.

Key words: equation eikonal, inhomogeneous elastic medium, elastic anisotropy parameters.

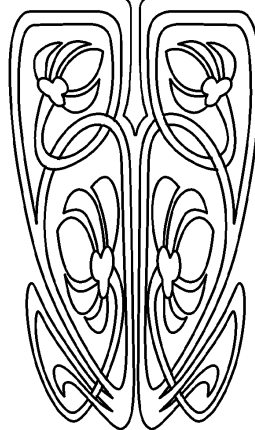
DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-178-183

Лучевой метод сейсморазведки основан на решении уравнения эйконала. Развитие теории сейсморазведки требует получения уравнения эйконала для анизотропных сред. Уравнение эйконала, как правило, получают путем разложения в ряды вектора смещения в частотной области [1] или использования свойств решения уравнений Ламе для частных случаев анизотропии [2]. Известны методы получения уравнения эйконала, основанные на методе характеристик, используемом для анализа дифференциальных уравнений в частных производных и приведения их к каноническому виду [3].

Основной целью настоящего исследования является вывод уравнения эйконала для неоднородных произвольно анизотропных сред. Под произвольно анизотропной средой понимается полный тензор упругих параметров в законе Гука, отличающийся от тензора упругих параметров в изотропной среде. При этом под анизотропией будем понимать анизотропию, связанную с внутренним строением горной породы, так называемую «макроанизотропию» [4]. В связи с



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





этим никаких ограничений на симметричность матрицы упругих параметров накладываться не будет.

В простейшем случае однородной изотропной среды уравнение эйконала имеет вид [5]

$$(\text{grad } t)^2 = \frac{1}{V^2},$$

где $t = t(x, y, z)$ – время прихода волны в точку наблюдения; x, y, z – пространственные координаты точки наблюдения в декартовой системе координат; V – скорость (продольная или поперечная) распространения волны в изотропной упругой среде.

1. Исходные уравнения теории упругости (уравнения Ламе) [6].

Уравнения теории упругости в векторном виде включают трехкомпонентный вектор смещения $\mathbf{S} = \mathbf{i}S_x + \mathbf{j}S_y + \mathbf{k}S_z$, где $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ – орты декартовой системы координат, S_x, S_y, S_z – проекции вектора смещения на оси координат; девятикомпонентный

вектор напряжений $\mathbf{P} = \begin{pmatrix} \mathbf{P}_x \\ \mathbf{P}_y \\ \mathbf{P}_z \end{pmatrix}$, где $\mathbf{P}_x, \mathbf{P}_y, \mathbf{P}_z$ – трех-

компонентные векторы упругих напряжений, возникающих в среде под действием силы, направленной соответственно по осям x, y, z ; девятиком-

понентный вектор деформаций $\mathbf{e} = \begin{pmatrix} \text{grad } S_x \\ \text{grad } S_y \\ \text{grad } S_z \end{pmatrix}$.

В настоящей статье вектор понимается как вектор-столбец.

Взаимосвязи между упругими полями устанавливаются с помощью следующих уравнений:

– закон Гука $\mathbf{P} = H\mathbf{e}$, где H – матрица упругих параметров размерности 9×9 элементов;

– уравнения равновесия

$$\text{div } \mathbf{P}_x - \rho \frac{\partial^2}{\partial t^2} S_x = -F_x,$$

$$\text{div } \mathbf{P}_y - \rho \frac{\partial^2}{\partial t^2} S_y = -F_y,$$

$$\text{div } \mathbf{P}_z - \rho \frac{\partial^2}{\partial t^2} S_z = -F_z,$$

где ρ – удельная плотность; $\mathbf{F} = \mathbf{i}F_x + \mathbf{j}F_y + \mathbf{k}F_z$ – вектор внешних массовых сил.

Упругие параметры среды и плотность являются функциями пространственных координат: $H = H(x, y, z)$, $\rho = \rho(x, y, z)$.

2. Рассмотрим вывод уравнения эйконала для анизотропных неоднородных сред непосредственно исходя из уравнений Ламе. Введем вектор

скорости смещения $\mathbf{V} = \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{S} = \mathbf{i}V_x + \mathbf{j}V_y + \mathbf{k}V_z$.

Тогда систему уравнений Ламе и закон Гука можно переписать в виде

$$\text{div } \mathbf{P}_x - \rho \frac{\partial}{\partial t} V_x = -F_x,$$

$$\text{div } \mathbf{P}_y - \rho \frac{\partial}{\partial t} V_y = -F_y,$$

$$\text{div } \mathbf{P}_z - \rho \frac{\partial}{\partial t} V_z = -F_z,$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \mathbf{P} = H \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{e} = H \begin{pmatrix} \text{grad } V_x \\ \text{grad } V_y \\ \text{grad } V_z \end{pmatrix}.$$

Зафиксируем амплитуду компонент вектора-функции скорости смещений, т. е. положим $V_x = C_1$, $V_y = C_2$, $V_z = C_3$, где C_1, C_2, C_3 – некоторые константы. Аналогично зафиксируем амплитуду вектора-функции напряжений $\mathbf{P}(x, y, z, t)$. Будем предполагать, что существуют такие числа, которым можно приравнять компоненты указанных векторов \mathbf{V} и \mathbf{P} . В результате получим систему уравнений, состоящих из трех уравнений неявно заданных функций [7] пространственных координат и времени вектора смещений, а также девяти уравнений неявно заданных функций вектора напряжений. Такая система уравнений позволяет установить зависимость времени прихода упругого поля от пространственных координат в виде множества неявных функций $t = t(x, y, z)$, определяющих моменты прихода волны в точку наблюдения.

3. Получим уравнения, которым удовлетворяют функции $t = t(x, y, z)$, которые являются искомыми в настоящей работе.

Введем новую векторную функцию скорости смещения $\tilde{\mathbf{V}}(x, y, z) = \mathbf{V}(x, y, z, t(x, y, z))$ и векторную функцию напряжений $\tilde{\mathbf{P}}(x, y, z) = \mathbf{P}(x, y, z, t(x, y, z))$. В этом случае любая производная от вектора скорости смещений и вектора напряжений будет равна нулю:

$$\frac{\partial}{\partial t} \tilde{\mathbf{V}}(x, y, z) = 0, \text{div } \tilde{\mathbf{P}}_x = 0, \text{div } \tilde{\mathbf{P}}_y = 0, \text{div } \tilde{\mathbf{P}}_z = 0.$$

Следуя правилу дифференцирования сложных функций, получим

$$\begin{pmatrix} \text{grad } \tilde{V}_x \\ \text{grad } \tilde{V}_y \\ \text{grad } \tilde{V}_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \text{grad } V_x \\ \text{grad } V_y \\ \text{grad } V_z \end{pmatrix} \Big|_{t=t(x,y,z)} +$$



$$\begin{aligned}
 & + \begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial t} V_x |_{t=t(x,y,z)} \text{grad } t \\ \frac{\partial}{\partial t} V_y |_{t=t(x,y,z)} \text{grad } t \\ \frac{\partial}{\partial t} V_z |_{t=t(x,y,z)} \text{grad } t \end{pmatrix} = \\
 & = H^{-1} \frac{\partial \mathbf{P}}{\partial t} \Big|_{t=t(x,y,z)} + \begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial t} V_x |_{t=t(x,y,z)} \text{grad } t \\ \frac{\partial}{\partial t} V_y |_{t=t(x,y,z)} \text{grad } t \\ \frac{\partial}{\partial t} V_z |_{t=t(x,y,z)} \text{grad } t \end{pmatrix}.
 \end{aligned}$$

Отсюда

$$\frac{\partial}{\partial t} \mathbf{P} \Big|_{t=t(x,y,z)} + H\mathbf{D} = 0,$$

где $\mathbf{D} = \begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial t} V_x |_{t=t(x,y,z)} \text{grad } t \\ \frac{\partial}{\partial t} V_y |_{t=t(x,y,z)} \text{grad } t \\ \frac{\partial}{\partial t} V_z |_{t=t(x,y,z)} \text{grad } t \end{pmatrix}$

или

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{P}_x \Big|_{t=t(x,y,z)} &= -H_x \mathbf{D}, \\
 \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{P}_y \Big|_{t=t(x,y,z)} &= -H_y \mathbf{D},
 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \mathbf{P}_z \Big|_{t=t(x,y,z)} = -H_z \mathbf{D}, \quad H = \begin{pmatrix} H_x \\ H_y \\ H_z \end{pmatrix},$$

где H_x, H_y, H_z – подматрицы матрицы H размерностью 3×9 .

Аналогично получим для уравнения равновесия

$$\begin{aligned}
 \begin{pmatrix} \text{div } \tilde{\mathbf{P}}_x \\ \text{div } \tilde{\mathbf{P}}_y \\ \text{div } \tilde{\mathbf{P}}_z \end{pmatrix} = 0 &= \begin{pmatrix} \text{div } \mathbf{P}_x \\ \text{div } \mathbf{P}_y \\ \text{div } \mathbf{P}_z \end{pmatrix} \Big|_{t=t(x,y,z)} + \\
 & + \begin{pmatrix} (\text{grad } t)^T \cdot \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{P}_x \Big|_{t=t(x,y,z)} \\ (\text{grad } t)^T \cdot \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{P}_y \Big|_{t=t(x,y,z)} \\ (\text{grad } t)^T \cdot \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{P}_z \Big|_{t=t(x,y,z)} \end{pmatrix} =
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & = \rho \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{V} \Big|_{t=t(x,y,z)} - \mathbf{F} \Big|_{t=t(x,y,z)} + \\
 & + \begin{pmatrix} (\text{grad } t)^T \cdot \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{P}_x \Big|_{t=t(x,y,z)} \\ (\text{grad } t)^T \cdot \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{P}_y \Big|_{t=t(x,y,z)} \\ (\text{grad } t)^T \cdot \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{P}_z \Big|_{t=t(x,y,z)} \end{pmatrix},
 \end{aligned}$$

где значок « T » означает операцию транспонирования.

В развернутом виде последнее уравнение с учетом (1) примет вид

$$\begin{aligned}
 & \begin{pmatrix} (\text{grad } t)^T \cdot H_x \\ (\text{grad } t)^T \cdot H_y \\ (\text{grad } t)^T \cdot H_z \end{pmatrix} K \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{V} \Big|_{t=t(x,y,z)} - \rho \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{V} \Big|_{t=t(x,y,z)} = \\
 & = \begin{pmatrix} (\text{grad } t)^T \cdot H_x \\ (\text{grad } t)^T \cdot H_y \\ (\text{grad } t)^T \cdot H_z \end{pmatrix} K - \rho \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{V} \Big|_{t=t(x,y,z)} = \\
 & = -\mathbf{F} \Big|_{t=t(x,y,z)},
 \end{aligned}$$

где

$$K = \begin{pmatrix} \frac{\partial t}{\partial x} & \frac{\partial t}{\partial y} & \frac{\partial t}{\partial z} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{\partial t}{\partial x} & \frac{\partial t}{\partial y} & \frac{\partial t}{\partial z} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{\partial t}{\partial x} & \frac{\partial t}{\partial y} & \frac{\partial t}{\partial z} \end{pmatrix}^T.$$

Таким образом, получена система уравнений вида

$$A \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{V} \Big|_{t=t(x,y,z)} = -\mathbf{F} \Big|_{t=t(x,y,z)}, \quad (2)$$

где матрица A имеет вид

$$\begin{aligned}
 A &= \begin{pmatrix} \text{grad } t & [0] & [0] \\ [0] & \text{grad } t & [0] \\ [0] & [0] & \text{grad } t \end{pmatrix}^T \\
 H & \begin{pmatrix} \text{grad } t & [0] & [0] \\ [0] & \text{grad } t & [0] \\ [0] & [0] & \text{grad } t \end{pmatrix} - \rho \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

Символом $[0]$ обозначены нулевые вектор-столбцы размерностью 3×1 .

Из условия действительности собственных значений следует, что матрица должна удовлет-



ворять равенству $AA^T = A^T A$ или $A = A^T$, из чего следует, что матрица упругих параметров должна быть симметричной $H = H^T$. В противном случае собственные значения матрицы могут быть комплексными. Этот случай здесь рассматриваться не будет, поскольку требует дополнительных исследований.

Отметим, что матрица упругих параметров H и плотность ρ сохраняют зависимость от пространственных координат: $H = H(x, y, z)$, $\rho = \rho(x, y, z)$.

Вне источников система уравнений (2) становится однородной, из чего следует, что собственные значения матрицы A (предполагая ее диагонализированной [8]) должны быть равны нулю. Эти собственные значения и являются искомыми тремя уравнениями эйконала – три годографа, описывающие распространение волнового поля в анизотропной неоднородной среде. Эти уравнения являются собственными значениями матрицы A :

$$[L] = \begin{bmatrix} L_1 & 0 & 0 \\ 0 & L_2 & 0 \\ 0 & 0 & L_3 \end{bmatrix}$$

и, как следствие, удовлетворяют в произвольно анизотропной неоднородной среде кубическому алгебраическому уравнению в соответствии с размерностью этой матрицы.

Из условия равенства нулю собственных значений матрицы A следует, что определитель этой матрицы также будет равен нулю $\det(A) = 0$. Это и является общим уравнением эйконала для произвольно анизотропной неоднородной среды. В общем случае результатом решения является три независимых функции годографа в виде произведения $L_1 L_2 L_3 = 0$ собственных значений матрицы A . В соответствие с этим общее уравнение эйконала распадается на три уравнения. Для нахождения конкретных выражений для уравнений эйконала положим

$$L_1 = (\text{grad } t)^T V_1 \text{ grad } t - \rho,$$

$$L_2 = (\text{grad } t)^T V_2 \text{ grad } t - \rho,$$

$$L_3 = (\text{grad } t)^T V_3 \text{ grad } t - \rho,$$

где V_1, V_2, V_3 – некоторые произвольные матрицы-функции пространственных координат, получающиеся из матрицы A . Тогда, приравнявая определитель матрицы A и произведение собственных значений, получим

$$\det(A) = L_1 L_2 L_3 = ((\text{grad } t)^T V_1 \text{ grad } t - \rho) ((\text{grad } t)^T V_2 \text{ grad } t - \rho) ((\text{grad } t)^T V_3 \text{ grad } t - \rho) = 0$$

или

$$\det(A) - ((\text{grad } t)^T V_1 \text{ grad } t - \rho) ((\text{grad } t)^T V_2 \text{ grad } t - \rho) ((\text{grad } t)^T V_3 \text{ grad } t - \rho) = 0$$

Приравнявая нулю величины при одинаковых степенях производных по пространственным координатам от времени, найдем матрицы V_1, V_2, V_3 в зависимости от упругих параметров, заданных матрицей H . Общее количество неизвестных равно 27, в то время как матрица упругих параметров включает $9 \times 9 = 81$ элемент. Это означает, что не все упругие параметры, точнее их комбинации, будут определять скорость распространения волн в анизотропной неоднородной среде. Отсюда следует вывод, что существует такая комбинация упругих параметров, которая не влияет на скорость распространения, а изменяет только форму импульса.

В области источников определитель матрицы A не будет равен нулю. Тогда, воспользовавшись представлением $A = v[L]v^{-1}$, где v – матрица, составленная из собственных векторов матрицы A , получим

$$A \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{V} \Big|_{t=t(x,y,z)} = v[L]v^{-1} \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{V} \Big|_{t=t(x,y,z)} = -\mathbf{F} \Big|_{t=t(x,y,z)}$$

или

$$[L]v^{-1} \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{V} \Big|_{t=t(x,y,z)} = -v^{-1} \mathbf{F} \Big|_{t=t(x,y,z)}.$$

Учитывая диагональность матрицы собственных значений $[L]$, из последнего уравнения получим неоднородное уравнение эйконала в терминах собственных значений матрицы A . Вне источников система становится однородной

$$[L]v^{-1} \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{V} \Big|_{t=t(x,y,z)} = 0, \text{ откуда следует, что в силу}$$

произвольности $\mathbf{F} \Big|_{t=t(x,y,z)}$ и заданной матрицы A все собственные значения должны быть равны нулю.

Условие $t = t(x, y, z)$ для вектора смещения приводит к выводу, что градиент времени можно рассматривать как выражение импедансного типа, получаемое дифференцированием неявной функции:

$$\text{grad } t = \mathbf{i} \frac{\partial t}{\partial x} + \mathbf{j} \frac{\partial t}{\partial y} + \mathbf{k} \frac{\partial t}{\partial z} = -\mathbf{i} \frac{\frac{\partial V_v}{\partial x}}{\frac{\partial V_v}{\partial t}} - \mathbf{j} \frac{\frac{\partial V_v}{\partial y}}{\frac{\partial V_v}{\partial t}} - \mathbf{k} \frac{\frac{\partial V_v}{\partial z}}{\frac{\partial V_v}{\partial t}},$$

$$v = \{x, y, z\}$$

В случае разрыва упругих параметров данное представление позволяет установить граничные условия для годографа $t = t(x, y, z)$ и получить конструктивный алгоритм вычисления градиента времени по экспериментальным данным.

4. Рассмотрим частный случай. Для неоднородной изотропной среды матрица упругих параметров имеет вид



$$H = H(x, y, z) = \begin{pmatrix} \lambda + 2\mu & 0 & 0 & 0 & \lambda & 0 & 0 & 0 & \lambda \\ 0 & \mu & 0 & \mu & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \mu & 0 & 0 & 0 & \mu & 0 & 0 \\ 0 & \mu & 0 & \mu & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \lambda & 0 & 0 & 0 & \lambda + 2\mu & 0 & 0 & 0 & \lambda \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \mu & 0 & \mu & 0 \\ 0 & 0 & \mu & 0 & 0 & 0 & \mu & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \mu & 0 & \mu & 0 \\ \lambda & 0 & 0 & 0 & \lambda & 0 & 0 & 0 & \lambda + 2\mu \end{pmatrix},$$

где $\lambda = \lambda(x, y, z)$, $\mu = \mu(x, y, z)$ – параметры Ламе.
Матрица

$A =$

$$\begin{pmatrix} (\lambda + 2\mu)\left(\frac{\partial t}{\partial x}\right)^2 + \mu\left(\frac{\partial t}{\partial y}\right)^2 + \mu\left(\frac{\partial t}{\partial z}\right)^2 - \rho & (\lambda + \mu)\frac{\partial t}{\partial x}\frac{\partial t}{\partial y} & (\lambda + \mu)\frac{\partial t}{\partial x}\frac{\partial t}{\partial z} \\ (\lambda + \mu)\frac{\partial t}{\partial x}\frac{\partial t}{\partial y} & \mu\left(\frac{\partial t}{\partial x}\right)^2 + (\lambda + 2\mu)\left(\frac{\partial t}{\partial y}\right)^2 + \mu\left(\frac{\partial t}{\partial z}\right)^2 - \rho & (\lambda + \mu)\frac{\partial t}{\partial y}\frac{\partial t}{\partial z} \\ (\lambda + \mu)\frac{\partial t}{\partial x}\frac{\partial t}{\partial z} & (\lambda + \mu)\frac{\partial t}{\partial y}\frac{\partial t}{\partial z} & \mu\left(\frac{\partial t}{\partial x}\right)^2 + \mu\left(\frac{\partial t}{\partial y}\right)^2 + (\lambda + 2\mu)\left(\frac{\partial t}{\partial z}\right)^2 - \rho \end{pmatrix}$$

имеет три собственных значения, два из которых равны между собой:

$$L_1 = (\lambda + 2\mu)(\text{grad } t)^2 - \rho,$$

$$L_2 = L_3 = \mu(\text{grad } t)^2 - \rho,$$

где $\rho = \rho(x, y, z)$.

Вне источников собственные значения должны быть равны нулю, отсюда получаем три отдельных уравнения эйконала для продольных V_p и поперечных V_s волн относительно трех функций годографа, две из которых также равны между собой:

$$(\text{grad } t_1)^2 = \frac{\rho}{\lambda + 2\mu} = \frac{1}{V_p^2}, \quad (\text{grad } t_2)^2 = \frac{\rho}{\mu} = \frac{1}{V_s^2},$$

$$(\text{grad } t_3)^2 = \frac{\rho}{\mu} = \frac{1}{V_s^2}.$$

Выводы

1. Получена система уравнений эйконала в случае анизотропной неоднородной среды. При этом каких-либо приближений, например коротковолнового, не использовалось.

2. В анизотропной неоднородной среде могут распространяться только три волны в соответствии с количеством уравнений эйконала. Данный вывод совпадает с полученным ранее результатом [9] с использованием другого подхода. В однородной произвольно анизотропной

среде каждая волна будет описываться трехосным эллипсоидом, что приводит в общем случае к 9 скоростям распространения упругого поля в разных направлениях.

3. Важным геологическим результатом настоящего исследования является наиболее полное описание распространения упругого поля в лучевом приближении. Это обстоятельство важно для изучения сложнопостроенных и уникальных по своим геолого-геофизическим свойствам горных пород.

Библиографический список

1. Кравцов Ю. А., Орлов Ю. И. Геометрическая оптика неоднородных сред. М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит, 1980. 304 с.
2. Бабич В. М. Лучевой метод вычисления интенсивности волновых фронтов в случае упругой неоднородной анизотропной среды // Вопр. динамической теории распространения сейсмических волн. 1961. № 5. С. 36–46.
3. Курант Р., Гильберт Д. Методы математической физики : в 2 т. М. : Мир, 1964. Т. 2. 831 с.
4. Оболенцева И. Р., Чичина Т. И. 50 лет исследований сейсмической анизотропии в России // Геология и геофизика. 2010. Т. 51, № 10. С. 1452–1470.
5. Борн М., Вольф Э. Основы оптики : пер. с англ. М. : Наука, 1973. 720 с.
6. Уайт Дж. Э. Возбуждение и распространение сейсмических волн. М. : Недра, 1986. 261 с.
7. Никольский С. М. Курс математического анализа : в 2 т. 3-е изд. перераб. и доп. М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1983. Т. 1. 464 с.



8. Прасолов В. В. Задачи и теоремы линейной алгебры. 2-е изд. М. : Наука, 2008. 536 с.

9. Смирнов В. И. Курс высшей математики : в 5 т. 6-е изд. М. : Наука, 1981. Т. 4, ч. 2. 551 с.

Образец для цитирования:

Александров П. Н. Новый подход к выводу уравнения эйконала для неоднородных анизотропных упругих сред // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 3. С. 178–183. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-178-183.

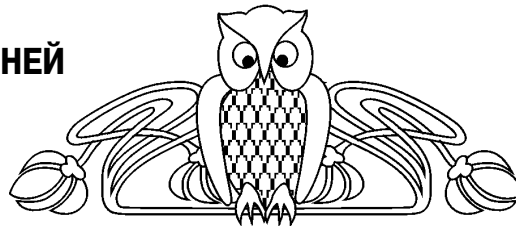
Cite this article as:

Aleksandrov P. N. A New Approach to the Derivation of Eikonal for Inhomogeneous Anisotropic Elastic Media. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2018, vol. 18, iss. 3, pp. 178–183 (in Russian). DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-178-183.



УДК [567.1/.5+551.736](4–11)

ИХТИОФАУНА В ОПОРНЫХ РАЗРЕЗАХ СРЕДНЕЙ И ВЕРХНЕЙ ПЕРМИ ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ. КОМПЛЕКСЫ И ЗОНАЛЬНАЯ ШКАЛА. СТАТЬЯ 1. БАСЕЙН СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ



А. В. Миних, М. Г. Миних

Миних Алла Васильевна, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий инженер Регионального музея Землеведения, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, a.v.minih@mail.ru

Миних Максим Георгиевич, доктор геолого-минералогических наук, руководитель отделения геологии Научно-исследовательского института естественных наук, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, minihmg@info.sgu.ru

Новый материал по ихтиофауне средней и верхней перми дополнил её состав в опорном разрезе бассейна Северной Двины. Прослежено стратиграфическое распределение таксонов рыб и внесены существенные изменения в комплексы. Предложена уточненная зональная ихтиофаунистическая схема региона.

Ключевые слова: средняя и верхняя пермь, ихтиофауна, Сухона, Северная Двина, зональная схема, комплексы, стратиграфическое значение.

Ichthyofauna from the Key Sections of the Middle and Upper Permian of Eastern Europe: Complexes and Zonal Scale. Paper 1: Basin of the Severnaya Dvina River

A. V. Minikh, M. G. Minikh

Alla V. Minikh, ORCID 0000-0003-1144-5278, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, a.v.minih@mail.ru

Maksim G. Minikh, ORCID 0000-0002-9595-0679, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, minihmg@info.sgu.ru

The paper presents new material on ichthyofauna from the key section of the Middle and Upper Permian of the Severnaya Dvina River. Stratigraphic distributions of fish taxa are traced back and significant changes to the fish complexes are proposed. A modified paleoichthyological zonal scheme of the region is proposed as a result.

Key words: Middle and Upper Permian, ichthyofauna, Sukhona River, Severnaya Dvina River, zonal scheme, complexes, stratigraphic significance.

DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-184-193

Введение

В основу работы положен материал по ископаемым рыбам средней и верхней перми, собранный преимущественно авторами за более чем сорокалетний период в составе геологических экспедиций НИИ геологии Саратовского нацио-

нального исследовательского государственного университета (ныне – Отделение геологии НИИ естественных наук СГУ) на территории Восточно-Европейской платформы от северных до южных её краев. Уточнены комплексы рыб, присущие стратиграфическим подразделениям различного ранга для средне- и верхнепермских отложений. Внесены дополнения и изменения в зональную ихтиофаунистическую схему, разработанную авторами около двадцати лет назад.

Краткая история исследования ихтиофауны Восточной Европы

Ихтиофауна из опорных разрезов средней и верхней перми Восточной Европы долгие годы не изучалась, была одной из наименее известных групп ископаемых организмов и практически не использовалась для стратиграфических корреляций разнофациальных толщ в региональном и глобальном форматах. Ископаемый материал по ихтиофауне в прежние века поступал преимущественно из рудников в полосе развития разновозрастных медистых песчаников Приуралья. Ни детальных привязок находок рыб к местности, ни точных геологических привязок в то время практически не существовало.

Первые описания ихтиофауны из пермских отложений Восточной Европы по цельносkeletalным остаткам появились в XIX веке и связаны с именами Г. И. Фишера фон Вальдгейма, И. Лисенко, Д. Планера. Однако научный уровень этих первых работ был невысок. Научное описание пермской ихтиофауны Европейской России появилось в сводке Э. Эйхвальда «Палеонтология России» на английском языке в 1860 г. и в 1861 г. – на русском [1]. Им было кратко описано несколько новых таксонов ископаемых рыб, в основном из медистых песчаников Приуралья, среди которых были представители родов *Platysomus*, *Palaeoniscum* и других форм, известных в перми Западной Европы. Спустя 30 лет А. В. Нечаевым в лаконичной форме были переописаны известные на тот период восемь видов рыб. В начале XX в. вышла небольшая работа по рыбам из пермских отложений России Б. П. Кротова [2]. В ней, помимо нового цельносkeletalного материала, впервые были описаны фрагментарные остатки (ихтиолиты) лучепёрых и эласмобранхий, а также дана первая схема вертикального распространения пермских ископаемых рыб Европейской России.



Заметный след в изучении пермской ихтиофауны в 20-е и 30-е гг. прошлого века оставили труды А. В. Хабакова [3, 4]. Ему принадлежат авторство нескольких новых таксонов и сводка по известным на то время нескольким родам и видам пермских рыб России. В последующие годы публиковались работы Л. С. Берга [5], М. Г. Солодухо [6], Н. М. Шомысова [7] и Л. С. Гликмана [8] с достаточно детальным описанием остатков некоторых лучеперых и акулловых из казанских и уржумских отложений средней перми России (с привязкой к разрезам).

Начиная с 1971 г. и в последующие годы авторами статьи детально изучались разрезы средней и верхней перми Восточной Европы, включая бассейн Северной Двины с её притоками: Сухона, Пинега, Вымь, Нижняя и Верхняя Тойма, Большая Свага, Устья [9–13]. Изучались отложения перми и в бассейне Волги, с рекой Самарой и её небольшими притоками, но очень значимыми для исследования рыб и стратиграфических построений по ним были реки Большая и Малая Кинель, Ток, Большой и Малый Уран и многие другие [14–19]. Кроме того, существенное внимание было уделено изучению ихтиофауны из средне- и верхнепермских отложений по рекам Вятка, Ока и Клязьма [20–24].

С конца 1980-х гг. к исследованию пермских лучеперых рыб Европейской России присоединились Д. Н. Есин [25–27], Д. И. Янкевич [28–31] и А. А. Савельев [32]. Д. Н. Есин и Д. И. Янкевич оставили заметный след в исследовании пермской ихтиофауны. Д. Н. Есиным были изучены некоторые разрезы перми Европейской России, собраны в них остатки ихтиофауны, детально изучены коллекции лучеперых рыб из музеев Казани, Санкт-Петербурга, Москвы и Саратова с описанием нескольких новых таксонов, выделены ихтиофаунистические комплексы, а также предложена корреляция отдельных разрезов Европейской России с западноевропейскими. Д. И. Янкевич основное внимание посвятил изучению раннепермской ихтиофауны из Печорского угольного бассейна, до этого практически неизвестной, и Западного Приуралья. По материалам из этих разрезов им были выделены и описаны новые формы лучеперых рыб и проведены по ним стратиграфические разбивки. К сожалению, все вышеназванные авторы по разным причинам вскоре оставили этот род деятельности.

Исследования цельноскелетных остатков ихтиофауны проводились параллельно с изучением мелкоразмерных частей скелета; из них предпочтением было отдано чешуйному материалу как наиболее часто встречающимся и хорошо диагностируемым остаткам рыбной фауны [33]. Методике изучения чешуйных ихтиолитов лучеперых рыб была посвящена специальная статья А. В. Миних в 2000 г.

Всего проблеме изучения фауны пермских рыб посвящено большое число работ. Сведения

по значительной части из них приводится в книге «Ихтиофауна перми Европейской России» [34]. Особо нужно отметить, что в конце прошлого века из верхней перми России были впервые обнаружены и описаны зубные пластины двоякодышащих рыб [35]; кроме того впервые выявлены кости рыб, сочетающих по морфологическому строению черты нескольких классов, вошедших в новый отряд *Discordichthyiformes* A. Minich [36–38]. В процессе исследования были ревизованы некоторые известные позднепермские лучеперые рыбы и впервые в мире выявлены новые таксоны со своеобразным строением зубов, выделенные в отряд *Eurynotoidiformes* Minich et A. Minich [15, 16, 39, 40].

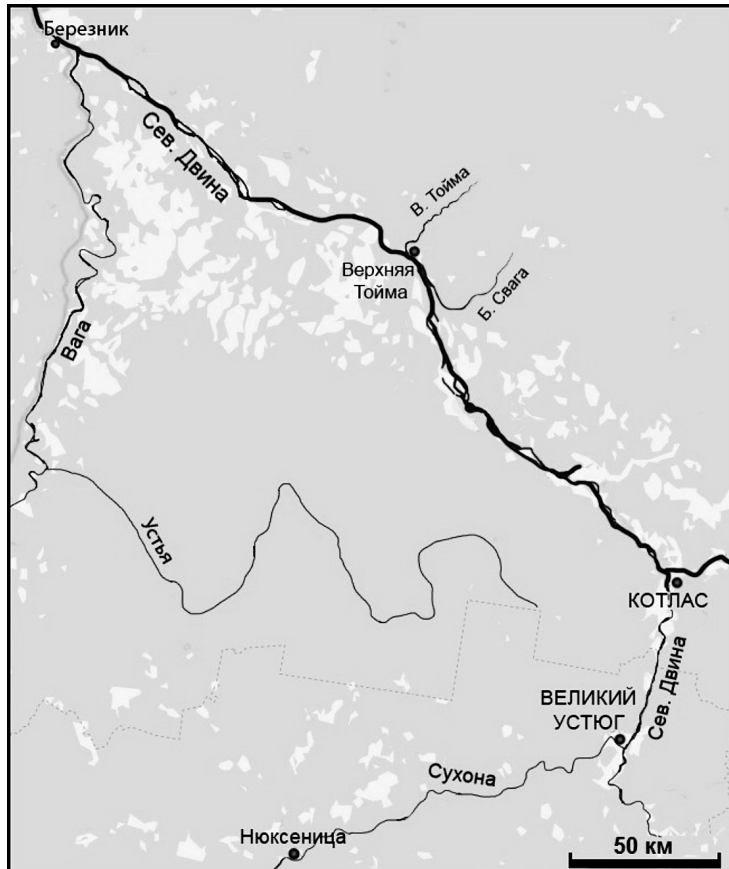
Стратиграфическому значению средне- и верхнепермской ихтиофауны посвящено более 60 работ А. В. Миних и М. Г. Миних [16, 18, 34], а также Д. Н. Есина [27] и Д. И. Янкевича [30, 31]. В 1999 г. авторами настоящей статьи была впервые опубликована зональная шкала по рыбам средней и верхней перми [41], куда также вошли данные из комплексов казанской и уфимской ихтиофауны, приводившиеся ранее Д. Н. Есиным и Д. И. Янкевичем.

История изучения средне- и верхнепермских рыб в бассейне Северной Двины

Ниже кратко рассматривается история изучения средне- и верхнепермских рыб в бассейне Северной Двины, включая такие притоки, как Сухона, Малая Северная Двина, Верхняя Тойма, Большая Свага и Устья (рисунок). При этом следует отметить, что находки рыб из среднепермских отложений в разрезах упомянутых рек были крайне незначительны, в связи с чем им уделено небольшое внимание.

Знаменитым исследователем пермских позвоночных В. П. Амалицким [42] во время экспедиции на опорные разрезы перми рек Сухоны и Малой Северной Двины было обнаружено несколько местонахождений ископаемых животных, среди которых присутствовали костные остатки ихтиофауны. Это местонахождения в районе деревень Опоки, Мутовино, Микулино и местности под названием Городок. В первых трех им были найдены разрозненные кости рыб: чешуи, зубы, ихтиодорулиты, но привязок к слоям и к урезу воды В. П. Амалицкий не указал. В местонахождении Городок, которое сейчас носит название Городок-1 [43], расположенном в бечевнике на правом берегу р. Сухоны, ниже впадения в нее р. Стрельны, в белых мергелях В. П. Амалицким был впервые найден целый скелет рыбы *Palaeoniscidae* gen. ind.

Упоминания о присутствии костей рыб в песчаных линзах пермского возраста по рекам Сухоне и Малой Северной Двине встречаются в работах 30-х и 50-х гг. прошлого века Е. М. Люткевича,



Обзорная карта-схема бассейна Северной Двины

А. Н. Мазаровича, А. И. Зоричевой [43]. Однако сведения эти из-за отсутствия описания и точных привязок к разрезу были малоинформативны.

Во время среднемасштабных геолого-съёмочных работ, широко развернутых в Восточной Европе во второй половине двадцатого века, с детальным описанием разрезов, с отбором образцов пород и фауны, появились данные о находках разноразмерных костных остатков пермских рыб, хорошо привязанных к местности и слоям. Новые местонахождения в обнажениях на р. Сухоне были открыты Н. А. Пахтусовой и А. Ф. Станковским в 1960-е гг. и представлены в геологическом отчёте за 1967 г. Это местонахождения Кочевала, Потеряха, Саларево и Большое Каликино. Однако уровень знаний по пермской ихтиофауне в то время был невысок, в результате определения рыб в отчёте были даны только с точностью до семейственной принадлежности: *Palaeoniscidae gen. ind.* и *Elonichthyidae gen. ind.*

В 1971 г. в процессе описания опорных разрезов средней и верхней перми в бассейнах Сухоны и Северной Двины авторы настоящей статьи приступили к планомерным поискам ископаемых рыб, их изучению и выявлению стратиграфического и палеогеографического значения. В то время сравнивать материал (за исключением единичных таксонов) было практически не с чем,

и наши определения были часто ошибочны [10]. В течение последующих лет в регионе нами была собрана представительная коллекция костей рыб из известных и вновь открытых местонаждений, изучены и выделены новые виды и роды рыб. Это *Strelnia certa* A. Minich, *Mutovina stella* Minich, *Sludalepis spinosa* A. Minich, *Varialepis stanislavi* A. Minich, *Plotnikovichthys gorodokensis* A. Minich, *Suchonichthys molini* A. Minich, *Isadia opokiensis* A. Minich et Andrushkevich [34, 40]. Пополнялись материалы и из сборов отечественных геологов и палеонтологов. В частности, Н. И. Строком и Т. Е. Горбаткиной в местонахождении Мутовино была найдена передняя половина тела лучеперой рыбы хорошей сохранности, которая получила название *Isadia suchonensis* A. Minich [16]. Характерно то, что этот вид явился определяющим для зональной схемы по ихтиофауне, приуроченной к средней части разреза на р. Сухоне. Фрагменты скелетов лучеперых рыб были найдены на Сухоне в нескольких местонахождениях (Микулино, Кочевала-2 и др.) В. В. Булановым и В. К. Голубевым – сотрудниками ПИН РАН; часть материала была передана ими авторам настоящей работы. Многочисленные ихтиолиты и фрагменты скелетов рыб поступили к нам для исследования от С. О. Андрушкевича в 2001 г. и студентов МГУ А. Г. Зверькова и А. Т. Разнадзе, участвующих в



2013 г. совместно с А. В. Миних в раскопках ряда местонахождений в составе экспедиции ПИН РАН [44]. Авторы благодарны всем перечисленным лицам.

Очень интересный и представительный материал, содержащий необычной формы зубы лучеперых рыб, был собран М. П. Арефьевым (ГИН РАН) в бассейне Малой Северной Двины в Вологодской области, в открытом им местонахождении Элеонора вятского возраста верхней перми. Зубы были отнесены к новому виду *Isadia arefievi* A. Minich [39]. Такие же по морфологическому строению зубы были обнаружены в 2000 г. Ю. М. Губиным (ПИН РАН) в открытом в 60-е гг. прошлого века А. Н. Пахтусовой местонахождении Раша на Бол. Северной Двине. Для нас эти образцы пока недоступны, хотя, судя по фотоизображениям, они, несомненно, принадлежат *Isadia arefievi*.

Опорный разрез средней и верхней перми на реках Сухона и Малая Северная Двина посещался нами неоднократно, вплоть до 2013 г. Открывались новые местонахождения, изучались рыбы по новым сборам, пересматривались наши прежние определения [45, 46].

В 1972 г. и 1973 г. сотрудниками НИИ геологии Саратовского университета А. В. Миних, М. Г. Миних, И. И. Молоствовской были исследованы разрезы перми и триаса по рекам Северная Двина, Большая Свага, Верхняя Тойма и др. в Архангельской обл. В низовьях р. Верхняя Тойма, впадающей справа в Северную Двину, авторами были обнаружены чешуи и покровные кости черепа, принадлежащие лучеперым рыбам. Лишь годы спустя нам удалось их определить как *Geryonichthys sp.* и *T. blumentalis* A. Minich. Возраст отложений, вмещающих этих рыб, в то время был определен как ранневятский. На р. Большая Свага были найдены чешуи *Isadia aristoviensis* A. Minich и кости тетрапод. В верхнепермских отложениях на р. Устья – правом притоке р. Вага, впадающей слева в Северную Двину, И. И. Молоствовской были также найдены чешуйные ихтиолиты и кости. По ним из обнажения в окрестностях д. Кадыевская среди остатков фауны нами была впервые определена вятская форма рыбы – *Toyemia blumentalis* A. Minich [44], а также небольшие фрагменты костей лучеперых рыб *Geryonichthys sp.* и чешуя *Isadia opokiensis* A. Minich et Andrushkevich. Анализируя состав ихтиофауны, мы пришли к выводу, что вышеназванные местонахождения имеют вятский возраст.

Обсуждение результатов

Дополнительные сборы ихтиофауны, описание новых таксонов из известных и вновь открытых многочисленных местонахождений за последние 20 лет, выполненные авторами статьи в пределах Восточной Европы, анализ распределения рыб по разрезу и выявление их

стратиграфической приуроченности, побудили нас задуматься о том, что предложенная нами в конце прошлого века зональная схема перми по ихтиофауне требует пересмотра. Параллельно с этим возникла необходимость внести дополнения и изменения в комплексы рыб, характерные для разного ранга стратиграфических подразделений средней и верхней перми этого региона. Тем более что определение возраста слоев, вмещающих характерные таксоны рыб, практически безошибочно проводилось нами для геологов-стратиграфов все эти годы.

Ихтиофауна в стратиграфии средней и верхней перми. Комплексы и зональная схема

Для бассейна Северной Двины определяющими, как нам представляется, являются рыбы из опорного разреза верхней части биармийского и татарского отделов перми, обнажающегося в береговых обрывах рек Сухоны и Малой Северной Двины.

Ранее на основе анализа распространения и развития уфимской, биармийской и татарской ихтиофауны были установлены стратиграфические ихтиокомплексы, позволившие обосновать детальное расчленение вмещающих толщ в страторегione. Было выделено три самостоятельных суперихтиокомплекса, частично перекрывающихся во времени [34, 42].

Первый суперкомплекс отвечал этапу развития высокотелых лучеперых семейства *Platysomidae* Young, 1866 и охватывал интервал от среднего карбона до середины северодвинского яруса. В его составе нами выделялись три стратиграфически самостоятельных ихтиокомплекса: уфимский, казанский и уржумский. Так как уфимские и казанские отложения в бассейне Северной Двины в статье не рассматриваются, считаем возможным перейти к характеристике уржумского ихтиокомплекса. Для Восточно-Европейской платформы он был охарактеризован сочетанием двух типовых таксонов – *Platysomus biarmicus* Eichwald и *Kargalichthys efremovi* Minich. На р. Сухоне вторая форма ещё не обнаружена, и мы оставляем за собой право дать название суперкомплексу по семейственной принадлежности первого таксона – **платисомидный**.

Второй суперкомплекс – **тойемиевый** – получил широкое развитие в татарском отделе на востоке Европейской России и ранее [34, 41] по составу ихтиофауны делился на два ихтиокомплекса: северодвинский и вятский. Северодвинский комплекс подразделялся на две разновозрастные ихтиофаунистические группировки – нижнюю и верхнюю. Из них нижняя группировка характеризовалась сочетанием новых форм с некоторыми видами рыб, переходящими из уржумского яруса. Верхняя северодвинская группировка была охарактеризована индекс-видом *Toyemia tverdochlebovi* Minich.



Новые данные по ихтиофауне и её распределению в опорном разрезе р. Сухоны в значительной степени изменили ситуацию.

В этой связи считаем необходимым остановиться на одной существенной детали, важной как для определения рыб, так и для стратиграфических построений с использованием ихтиофауны. По материалам 2001 г. (в сборе которых принимали активное участие юные геологи С. О. Андрушкевич и А. А. Савельев), выяснилось, что наше ранее [43] определение некоторых чешуйных ихтиолитов из верхнетозьменской и дмитриевской пачек сухонской свиты как *Toyemia sp.* и *T. tverdochlebovi* неверно. Сближаемые с ними по некоторым морфологическим признакам ихтиолиты были впервые описаны лишь в 2009 г. [47] под названием *Uranichthys pretoriensis* A. Minich по находкам чешуй в 80-е гг. прошлого столетия в местонахождении Кичкасс Оренбургской области. Позднеуржумский возраст этого местонахождения был установлен И. И. Молостовской ранее по остракодам. Здесь уранихтисы были выявлены в совместном залегании с многочисленными цельноскелетными остатками акулловых и лучеперых рыб, о которых речь пойдет в следующей статье. Спустя несколько лет присутствие рода *Uranichthys* было установлено во многих местонахождениях Европейской России позднеуржумского и реже самых низов северодвинского возраста (Яшкино-1, Безводовка, Плешаново, Монастырский овраг, Сундырь-1 и др.). На р. Сухоне в результате наших дополнительных сборов 2001 г. в верхнетозьменских и дмитриевских слоях сухонской свиты (Дмитриево, Верхняя Тозьма и др.) были также обнаружены или переопределены собранные ранее чешуйные ихтиолиты, которые мы отнесли к роду *Uranichthys*. Анализируя распределение рыб по разрезу средней и верхней перми, мы пришли к выводу, что род *Toyemia* не характерен ни для сухонской свиты уржумского яруса, ни для её аналогов в сопредельных районах Восточной Европы. Тойемии, как мы убедились, повсеместно появляются стратиграфически выше.

Таким образом, опираясь на последние данные по ихтиофауне и возвращаясь к поименованным выше суперкомплексам, мы остановимся на их детальной характеристике. В бассейне Сухоны **платисомидный** суперкомплекс охарактеризован индекс-родом *Platysomus* и присущ для отложенной нижеустьинской свиты уржумского яруса, а также всей сухонской свиты и низам пачки «а» полдарской свиты северодвинского яруса. Полдарская свита по принятой авторами стратиграфической схеме в монографии [43] подразделяется по литолого-фаціальным особенностям на три пачки: «а», «б» и «с» (табл. 1). По составу ихтиофауны платисомидный суперкомплекс делится на два комплекса. Нижний из них охарактеризован индекс-видом *Platysomus biarmicus*, верхний – впервые появляющимся в разрезе индекс-видом *Uranichthys pretoriensis* (при наличии в составе

комплекса первой формы). Состав комплексов представлен в табл. 2.

Второй суперкомплекс – **тойемиевый** – охарактеризован индекс-родом *Toyemia* и по составу ихтиофауны чётко делится на два – верхнесеверодвинский и вятский. Нижний из них – верхнесеверодвинский – охарактеризован двумя индекс-видами: *Toyemia tverdochlebovi* и *Isadia suchonensis*; верхний комплекс – вятский – также характеризуется двумя видами: *Toyemia blumentalis* и *Isadia aristoviensis*.

Третий суперкомплекс, о котором шла речь выше, – это **гнаторизовый**. В бассейне Северной Двины он пока не выделяется из-за отсутствия в верхах разреза перми соответствующей фауны рыб.

Изложенный выше фактологический материал по пермским рыбам бассейна Северной Двины позволяет предложить провинциальную зональную биостратиграфическую схему для верхней части уржумского яруса биармийского отдела и северодвинского и вятского ярусов татарского отдела перми (см. табл. 2).

В этом регионе мы выделяем две биостратиграфические надзоны. Нижняя из них – надзона *Platysomus – Uranichthys* – охватывает нижеустьинскую свиту уржумского яруса биармийского отдела средней перми, а также сухонскую свиту и самые низы полдарской свиты северодвинского яруса. Верхняя надзона – *Toyemia – Isadia* – объединяет практически всю полдарскую свиту северодвинского яруса и весь вятский ярус в конкретном регионе.

Каждая из надзон подразделяется на две зоны. Надзона *Platysomus – Uranichthys* подразделена на нижнюю зону – *Platysomus biarmicus* и верхнюю – *Uranichthys pretoriensis*. Зона *Platysomus biarmicus* характерна для нижеустьинской свиты. В ее составе из лучеперых рыб присутствуют: *Platysomus biarmicus* Eichwald, *Lapkosubia uranensis* A. Minich, *Kichkassia furkae* Minich и *Uranichthys pretoriensis* A. Minich; последний вид появляется в верхней части свиты. Типовой разрез расположен по обоим берегам Сухоны в окрестностях д. Дмитриево.

Зона *Uranichthys pretoriensis* характерна для всей сухонской свиты и частично охватывает самые низы полдарской свиты. В ее составе из лучеперых рыб присутствуют: *Uranichthys pretoriensis* A. Minich, *Platysomus biarmicus* Eichwald, *Lapkosubia uranensis* A. Minich, *Kichkassia furkae* Minich, *Strelnia sp.*, *Varialepis sp.*, *Geryonichthys sp.*, *Discordichthyidae g. ind.*, из акулловых рыб – *Xenosynechodus sp.* Типовые разрезы расположены на правом берегу р. Сухоны в окрестностях деревень Дмитриево, Наволоки и Верхняя Тозьма.

Надзона *Toyemia – Isadia* подразделена на две зоны: нижнюю – *Toyemia tverdochlebovi – Isadia suchonensis* и верхнюю – *Toyemia blumentalis – Isadia aristoviensis*. Зона *Toyemia tverdochlebovi – Isadia suchonensis* характеризует большую часть полдарской свиты от нижней трети пачки «а» до нижней трети пачки «с». В её составе присутствуют совместно с типовыми видами *Toyemia*



Таблица 1

Стратиграфическое распределение рыб в бассейне рек Сухоны и Северной Двины

СИСТЕМА	КАЯ				ПАЦСА	СИСТА
	ОТДЕЛ					
ОТДЕЛ	ВЯТСКИЙ				КОМАРИЦКАЯ	ПАНЦА
	ЯРУС					
ПОДЪЯРУС	ВЕРХНИЙ		НИЖНИЙ		КОМАРИЦКАЯ	ПАНЦА
	САЛАРЬВСКАЯ		КОМАРИЦКАЯ			
СВИТА	ПОЛДАРССКАЯ		САЛАРЬВСКАЯ		КОМАРИЦКАЯ	ПАНЦА
	«а»	«б»	«с»	КОМАРИЦКАЯ		
1	Верхнеотомская	5	Гюкеевская			<i>Larkosubia uranensis</i>
2						<i>Kichkassia furcae</i>
3						<i>Uranichthys pretoriensis</i>
4						<i>Platysomus biarmicus</i>
						<i>Xenosynechodus sp.</i>
						<i>Varialepis sp.</i>
						<i>Varialepis stanslavii</i>
						<i>Geryonichthys sp.</i>
						<i>Geryonichthys longus</i>
						<i>Strelia certa</i>
						<i>Matovina stella</i>
						<i>Matovina sennikovi</i>
						<i>Toyemia tverdochebovi</i>
						<i>Toyemia blumentalis</i>
						<i>Isadia suchonensis</i>
						<i>Isadia opokiensis</i>
						<i>Isadia aristoviensis</i>
						<i>Isadia arefjevi</i>

Условные обозначения: 1 – биармийский; 2 – уржумский; 3 – верхний; 4 – нижеустыинская; 5 – дмитриевская.



Таблица 2

Зональная схема средней и верхней перми бассейна Северной Двины по ихтиофауне

ОТДЕЛ	ЯРУС	Зональные подразделения ихтиофауны				Супер-комплекс	Надзона	Зона	Подзона	Состав ихтиофауны
		ПОДЪЯРУС	СВИТА	ПАЧКА						
Т А Т А Р С К И Й	С Е В Е Р О Д В И Н С К И Й	В Я Т С К И Й	Верхний	ПОЛДАРСКАЯ	«в»	ТОЙЕМИЕВЫЙ	<i>Toyemia</i> — <i>Isadia</i>	<i>Toyemia blumentalis</i> — <i>Isadia aristoviensis</i>	6	<i>Mutovinia sennikovi</i> , <i>Isadia arefievi</i> , <i>I. aristoviensis</i> , <i>Toyemia blumentalis</i>
			Нижний	САЛАРЁВСКАЯ	«с»					
	2	Верхний	ПОЛДАРСКАЯ	«в»	«с»	ТОЙЕМИЕВЫЙ	<i>Toyemia</i> — <i>Isadia</i>	<i>Toyemia tverdochlebovi</i> — <i>Isadia suchonensis</i>	6	<i>Toyemia tverdochlebovi</i> , <i>Isadia suchonensis</i> , <i>Mutovinia stella</i> , <i>Geryonichthys longus</i> , <i>G. sp.</i> , <i>Varialepis stanislavi</i> , <i>Strelnia certa</i> , <i>Sludalepis spinosa</i> , <i>Isadia opokiensis</i> , <i>Plotnikovichthys gorodokensis</i> , <i>Uranichthys sp.</i>
				«с»	«в»					
	3	Верхний	ПОЛДАРСКАЯ	«в»	«с»	ТОЙЕМИЕВЫЙ	<i>Toyemia</i> — <i>Isadia</i>	<i>Toyemia tverdochlebovi</i> — <i>Isadia suchonensis</i>	6	<i>Toyemia tverdochlebovi</i> , <i>Isadia suchonensis</i> , <i>Mutovinia stella</i> , <i>Geryonichthys longus</i> , <i>G. sp.</i> , <i>Varialepis stanislavi</i> , <i>Strelnia certa</i> , <i>Sludalepis spinosa</i> , <i>Isadia opokiensis</i> , <i>Plotnikovichthys gorodokensis</i> , <i>Uranichthys sp.</i>
				«с»	«в»					
	4	Верхний	ПОЛДАРСКАЯ	«в»	«с»	ТОЙЕМИЕВЫЙ	<i>Toyemia</i> — <i>Isadia</i>	<i>Toyemia tverdochlebovi</i> — <i>Isadia suchonensis</i>	6	<i>Toyemia tverdochlebovi</i> , <i>Isadia suchonensis</i> , <i>Mutovinia stella</i> , <i>Geryonichthys longus</i> , <i>G. sp.</i> , <i>Varialepis stanislavi</i> , <i>Strelnia certa</i> , <i>Sludalepis spinosa</i> , <i>Isadia opokiensis</i> , <i>Plotnikovichthys gorodokensis</i> , <i>Uranichthys sp.</i>
				«с»	«в»					
	1	Нижний	СУХОНОСКАЯ	Верхнегоголь-менская	5	ПЛАТИСОМИДНЫЙ	<i>Platysomus</i> — <i>Uranichthys</i>	<i>Uranichthys pretoriensis</i>	6	<i>Uranichthys pretoriensis</i> , <i>Platysomus biarmicus</i> , <i>Lapkosubia uranensis</i> , <i>Kichkassia furcae</i> , <i>Varialepis sp.</i> , <i>Geryonichthys sp.</i> , <i>Discordichthyidae g. ind.</i> <i>? Strelnia sp.</i> , <i>Xenosynechodus sp.</i>
				Нижнегоголь-менская	5					
2	Нижний	СУХОНОСКАЯ	«в»	«с»	ПЛАТИСОМИДНЫЙ	<i>Platysomus</i> — <i>Uranichthys</i>	<i>Platysomus biarmicus</i>	6	<i>Pl. biarmicus</i> , <i>Lapkosubia uranensis</i> , <i>Kichkassia furcae</i> , <i>вверху - Uranichthys pretoriensis</i>	

Условные обозначения: 1 – биармийский; 2 – уржумский; 3 – верхний; 4 – нижнеустыинская; 5 – дмитриевская; 6 – *Toyemia blumentalis* – *Mutovinia sennikovi*.



tverdochlebovi Minich и *Isadia suchonensis* A. Minich такие виды, как *Mutovinina stella* Minich, *Strelnia certa* A. Minich, *Geryonichthys longus* A. Minich, *Varialepis stanislavi* A. Minich, *Sludalepis spinosa* A. Minich, *Isadia opokiensis* A. Minich et Andrushkevich и *Plotnikovichthys gorodokensis* A. Minich. В самых низах разреза продолжают встречаться *Platysomus biarmicus* Eichwald, *Xenosynechodus sp.* и *Uranichthys sp.* Нижняя граница зоны проходит в низах пачки «а» полдарской свиты на р. Сухоне (разрезы в окрестностях пос. Полдарса, в устье р. Стрельна, а также по обоим берегам р. Сухоны напротив деревень Микулино и Нижние Исады).

Зона *Toyemia blumentalis* – *Isadia aristoviensis* охватывает вятский ярус татарского отдела перми. Совместно с типовыми видами в составе зоны присутствуют *Mutovinina stella* Minich, *Mutovinina sennikovi* A. Minich, *Isadia arefievi* A. Minich, *Isadia opokiensis* A. Minich et Andrushkevich, *Strelnia sp.*, *Geryonichthys sp.* Из них *Mutovinina stella* Minich и *Isadia opokiensis* A. Minich et Andrushkevich характерны для черевковской пачки саларёвской свиты нижневятского подъяруса. Виды *Mutovinina sennikovi* и *Isadia arefievi* типичны для терминальной перми, а именно для верхов комарицкой пачки саларёвской свиты вятского яруса, присутствуют в местонахождениях Элеонора на Малой Сев. Двине и Раша – в нижнем течении Большой Сев. Двины и могут характеризовать подзону, получившую ранее название *Toyemia blumentalis* – *Gnathorhiza otschevi* – *Mutovinina sennikovi* [48]. Нижняя граница зоны *Toyemia blumentalis* – *Isadia aristoviensis* установлена в разрезах в окрестностях деревень Федосово и Саларёво на р. Сухоне, в основании черевковской пачки.

Выводы

Таким образом, в процессе дополнительных исследований ихтиофаунистических сообществ в средне- и верхнепермских отложениях бассейна Северной Двины за последнее десятилетие, выделения и описания новых таксонов рыб, было уточнено стратиграфическое распределение ихтиофауны в опорном разрезе. В результате внесенных изменений составлена новая зональная схема по ихтиофауне региона. В ближайшее время планируется опубликовать новую зональную шкалу по ихтиофауне перми Восточной Европы, в которой одним из основных составляющих будет материал по опорным разрезам бассейна р. Волги.

Иллюстрации к тексту выполнены сотрудником Регионального музея Землеведения СГУ С. О. Андрушкевичем, которому авторы благодарны.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 17-04-01937).

Продолжение следует.

Библиографический список

1. Эйхвальд Э. Палеонтология России. Древний период : в 2 ч. Ч. II. Фауна граувакковой, горноизвестковой и медистосланцевой формации России. СПб., 1861. 521 с.
2. Кротов Б. П. Рыбы пермских отложений России // Тр. / О-во Естествоиспыт. при Императ. Казанском ун-те. 1903 (1904). Т. XVIII, вып. 3. С. 1–40.
3. Хабаков А. В. О присутствии рода *Atherstonia* A. Smith Woodward. в верхнепермских отложениях Европейской России // Изв. геол. ком. 1928. Т. 46, № 10. С. 1281–1292.
4. Хабаков А. В. Класс Pisces. Рыбы // Атлас руководящих форм ископаемых фаун СССР : в 14 т. Т. VI. Пермская система. Л. ; М. : ГОНТИ СССР, 1939. С. 206–216.
5. Берг Л. С. Два новых рода из *Palaoniscidae*, *Eurynotoides* и *Amblyptergina* из верхнепермских отложений Каргалы // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1940. № 3. С. 414–419.
6. Солодухо М. Г. Находки представителей сем. *Platysomidae* в верхнеказанских отложениях окрестностях д. Печищи (Тат. АССР) // Учен. зап. / Казан. ун-т. 1951. Т. 3, кн. 1. С. 157–159.
7. Шомысов Н. М. Остатки ископаемых ганоидных рыб в верхнепермских отложениях бассейна Верхней Печоры // Учен. зап. / Горьк. гос. ун-т. 1954. Вып. 25. С. 275–280.
8. Гликман Л. С. О новом семействе отряда *Xenacanthida*, переходном от ксенакантов к современным ортодонтам // Эволюция меловых и кайнозойских ламноидных акул. М. : Наука, 1980. С. 37–41.
9. Молоствовский Э. А., Молостовская И. И., Миних А. В., Кулёва Г. В., Твердохлебова Г. И. Результаты биостратиграфических и палеомагнитных исследований разреза татарского яруса р. Сухоны // Тез. докл. расширенного пленума постоянной комиссии МСК по пермской системе. Казань : Изд-во КазГУ, 1973. С. 68–70.
10. Миних А. В., Миних М. Г. Рыбы // Опорный разрез татарского яруса реки Сухоны / под ред. В. Г. Очева. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1981. С. 56–64.
11. Миних А. В. Новые лучепёрые рыбы из татарского яруса бассейна р. Сухоны и Южного Приуралья / Саратов. гос. ун-т. Саратов, 1995. 18 с. Деп. в ВИНТИ 10.05.1995. № 1306-B95.
12. Миних А. В. Описание новых таксонов // Татарские отложения реки Сухоны / под общ. ред. Э. А. Молоствовского и А. В. Миних. Саратов : Науч. кн., 2001. С. 160–163.
13. Миних А. В. Новые акуловые из уфимского и казанского ярусов перми северных районов Европейской России // Вопросы палеонтологии и стратиграфии верхнего палеозоя и мезозоя (памяти Г. Г. Пославской) / под ред. А. В. Иванова. Саратов : Науч. кн., 2004. С. 128–132.
14. Миних А. В. Новый род палеонисков из поздней перми Южного Приуралья / Саратов. гос. ун-т. Саратов, 1986. 13 с. Деп. в ВИНТИ 18.04.1986, № 2837-B.
15. Миних А. В., Миних М. Г. Новый отряд лучепёрых из верхней перми Русской платформы / Саратов. гос. ун-т. Саратов, 1986. 23 с. Деп. в ВИНТИ 18.04.1986, № 2839-B86.
16. Миних М. Г., Миних А. В. Ревизия некоторых палеонисков и новые рыбы из верхней перми Восточно-Европейской платформы и возможности использования их в стратиграфии // Вопросы геологии Южного Урала и Ниж-



- него Поволжья : сб. науч. тр. / под ред. О. И. Алёшечкина. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1990. С. 84–104.
17. Миних А. В., Миних М. Г. Рыбы // Стратотипы и опорные разрезы верхней перми Поволжья и Прикамья / под ред. Н. К. Есауловой и В. Р. Лозовского. Казань : Экоцентр, 1996. С. 258–269.
18. Миних М. Г., Миних А. В. Корреляция казанских и татарских отложений в бассейнах Северной Двины, Средней Волги и Урала по ихтиофауне // Учен. зап. / Геол. фак. Саратов. гос. ун-та. Нов. сер. 1997. Вып. 1. С. 60–66.
19. Tverdokhlebov V. P., Tverdokhlebova G. I., Minikh A. V., Surkov M. V., Benton M. I. Upper Permian vertebrates and their sedimentological context in the South Urals, Russia // Earth Science Reviews. 2005. Vol. 69. P. 27–77.
20. Миних А. В., Миних М. Г. Рыбы // Стратотипический разрез татарского яруса на реке Вятке / отв. ред. А. В. Гоманьков. М. : ГЕОС, 2001. С. 110–116. (Тр. ГИН РАН; вып. 532).
21. Newell A. J., Sennikov A. G., Benton M. J., Molostovskaya I. I., Golubev V. K., Minikh A. V., Minikh M. G. Disruption of playa-lacustrine depositional systems at the Permo-Triassic boundary : evidence from Vyazniki and Gorokhovets on the Russian Platform. // J. Geological Society. 2010. Vol. 167. P. 695–716.
22. Миних А. В., Голубев В. К., Кухтинов Д. А., Балабанов Ю. П., Миних М. Г., Сенников А. Г., Муравьев Ф. А., Воронкова Е. А. К характеристике опорного разреза пограничных отложений перми и триаса в овраге Жуков (Владимирская обл., бассейн р. Клязьма) // Пермская система : стратиграфия, палеонтология, палеогеография, геодинамика и минеральные ресурсы : материалы конф., посвящ. 170-летию со дня открытия пермской системы (Пермь, 5–9 сент. 2011 г.). Пермь : Перм. гос. ун-т, 2011. С. 133–138.
23. Голубев В. К., Сенников А. Г., Миних А. В., Карасев Е. В. Палеонтологическая характеристика пермотриасовых отложений в Нижнем Новгороде // Палеострат – 2012. Годичное собрание (науч. конф.) секции палеонтологии МОИП и Моск. отд-ния Палеонтол. о-ва при РАН. М., 2012. С. 22–25.
24. Голубев В. К., Миних А. В., Балабанов Ю. П., Кухтинов Д. А., Сенников А. Г., Миних М. Г. Опорный разрез перми и триаса в Жуковом овраге у г. Гороховец, Владимирская обл. // Бюл. РМСК. 2012. Вып. 5. С. 49–82.
25. Есин Д. Н. Некоторые верхнепермские палеонисциды из коллекции геолого-минералогического музея Казанского университета // Бюл. МОИП, отд-ние геол. 1995. Т. 70, вып. 1. С. 69–90.
26. Есин Д. Н. Раннеказанские палеонисциды Севера европейской части России и Прикамья // Палеонтол. журн. 1995-б. № 2. С. 119–132.
27. Есин Д. Н., Машин В. Л. Ихтиолиты // Стратотипы и опорные разрезы верхней перми Поволжья и Прикамья. Казань : Экоцентр, 1996. С. 270–291.
28. Янкевич Д. И. Новый род палеонисков из уфимских отложений Верхнего Прикамья / Саратов. гос. ун-т. Саратов, 1995. 10 с. Деп. в ВИНТИ 10.05.95. № 1305-В.
29. Янкевич Д. И. Новые рыбы из уфимских отложений Пермского Прикамья / Саратов. гос. ун-т. Саратов, 1996. 13 с. Деп. в ВИНТИ 10.07.96. № 2279-В96.
30. Янкевич Д. И. Новые лучеперые рыбы из артинских и уфимских отложений перми Западного Приуралья и их стратиграфическое значение // Материалы по стратиграфии и палеонтологии Урала : сб. науч. тр. Екатеринбург : ИГТ УрО РАН, 2001. Вып. 6. С. 100–105.
31. Янкевич Д. И., Миних М. Г. Ихтиофауна // Биота Восточной Европейской России на рубеже ранней и поздней перми : материалы к Междунар. симп. «Верхнепермские стратотипы Поволжья» / под ред. Т. А. Грунт, Н. К. Есауловой и Г. П. Канева. М. : ГЕОС, 1998. С. 256–266.
32. Савельев А. А. Об экологических адаптациях некоторых палеонискоидных рыб из верхней перми Европейской России и обстановках их жизнеобитания // Геологи XXI века : материалы Всеросс. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых специалистов. Саратов : Изд-во СО ЕАГО, 2002. С. 153–156.
33. Миних А. В., Янкевич Д. И. Позднепермские чешуйные ихтиолиты // Вопросы стратиграфии палеозоя и кайнозоя. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1993. Вып. 7. С. 40–49.
34. Миних А. В., Миних М. Г. Ихтиофауна перми Европейской России. Саратов : ИЦ «Наука», 2009. 244 с.
35. Миних М. Г. Первая находка зубной пластинки двоякодышащей рыбы в верхней перми СССР // Палеонтол. журн. 1989. № 1. С. 121–123.
36. Миних А. В. Новые представители лучеперых рыб (отряд Discordichthyida, ord. nov.) из верхней перми Восточно-Европейской платформы // Вопросы палеонтологии и стратиграфии. Нов. сер. 1998. Вып. 1. С. 47–58.
37. Миних А. В. Позднепермские дискордихтиформные рыбы (Osteichthyes) европейской части России // Палеонтол. журн. 2006. № 5. С. 90–98.
38. Миних А. В. Mamulichthys ignotus – новая лучеперая рыба из перми юго-востока Восточно-Европейской платформы // Палеонтол. журн. 2014. № 2. С. 99–104.
39. Миних А. В., Арефьев М. П., Голубев В. К. Новый вид рыбы рода Isadia (Actinopterygii, Eurynotooidiformes) из нового местонахождения на р. Малая Северная Двина (терминальная пермь, Вологодская область) // Палеонтол. журн. 2015. № 6. С. 54–63.
40. Миних А. В., Андрушкевич С. О. Новый вид лучеперой рыбы из верхней перми Московской синеклизы // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2017. Т. 17, вып. 2. С. 100–104.
41. Миних М. Г., Миних А. В. Стратиграфическое значение позднепермской ихтиофауны Восточно-Европейской стратотипической области. Ихтиокомплексы и зональная шкала // Верхнепермские стратотипы Поволжья : докл. Междунар. симп. М. : ГЕОС, 1999. С. 265–268.
42. Амалицкий В. П. Геологическая экскурсия на север России. О новых палеонтологических находках в пермских мергелисто-песчаных породах Сухоны и Малой Сев. Двины // Тр. / Императ. СПб общества естествоиспытателей. Протоколы заседаний. 1897. Т. 28, вып. 1. С. 77–82.
43. Татарские отложения реки Сухоны / под общ. ред. Э. А. Молостовского, А. В. Миних. Саратов : Науч. кн., 2001. 204 с.
44. Миних М. Г., Миних А. В. Обоснование границы северодвинского и вятского ярусов в опорном разрезе р. Сухоны по ихтиофауне // Проблемы палеоэкологии и исторической геоэкологии : сб. тр. Второй Всерос. науч.



конф., посвященной памяти Виталия Георгиевича Очева / под ред. А. В. Иванова. Саратов : Сарат. гос. техн. университет им. Ю. А. Гагарина, 2014. С. 58–64.

45. Arefiev M. P., Golubev V. K., Balabanov Yu. P., Karasev E. V., Minikh A. V., Minikh M. G., Molostovskaya I. I., Yaroshenko O. P., Zhokina-Naumcheva M. A. Type and reference sections of the Permian-Triassic continental sequences of the East European Platform : main isotope, magnetic and biotic events // XVIII International Congress on the Carboniferous and Permian Sukhona and Dvina Rivers field trip / eds. A. S. Alekseev, S. V. Nikolaeva. M., 2015. 104 p.

46. Арефьев М. П., Голубев В. К., Кулешов В. Н., Кухтин Д. А., Миних А. В., Покровский Б. Г., Силантьев В. В., Уразаева М. Н., Шкурский Б. Б., Ярошенко О. П., Григорьева А. В., Наумчева М. А. Комплексная палеонтологическая, седиментологическая и геохимическая характеристика

терминальных (вязниковских) отложений пермской системы северо-восточного борта Московской синеклизы. Статья 1. Бассейн реки Малая Северная Двина // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд-ние геол. 2016. Т. 91, вып. 1. С. 24–59.

47. Миних А. В. Новые лучеперые рыбы (Actinopterygii) из верхнепермских отложений Восточной Европы // Исследования по палеонтологии и биостратиграфии древних континентальных отложений (Памяти профессора В. Г. Очева) : сб. науч. ст. / под ред. М. А. Шишкина и В. П. Твердохлебова. Саратов : Науч. кн., 2009. С. 130–140.

48. Миних М. Г., Миних А. В. Ихтиофауна в стратиграфии перми и триаса Европейской России // Общая стратиграфическая шкала России : состояние и перспективы обустройства : всерос. конф. / отв. ред. М. А. Федонкин. М. : ГИН РАН, 2013. С. 228–231.

Образец для цитирования:

Миних А. В., Миних М. Г. Ихтиофауна в опорных разрезах средней и верхней перми Восточной Европы. Комплексы и зональная шкала. Статья 1. Бассейн Северной Двины // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 3. С. 184–193. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-184-193.

Cite this article as:

Minikh A. V., Minikh M. G. Ichthyofauna from the Key Sections of the Middle and Upper Permian of Eastern Europe: Complexes and Zonal Scale. Paper 1: Basin of the Severnaya Dvina River. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2018, vol. 18, iss. 3, pp. 184–193 (in Russian). DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-184-193.



УДК 553.983:622.337.2(470.44)+553.3.072

БЛАГОРОДНЫЕ, РАССЕЯННЫЕ И ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ В ГОРЮЧИХ СЛАНЦАХ ВОЛЖСКОГО СЛАНЦЕВОГО БАСЕЙНА

А. Г. Самойлов, Н. Ю. Зозырев, Д. А. Шелепов

Самойлов Александр Геннадьевич, доктор геолого-минералогических наук, академик РАН, директор ООО «ПАЛЛАДИЙ», Саратов, alexandrgs@yandex.ru

Зозырев Николай Юрьевич, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры исторической геологии и палеонтологии, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, zozyrev@mail.ru

Шелепов Дмитрий Александрович, старший преподаватель кафедры петрологии и прикладной геологии, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, shelepov-dmitriy@mail.ru

Волжский сланцевый бассейн расположен в юго-восточной части Восточно-Европейской платформы в пределах Волго-Уральской антеклизы и прибортовой зоны Прикаспийской впадины. Сланценосными в бассейне являются отложения волжского яруса верхней юры. Геологические запасы Волжского сланцевого бассейна составляют более 40 млрд т. Проведенные исследования горючего сланца выявили наличие в нем промышленное содержание рассеянных и благородных металлов, рения и металлов платиновой группы: палладия, родия, иридия, рутения.

Ключевые слова: Волжский сланцевый бассейн, горючие сланцы, рений, минералы платиновой группы (МПГ).

Noble, Scattered and Colored Metals in the Combustible Schists of the Volzhsky Shale Basin

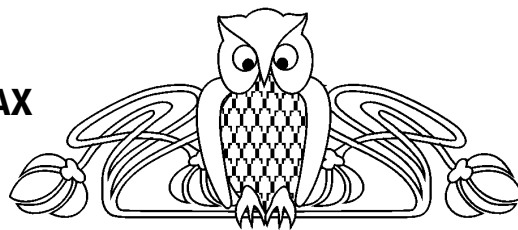
A. G. Samoylov, N. Yu. Zozyrev, D. A. Shelepov

Alexander G. Samoylov, ORCID 0000-0002-1227-2332, PALLADIUM LLC, 144/148, Michurin Str., Saratov, 410002, Russia, alexandrgs@yandex.ru

Nikolay Yu. Zozyrev, ORCID 0000-0002-0392-4589, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, zozyrev@mail.ru

Dmitry A. Shelepov, ORCID 0000-0003-3238-8532, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, shelepov-dmitriy@mail.ru

The Volga shale basin is located in the southeastern part of the East European Platform within the Volga-Urals anticline and the instrumental zone of the Caspian depression. The sediments of the Volga tier of the Upper Jurassic are sedimentary in the basin. The geological reserves of the Volga shale basin are more than 40 billion tons. Investigations of oil shale revealed the presence in it of significant contents of dispersed and noble metals, rhenium and platinum group metals: palladium, rhodium, iridium, ruthenium.



Key words: Volga shale basin, combustible schists, rhenium minerals of the platinum group (PGM).

DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-194-197

Углистые сланцы в своем составе содержат сульфиды железа, меди, цинка, молибдена, никеля, кобальта, окислы урана и ванадия, полиминеральные формы платиноидов, рассеянный рений, иногда достигающие промышленных значений. При низкой концентрации основной массы перечисленных металлов некоторые из них, достигая промышленных содержаний с учетом огромных металлонесущих масс, образуют промышленно значимые месторождения. Так, например, запасы урана в толще девонских сланцев формации Чаттануга в США оцениваются в 5 млн т при содержании металла всего лишь 0,066%. Примером месторождений меди, свинца, цинка, серебра и платиноидов в углистых сланцах могут служить Мансфельд в Германии, Предсудетское в Польше. Примером месторождений ванадия являются металлонесные углеводородисто-кремнисто-глинистые сланцы Казахстана и Узбекистана (V – 0,1; Ni – 0,13; Zn – 0,12%), которые, кроме основного металла, несут повышенное содержание бария, стронция, хрома, молибдена, рения, свинца. Известны селен-серебро-ванадиевые сланцы Душанто и черные сланцы, несущие молибден-никелевую минерализацию с платиноидами, в Китае.

В пределах центральной части Волжского сланцевого бассейна (Приволжский ФО: Самарская, Саратовская, Ульяновская, Оренбургская области) в отложениях волжского (титонского) яруса выявлено и разведано значительное количество месторождений фосфоритов и горючих сланцев с многомиллиардными ресурсами последних. Некоторые месторождения многие годы разрабатывались для получения печного, котельного топлива и сырья для химической промышленности. На сегодняшний день добыча сланца в мизерных количествах порядка тысячи тонн в год происходит только в районе пос. Кашпир для получения уникального продукта ихтиола медицинского и сопутствующих смол, фенолов, бензола и органических кислот.

Горючие сланцы Волжского сланцевого бассейна являются уникальными и не имеют аналогов среди себе подобных за счет высокого (до 15–20%) содержания, в частности, сульфидной серы. На сегодняшний день основным ценным



компонентом, определяющим товарную ценность сланцев, является органическая составляющая как сырье для химического производства при подчиненном значении минеральной составляющей для строительной и дорожной промышленности. При переработке горючих сланцев первичными продуктами являются сланцевая нефть, сланцевый газ, сланцевый цемент. Более глубокая переработка позволяет получить сланцевый кокс и до 70 различных продуктов, включая медицинские и ветеринарные препараты. Металлоносность сланцев практически не изучена, за исключением проверки сланцев на содержание цветных металлов с целью выявления вредных примесей в них. Вместе с тем в разрезе сланцев наряду с рассеянной вкрапленностью сульфидов присутствуют пропластки пород со значительной концентрацией сульфидов железа, меди и цинка.

Нами в случайно отобранных образцах Кашпирского, Орловского, Перелюбского и Коцебинского месторождений (рисунок) установлены промышленно значимые содержания рассеянных, цветных и драгоценных металлов.

Установлено, что аномально высокие содержания редчайшего в земной коре металла – рения в горючих сланцах Волжского бассейна изменяются от 0,013 до 0,081 г/т при минимально-промышленных его концентрациях в рудах молибденовых месторождений как сопутствующего компонента равного 0,02 г/т. Выявленные содержания рения в

сланцах превышают минимально-промышленное в молибденовых месторождениях в 4 раза [1, 2]. Важно отметить, что в шлаках – продуктах переработки углистых сланцев – содержание рения резко превышает природное (табл. 1), что говорит о возможности его искусственного концентрирования в процессе переработки.

В исследуемых месторождениях концентрации цветных металлов изменяются в широких пределах, максимальные установлены в сланцах Коцебинского месторождения (V – 0,68; Zn – 0,116; Mo – 0,018; Co – 0,012; Ni – 0,018; Cd – 0,0027%).

В образце горючего сланца Коцебинского месторождения с промышленно значимым содержанием Re (0,079 г/т) и V (0,68 %) высокоточным количественным анализом установлены достаточно высокие значения металлов платиновой группы (МПП), сопоставимые с таковыми комплексных медно-никелевых месторождений [3] с платиноидами, учтенных государственным балансом (табл. 2). Здесь же зафиксированы и повышенные содержания золота и серебра.

Установленные высокие содержания Re и металлов платиновой группы (Pd, Rh, Ir, Ru) в месторождениях горючих сланцев Волжского бассейна дают основание считать, что при их комплексном освоении возможно получение товарных концентратов, пригодных для получения металлических рения и платиноидов.

Таблица 1

Содержание рения в отложениях волжского яруса Волжского сланцевого бассейна

Месторождение	Описание породы	Содержание Re, г/т	Минимально промышленное содержание Re, г/т
Коцебинское	Горючий сланец, черный, плотный	0,079	0,02 как сопутствующий в молибденовых месторождениях
	Горючий сланец, серовато-зеленый с остатками раковин	0,046	
	Горючий сланец, серовато-зеленый плотный с остатками раковин	0,025	
	Горючий сланец серый	0,018	
Перелюбское	Горючий сланец, серовато-зеленый плотный (обнажение № 673)	0,013	
Орловское	Горючий сланец, черный с остатками фауны	0,027	
Кашпирское	Горючий сланец, черный с остатками фауны (отвалы шахты № 3)	0,081	
	Горючий сланец рыжевато-серый плотный с обильной (порядка 10-15%) вкрапленностью сульфидов (шахта Новокашпирская)	0,016	
	Горючий сланец, серовато-зеленый (шахта Новокашпирская)	0,035	
	Горючий сланец, черный с остатками фауны (шахта Новокашпирская)	0,08	
	Красноватый конгломерато-подобный с обильными остатками фауны шлак	0,22	
	Желтовато-серый опоковидный шлак	0,11	

Примечание. Анализ содержания Re выполнен в лаборатории ФГУП ВСЕГЕИ (аналитики В. А. Шишлов, В. Л. Кудряшов).

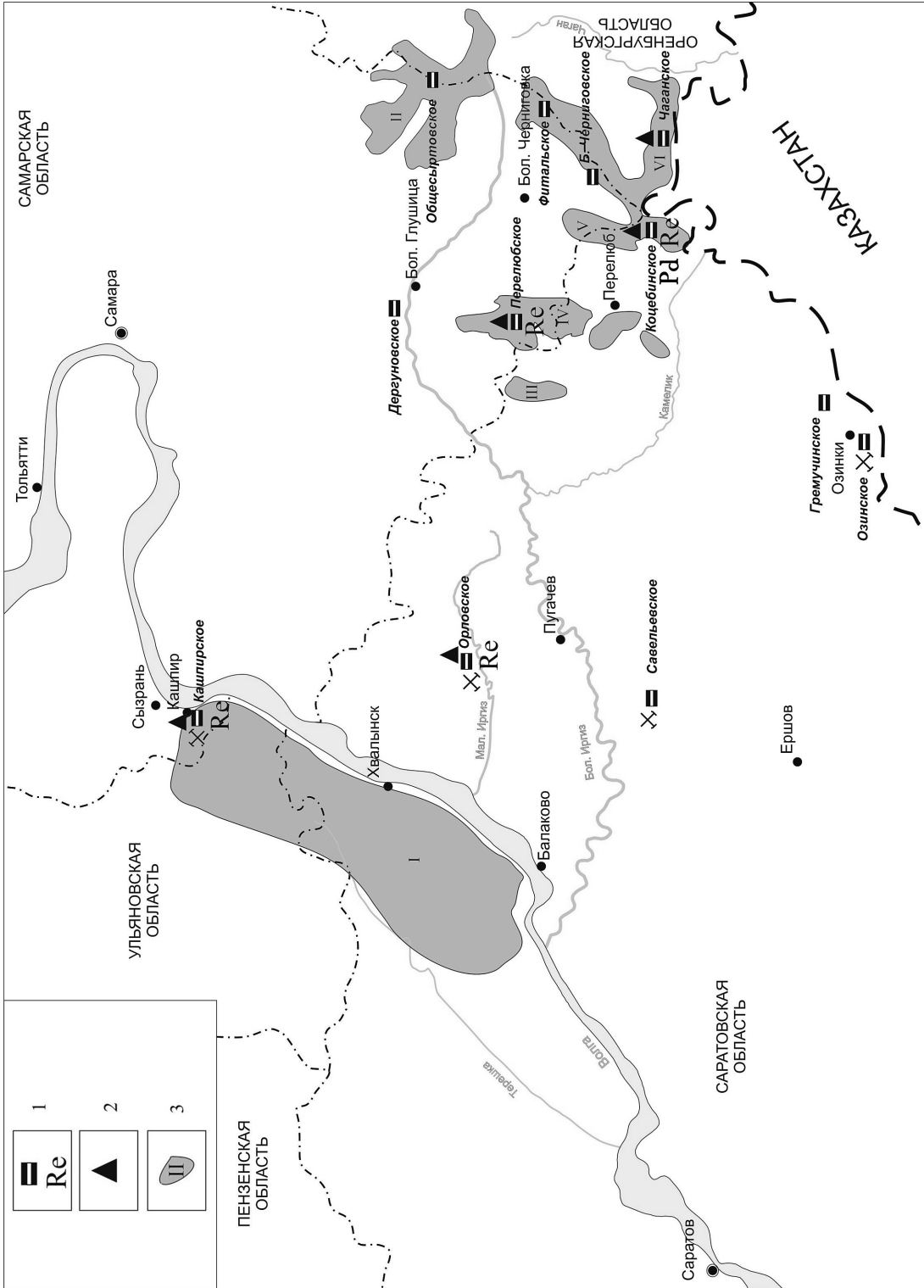


Схема расположения перспективных площадей и месторождений фосфоритов и месторождений сланцев центральной части Волжского сланцевого бассейна: 1-2 – месторождения: 1 – горючих сланцев, в том числе опробованные на рений (Re) и платиноиды (Pd); 2 – фосфориты; 3 – контуры прогнозных площадей горючих сланцев: I – Кашир-Хвалынская, II – Общесыртовская, III – Западная, IV – Перелюб-Благодаговская, V – Коцебинская, VI – Чаганская



Таблица 2

Содержание драгоценных металлов в отложениях волжского яруса Волжского сланцевого бассейна

Металл, г/т	Месторождение	
	Коцебинское горючих сланцев	Кингашское медно-никелевое с платиноидами [2]
Pt	0,039	0,24
Pd	0,151	0,26
Rh	0,0069	0,005
Ir	0,0028	0,009
Ru	0,0079	0,0024
Os	Менее 0,002	–
Au	0,029	–
Ag	2,8	–

Примечание. Содержание драгоценных металлов определялось в испытательном аналитическом центре института ГИПРОНИКЕЛЬ (исполнители О. В. Лукина, А. А. Белякова, Л. Н. Соловьева, С. И. Белянинова, Т. И. Великая).

Таким образом, высокие содержания Re и драгоценных металлов в отложениях волжского яруса в пределах месторождений горючих сланцев и фосфоритов позволяют поднимать вопрос о постановке целевых геологических исследований на Re и МПГ. Основная цель предлагаемых исследований – получение геолого-экономической оценки комплексного (органическая, минеральная и металлическая составляющие) освоения полезных ископаемых Волжского сланцевого бассейна.

Библиографический список

1. Самойлов А. Г., Зозырев Н. Ю., Енгальчев С. Ю., Шелепов Д. А., Илясов В. Н. Рений в отложениях волжского яруса центральной части Волжского сланцевого бассейна // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2017. Т. 17, вып. 1. С. 58–61.
2. Государственный баланс запасов полезных ископаемых РФ на 1 января 2016 г. Вып. 28 : рассеянные элементы. М., 2014. 40 с.
3. Государственный баланс запасов полезных ископаемых РФ на 1 января 2016 г. Вып. 31 : платиноиды. М., 2016. 200 с.

Образец для цитирования:

Самойлов А. Г., Зозырев Н. Ю., Шелепов Д. А. Благородные, рассеянные и цветные металлы в горючих сланцах Волжского сланцевого бассейна // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 3. С. 194–197. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-194-197.

Cite this article as:

Samoylov A. G., Zozyrev N. Yu., Shelepov D. A. Noble, Scattered and Colored Metals in the Combustible Schists of the Volzhsky Shale Basin. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2018, vol. 18, iss. 3, pp. 194–197 (in Russian). DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-194-197.



УДК [564.1/5+563.9]:551.763.3(470.42)

ВЕРХНЕМЕЛОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ И БИОСТРАТИГРАФИЯ РАЗРЕЗА «НОВОСПАСКОЕ» (юго-запад Ульяновской области)

В. Б. Сельцер, Е. А. Калякин, Е. И. Ильинский

Сельцер Владимир Борисович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры общей геологии и полезных ископаемых, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, seltservb@mail.ru

Калякин Евгений Александрович, кандидат геолого-минералогических наук, докторант кафедры исторической геологии и палеонтологии, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, eakalyakin@mail.ru

Ильинский Егор Игоревич, студент геологического факультета, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, ilinski1995@mail.ru

В юго-западной части Ульяновской области описан разрез кампанских отложений, особенностью которого является толща «узловатого» мела. Установлен относительно многочисленный фаунистический комплекс, представленный в основном белемнитами, двустворчатыми и морскими ежами. Показано разнообразие эпибионтных организмов. Изучение фауны позволило уточнить стратиграфическую позицию разреза в рамках действующей региональной схемы.

Ключевые слова: верхний мел, кампанский ярус, Ульяновское и Саратовское Поволжье, биостратиграфия, белемниты, двустворчатые моллюски, морские ежи, условия обитания.

Upper Cretaceous Deposits and Biostratigraphy of the «Novospasskoe» Section (South-West of the Ulyanovsk Region)

V. B. Seltser, E. A. Kalyakin, E. I. Ilinskiy

Vladimir B. Seltser, ORCID 0000-0002-0302-4222, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, seltservb@mail.ru

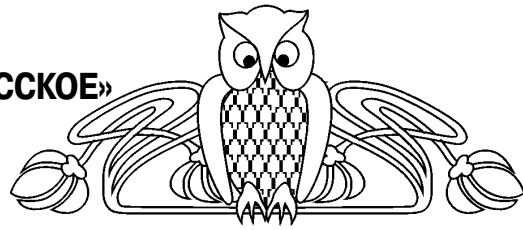
Evgenij. A. Kalyakin, ORCID 0000-0002-2976-7868, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, eakalyakin@mail.ru

Egor I. Ilinskiy, ORCID 0000-0001-5760-1454, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, ilinski1995@mail.ru

The section of campanian deposits of the south-west of the Ulyanovsk region characterized by a strata of “knotty” chalk is described. It was found relatively numerous faunal complex presented mostly by belemnites, bivalves and echinoids. The diversity of epibiontic organisms is described. The study of fauna has helped clarify stratigraphic position of the section within the scope of valid regional scheme.

Key words: upper cretaceous, campanian stage, Ulyanovsk and Saratov Volga region, biostratigraphy, belemnites, bivalve mollusks, echinoids, habitat conditions.

DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-198-213



Введение

В юго-западной части Ульяновской области верхнемеловые отложения выходят на дневную поверхность на обширной площади, вскрываясь овражно-балочной сетью и карьерами по добыче мела (рис. 1). С фаунистической точки зрения кампан Поволжья изучен не в полной мере, что ограничивает возможности определения стратиграфической позиции и объема местных стратиграфических подразделений. В 12 км юго-западнее пос. Новоспаское авторами описан разрез кампанских отложений, охарактеризованный комплексом макрофауны. Отличительной особенностью разреза является мощная монотонная толща «узловатого» мела, сопоставимого со схожими по облику разрезами меловых карьеров «Большевик» и «Коммунар», расположенных в окрестности г. Вольска (Саратовская обл.) [1, 2].

Методика изучения

Описание разреза и стратиграфический анализ выполнены Е. А. Калякиным и В. Б. Сельцером. Определение макрофауны проводились В. Б. Сельцером (белемнойдеи, аммоноидеи и двустворчатые моллюски), Е. А. Калякиным (иглокожие), Е. И. Ильинским (брахиоподы).

Белемниты изучались по стандартной методике, предполагающей спино-брюшную раскол ростров, измерение линейных параметров и их соотношений, а также угловые замеры альвеолярной части. Массовые послонные и поинтервальные сборы ростров белемнителл позволили провести обработку результатов измерений методами описательной статистики.

При сборе ростров белемнитов, раковин двустворчатых моллюсков и панцирей морских ежей особое внимание уделялось формам, несущим следы прижизненной биоэрозии и поселений эпибионтов. Проводилась фиксация тафономических особенностей при извлечении ископаемого материала из породы.

Геологическая обстановка

Описание разреза проведено в карьере, где выделяются три основных уступа, разделенных по высоте более мелкими ступенями. Описание слоев дано на основе полевых наблюдений снизу вверх.

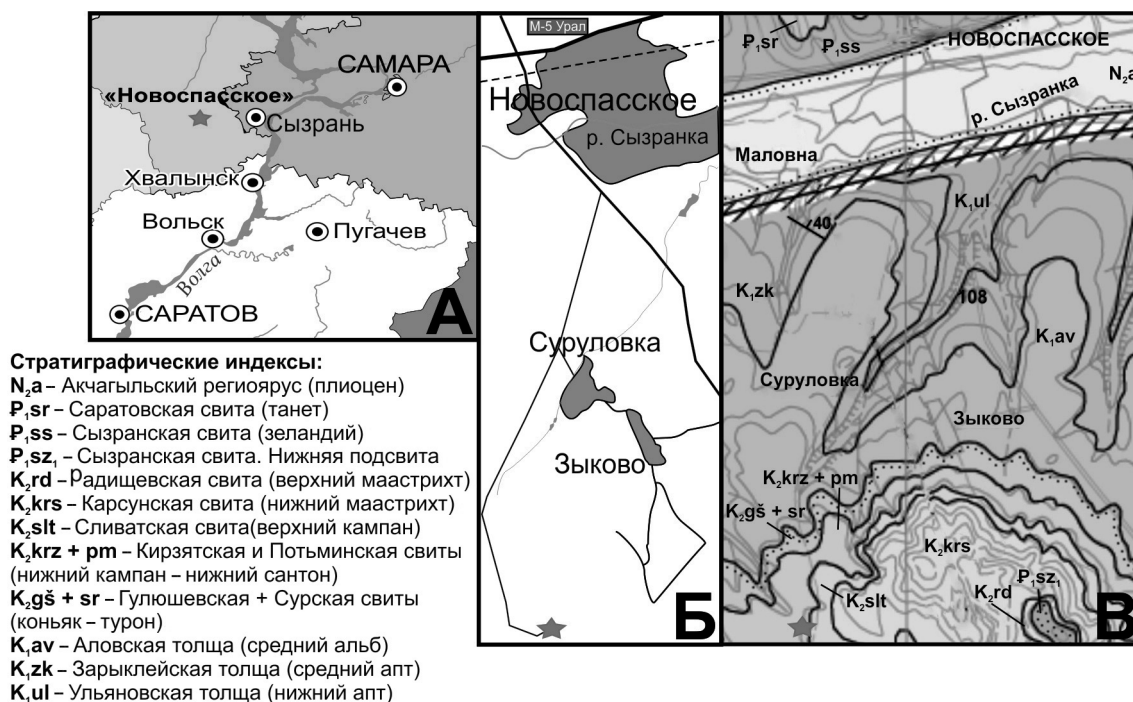


Рис. 1. Схема расположения разреза «Новоспасское» (отмечено звездочкой): А – местоположение разреза в Поволжье; Б – местоположение разреза в окрестностях пгт Новоспасское; В – фрагмент государственной геологической карты РФ масштаба 1:200 000, лист N-38-XXX (Новоспасское) х 0,75

Слой № 1. Мергель светло-серый, зеленоватого оттенка, плотный с примесью кремнистого материала, заполняющего многочисленные ходы донных роющих организмов. Видимая мощность слоя 0,2 м.

Слой № 2. Мел светло-серый, плотный, грубый, монотонный, слабопачкающий, слагает основание уступа, переход к вышележащему слою постепенный. Видимая мощность слоя 3,2 м.

Из фауны встречены: белемниты *Paractinocamax alfridi* (Janet), *P. pseudotoucasi* (Naidin), *Belemnelloccamax mammilatus* cf. *volgensis* Naidin, и *Belemnitella mucronata* (Schlotheim), раковины двустворчатых моллюсков *Monticulina vesicularis* (Lamarck), *Gryphaeostrea canaliculata* (J. Sowerdy), панцири морских ежей *Echinocorys scutata* Leske, *E. cf. turrita* (Lambert), *E. cf. marginata* (Goldfuss), *E. ex. gr. conoidea* Goldfuss, *E. ex. gr. ovata* (Leske), *E. ex. gr. belgica* Lambert, единичные раковины брахиоподы и зуб акулы.

Слой № 3. Мел комковатый светло-серый, плотный, пачкающий, с прожилками и линзами более темных разностей, развитых по ходам донных роющих организмов. Окатыши мела выделяются поверхностями, по которым интенсивно развиты темно-зеленые примазки, и рыжими следами скольжения. В нижней части окатыши немногочисленные, крупные – до 20 см. В середине слоя выделяются неровные, латерально выдержанные поверхности, очерченные прослоями серо-зеленого мергеля, придающие разрезу полосчатость (8 м). Выше мел становится белым, более рыхлым и

мягким, комковатость выражена слабее. В кровле слоя порода вновь сменяется серыми, комковатыми, плотными разностями. Кровлю слоя на глубину до 0,4 м пронизывают различно ориентированные (преимущественно субгоризонтально) ходы донных роющих организмов, заполненные глинистым мергелем серо-зеленого цвета из вышележащего слоя. Мощность слоя 16–17 м.

Ископаемая фауна в основном сосредоточена в нижней и верхней частях слоя. Встречены роостры белемнитов *Belemnitella*, раковины двустворчатых моллюсков: остреиды *Monticulina vesicularis* (Lamarck), *M. cf. mirabile* (Reussaux), *Gryphaeostrea canaliculata* (J. Sowerdy), *G. lateralis* (Nilsson), иноцерамы *Cataceramus beckumensis* (Giers), *C. pteroides* (Giers), *C. bererensis* (Sornay); панцири морских ежей *Echinocorys scutata* Leske, *E. cf. turrita* (Lambert), *E. cf. marginata* (Goldfuss), *E. ex. gr. conoidea* Goldfuss, *E. ex. gr. ovata* (Leske), *E. ex. gr. belgica* Lambert, *E. cf. belgica pruvosti* Smiser. Перечисленный комплекс дополняет фрагментированный позвонок мозазавра.

Слой № 4. Мергель серо-зеленый, глинистый, рыхлый, узловато-комковатый с окатышами и угловатым щебнем мела размером до 4 см, пересеченным прожилками белого мела с редкими черными фосфоритами размером до 2 см. Мощность слоя 0,6–0,7 м.

Из фауны в основании слоя установлены двустворчатые моллюски и многочисленные разноориентированные в породе роостры белемнитов.

Слой № 5. Мел от белого до светло-серого, плотный, пачкающий, через 0,7 м сменяется на



светло-серую, рыхлую разность узловато-комковатой текстуры.

Слой № 6. Мел комковатый светло-серый, рыхлый, с мелкими (до 4 см) окатышами мела, по которым развиты поверхности скольжения. В целом порода аналогична слою № 3. Мощность до контакта с покровными суглинками (Q_{IV}) 1,0–1,3 м. В юго-западной части карьера комковатый мел сменяется элювирированным серым мелоподобным мергелем. В «узловатом» мелу встречен ростр *Belemnella pseudolanceolata* (Jeletzky). В элювии найдены *Belemnitella cf. licharewi licharewi* (Jeletzky), а в кровле *Belemnella cf. lanceolata lanceolata* (Schlotheim).

В соответствии с действующей субрегиональной стратиграфической схемой верхнемеловых отложений и принятой на этой основе легендой к геологической карте [3] слой № 1 отнесен к потьминской свите, слои № 2 и 3 – к сенгилеевской свите. Верхние интервалы (слои 4–6) могут быть сопоставлены со сливатской свитой.

В структурном плане описываемый объект и прилегающая территория приурочены к Александровскому и сопредельному Западно-Жигулевскому валу. Последний ограничен севернее выраженным флексурным изгибом приподнятых мезозойских образований. Флексура ориентирована субширотно по линии главного жигулевского разлома [3].

Фаунистическая характеристика разреза и биостратиграфия

Отличительной особенностью комплекса ископаемой фауны является ее многочисленность при незначительном родовом и видовом разнообразии (рис. 2). Большинство находок составляют ростры белемнитов, которые встречаются во всех интервалах изученного разреза. Раковины иноцерамов распределены по разрезу неравномерно и сосредоточены всего в двух интервалах. При этом отмечается большое количество панцирей морских ежей. Не уступают им по частоте встречаемости и хорошо сохранившиеся раковины монтикулин. Единичны находки фрагментов раковин аммоноидей – *Baculites* (по абрису поперечного сечения фрагменты близки к *B. acutivalis* Seltser). Встречены также некрупные аптихи, принадлежащие, по видимому, представителям *Scaphitidae*. Особенно редкими являются брахиоподы. Известна лишь одна находка деформированной раковины *Terebratulidae*.

Белемниты. Найденные в нижней части разреза (слой № 2) ростры *Bellemnellocamax mammilatus cf. volgensis* Naidin, *Paractinocamax alfridi* (Janet), *P. pseudotoucasii* (Naidin) и *Belemnitella mucronata* (Schlotheim) указывают на раннекампанский возраст отложений. Наиболее интересны находки представителей подрода *Paractinocamax*. В. К. Христенсен

(Christensen) [4] относит их к представителям рода *Bellemnellocamax*, в то время как Д. П. Найдин считает, что парактинокамаксы несут признаки, объединяющие их с *Actinocamax* [5]. Не вдаваясь в суть дискуссии о родовой принадлежности этих форм, необходимо отметить, что ростры, собранные из разреза, имеют достаточно отчетливые различия в их внешнем облике (фототабл. 1) что, по нашему мнению, позволяет считать их отдельными таксонами подвидового ранга. Из общего числа белемнитов, собранных в нижней части разреза (слои № 2 и № 3), доминируют *Belemnitella mucronata* (Schlotheim), на которые приходится более 97% выборки.

В целом комплекс белемнитов позволяет отождествлять описываемые интервалы разреза с нижнекампанской зоной *mammilatus* стратиграфической схемы верхнемеловых отложений Восточно-Европейской платформы [6]. Сопоставление с европейскими зональными шкалами показывает их идентичность нижнекампанской комплексной зоне *gracilis/mucronata* Северо-Западной Европы или зоне *mammilatus/mucronata/scaniensis* Балто-Скандии [7].

Вплоть до основания слоя № 3 все собранные ростры относятся к виду *Belemnitella mucronata* (Schlotheim), составляя основную массу сборов ископаемой фауны. Проследивая изменение биометрических параметров ростров, отметим, что вверх по разрезу отмечается устойчивая тенденция к увеличению значений средних величин шелевого угла от $7,7^\circ$ в нижней части разреза до $11,4^\circ$ в верхней (верхи слоя № 3 и слой № 4). Подобное ранее уже отмечалось В. К. Христенсеном на примере верхнекампанских белемнителл из Норфолка (Великобритания) [8]. Однако отметим, что у британских форм увеличение значений шелевого угла выглядит более выразительно. В представительной выборке В. К. Христенсен выделил новый вид *B. woodi*, считая при этом, что предковые ему *mucronata* продолжают свое существование, а новый вид является филетической ступенью между *mucronata* и последующим позднекампанским *B. minor* [8]. Сравнение полученных биометрических данных с характеристиками *B. woodi* показывает, что вся совокупность наших форм остается в рамках вида *mucronata*.

Частота встречаемости белемнитов выше слоя № 4 резко сокращается. При этом появляются ростры с минимальным значением индекса Шатского, что характерно для представителей рода *Belemnella*. В частности, установлен вид *Belemnella pseudolanceolata* (Jeletzky). Он впервые был описан Ю. А. Елецким из верхнекампанских отложений Украины и упоминается среди прочих белемнитов из Ростовской и Ульяновской областей [9, 10]. Из самой верхней элювирированной части разреза нами собраны неполные ростры с признаками передней части характерной для *Belemnitella licharewi licharewi* (Jeletzky) (см. фототабл. 1), а в кровле юго-западной стенки карьера найдены

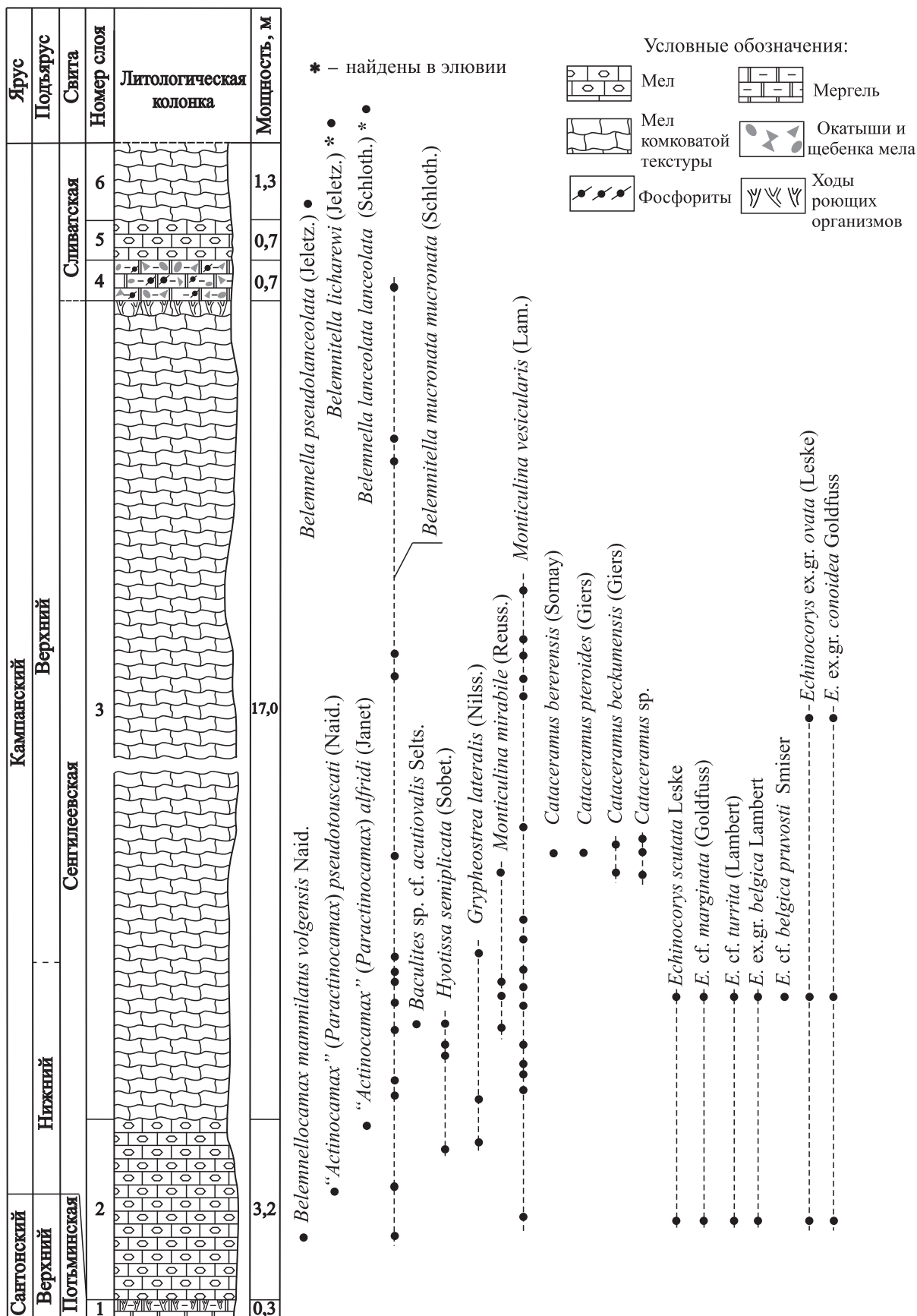


Рис. 2. Литолого-стратиграфическая колонка и распределение макрофауны в разрезе «Новоспасское» (масштаб 1:100)



формы, близкие к *Belemnella lanceolata lanceolata* (Schlotheim). Таким образом, можно заключить, что слои № 4–6 могут соответствовать зоне *langei*, пока без возможности более дробного деления, а элювированный мел в кровле соотносится с комплексной зоной *licharewi/grimensis* и низами зоны *lanceolata* региональной стратиграфической схемы. Утверждение в Западной Европе более высокого положения нижней границы маастрихта вызвало затруднения в прослеживании ее в разрезах бореального мела на территории Европейской России. В то же время изучение фауны белемнитов на севере Германии и в Польше показало, что этот обновленный рубеж сопоставляется с появлением вида *Belemnella obtusa* Schulz, а не *B. lanceolata lanceolata* (Schlotheim), как считалось ранее [11, 12]. Вид *obtusa* на изучаемой территории ранее не описывался и, по всей видимости, является редким. Вместе с тем комплексные исследования на территории Поволжья, включавшие особенности вертикального распространения макро- и микрофауны, наннопланктона, а также палеомагнитных методов, показали возможность идентификации новой границы, положение которой в рамках действующей стратиграфической схемы оказывается внутри белемнитовой зоны *lanceolata* [13]. При этом придется признать, что стратиграфическая позиция типичных *B. lanceolata lanceolata* (Schlotheim) удревняется. Таким образом, сопоставляясь с принятой стратиграфической схемой, кровля описываемого разреза относится к нижнему маастрихту, но в свете новых данных ее позиция может быть отнесена к терминальному кампану.

Двустворчатые моллюски. Среди двустворчатых моллюсков наиболее выразительны устрицы и иноцерамы. Последние встречены только в нижней части слоя № 3.

Набор видов, несомненно, указывает на кампанский возраст отложений, но он несколько иной по сравнению с тем, что описывался из фациально близкого разреза на территории г. Вольска (Саратовская обл.) [1]. Сравнение с комплексами иноцерам, известных в Западной Европе (Мюнстерский мел северо-запада Германии), показывает, что установленные виды *Cataceramus beckumensis* (Giers) и *C. pteroides* (Giers) (фототабл. 2) характерны для нижней части верхнего кампана (двучленное деление), а именно комплексной биоzone *sonica/mucronata* или ее аналогу иноцераматовой зоне *beckumensis* [14, 15]. Необходимо отметить, что облик некоторых раковин близок к верхнекампанским формам Азербайджана [16]. Вид *Cataceramus bererensis* (Sognay) известен из кампанских отложений (средний кампан) Мадагаскара [17], имея, очевидно, широкую географию распространения. Некоторые формы близки к кампанским иноцерамам Копет-Дага из группы *C. copedagensis* Arzumanova [18].

В региональной стратиграфической схеме верхнемеловых отложений Восточно-Европей-

ской платформы это может соответствовать нижней части зоны *coesfeldiense/mucronata*.

Среди других двустворок по частоте встречаемости выделяется вид *Monticulina vesicularis* (Lamarck), многочисленные раковины которого встречены в слоях № 2 и № 3. Этот вид имеет широкую географию распространения в кампанских отложениях Восточно-Европейской платформы и постоянно упоминается в списках моллюсковой фауны. Эпиболь его распространения в пределах описываемой территории охватывает верхнюю часть нижнего и верхнего кампана за исключением его терминальной части.

Морские ежи. Несколько отличные, но в целом не противоречащие данные получены в ходе изучения эхиноидей. Практически единственным представителем группы в данном местонахождении является род *Echinocorys*, собрано 70 панцирей различной степени сохранности и только один фрагмент ядра *Micrasteridae*. В основании слоя № 2 установлены остатки панцирей *Echinocorys scutata* Leske, *E. cf. turrita* (Lambert), *E. cf. marginata* (Goldfuss), *E. ex.gr. conoidea* Goldfuss, *E. ex.gr. ovata* (Leske), *E. ex.gr. belgica* Lambert. Из основания слоя № 3 установлен тот же комплекс, а также *E. cf. belgica pruvosti* Smiser. Остатки *E. ex.gr. conoidea* Goldfuss, *E. ex.gr. ovata* (Leske) встречены вплоть до середины слоя (фототабл. 3–5).

Датировка вмещающих отложений по морским ежам осложняется монотипичностью комплекса. Представители *Echinocorys* в силу консервативности морфологических признаков внутри рода и высокой степени внутривидовой изменчивости морфометрических параметров панциря далеко не всегда применимы для детальной биостратиграфии. Однако в целом установленный комплекс обнаруживает черты типично кампанского. Большая часть видов характерна для фациально схожих разрезов Вольского впадины «Большевик» и «Коммунар», где возраст вмещающих отложений определен как нижний – нижняя часть верхнего кампана [1]. Данные формы также характерны для одновозрастных отложений сопредельных территорий Западной Европы (Бельгии, Англии), Донбасса, Северного Кавказа, Азербайджана и Копетдага [19].

Исключение составляют *Echinocorys ex.gr. belgica* Lambert и *E. cf. belgica pruvosti* Smiser, установленные для территории Поволжья впервые. Первый описан Ламбертом (Lambert) из мела «Сипли» Монского бассейна (Бельгия) [20]. Позже его описание в своей работе, посвященной ревизии рода *Echinocorys* из «сенона» Бельгии, приводит Смисер (Smiser), уточняя, что вид включает в себя группу форм с некоторыми схожими параметрами, но различающихся внешним видом, размерами и особенно профилем продольного сечения [21]. Используя последний признак, автор выделяет три морфотипа в составе вида, фактически описывая его «ex greco». Выделен также



новый подвид *Echinocorys belgica pruvosti* Smiser из мела «Сипли» и мела «Спъенн» [21, 22]. Современные исследователи относят мел «Спъенн» к верхнему кампану (зона *Belemnitella minor*), а мел «Сипли» к нижнему маастрихту (зона *Belemnella obtusa*) Монского бассейна [23, 24]. О. В. Савчинская указывает *E. belgica* Lambert из верхнего кампана Донбасса (зона *belemnitella langei*) [25]. Совместное нахождение *Echinocorys ex. gr. belgica* Lambert и *E. cf. belgica pruvosti* Smiser с белемнитами *Belemnitella mucronata* (Schlothheim) в разрезе Новоспасское указывает на более низкую (нижнекампанскую) стратиграфическую позицию данных эхиноидей по сравнению с формами, описанными из Бельгии и Донбасса, тем самым удревняя их появление. Принимая во внимание факт, что изначально вид *Echinocorys belgica* Lambert описан как «группа форм», при накоплении достаточного количества материала возможно выделение в его составе подвидов. В дальнейшем также возможно обоснование более древней датировки появления вида, в начале позднего кампана на территориях, отвечающих современному Поволжью.

Установленный комплекс эхиноидей в целом подтверждает возрастные датировки, полученные по другим ортостратиграфическим группам и не противоречит отнесению слоев № 1–3 к нижнекампанской зоне *mammilatus* и, возможно, к нижней части верхнекампанской зоны *coesfeldiense/mucronata* стратиграфической схемы верхнемеловых отложений Восточно-Европейской платформы [6].

Палеоэкологические и тафономические наблюдения. Совокупные данные по фауне показывают, что белемниты, морские ежи и устрицы являются основной доминантой описываемого ориктокомплекса (табл. 1). Собранный фоссильный материал отличается наличием у множества форм следов прикреплений эпibiонтов, причем для отдельных таксонов хорошо очерчивается группировка организмов – поселенцев (табл. 2).

Левые створки раковин монтикулин (~98% выборки) несут искажения макушки в виде ксеноморфных площадок, отражая прижизненное прикрепление организма к какой-либо поверхности. Нередко такое искажение настолько велико, что отмечается отсутствие макушки в привычном понимании этого элемента. Облик поверхности площадки прикрепления связан с объектами, к которым крепились раковины [26]. Кроме того, размер площадок определялся продолжительностью поселения моллюска на субстрате, начиная с личиночной стадии. Следует отметить как совместное, так и разрозненное нахождение раковин и объектов прикрепления, причем они находятся в породе на незначительном удалении друг от друга. Это, по-видимому, связано с особенностями захоронения. Объектами прикрепления являлись твердые, квазистационарные поверхности, выделяющиеся на дне. Сопоставление конфигурации ксеноморфных площадок с поверхностью объектов,

к которым потенциально могли прикрепляться раковины, дает возможность идентифицировать: ростры белемнитов, фрагментированные и целые створки раковин крупных иноцерамов, раковины других двустворчатых моллюсков и гастропод, поверхности раковин аммонитов – бакулитид, а также панцири морских ежей (фототабл. 6).

Ювенильные формы *Monticulina vesicularis* (Lamarck) крепились на поверхности крупных правых створок раковин этого же вида. Среди других эпibiонтов выделяются *M. cf. mirabile* (Reusseau), некрупные раковины которых также прирастали к рострам белемнитов, нередко образуя небольшое поселение. Из мелких эпibiонтов выделяются колонии мшанок. Описанные особенности указывают, что прикрепившиеся поселенцы успевали развиваться на объектах до их полного погружения в осадок. Очевидно, это наблюдалось как при жизни организма (раковины двустворок), так и после его смерти (створки раковин, ростры белемнитов, фрагменты аммоноидей, панцири морских ежей).

Практически все ростры белемнитов также несут посмертные повреждения поверхности в виде многочисленных следов мелких сверлений и реже механической окатанности. Последнее наблюдалось в основании слоя № 1. У окатанных ростров практически отсутствует альвеолярная часть, кроме того, поверхность неравномерно покрыта многочисленными следами округлых сверлений (см. фототабл. 6). Окатанность и невыраженная односторонность в плотности расположения этих следов может указывать на посмертное волочение ростров и приобретение ими окатанных форм, являвшихся более устойчивыми к придонной динамике вод. Волочение по дну затихало, и ростр занимал устойчивое положение. До захоронения в осадке длительная экспозиция на поверхности дна способствовала интенсивной биоэрозии сохранившейся поверхности. Мелкие сверления представлены округлыми и/или овальными отверстиями размером 0,1 – 0,4 мм, реже до 0,6 мм. Внутри тела ростра эти отверстия соединены с хаотично расположенными пузырьковыми камерами, сообщающимися между собой. У некоторых ростров вся внутренняя часть полностью заполнена мелкими камерами, которые хорошо различимы при спино-брюшном расколе. Такие повреждения поверхности принято рассматривать как следы сверления морских губок *Clionidae* [27]. Мелкие разрозненные отверстия заметны на поверхности раковин монтикулин и панцирей морских ежей. Их тоже предлагается рассматривать как результат прикрепления губок клионид – *Entobia cretacea* Portlock по аналогии с тем, что описано у сеноманских устриц Парижского бассейна [28].

Большинство найденных панцирей несут незначительные следы потертости, что может свидетельствовать об их непродолжительном нахождении на поверхности дна и/или невысокой



Таблица 1

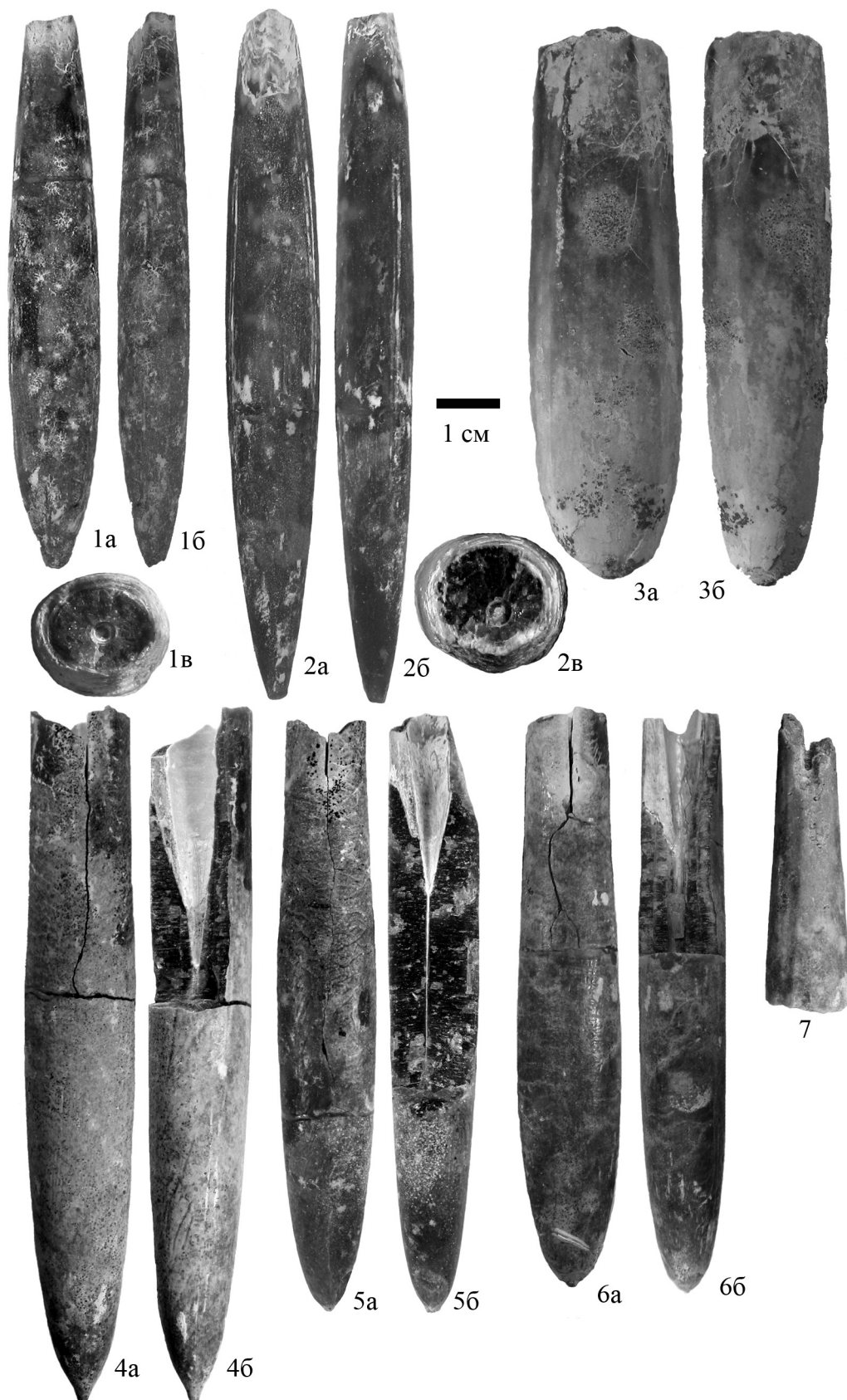
Структура моллюсков и эхиноидного ориктокомплекса

Надродовые таксоны	Установленные виды	Доля в выборке, %
Белемниты	<i>Belemnitella mucronata mucronata</i> (Schloth.)	32
Двустворки	<i>Monticulina vesicularis</i> (Lam.)	32
Морские ежи	<i>Echinocorys</i> ex. gr. <i>ovata</i> (Leske)	14
Морские ежи	<i>Echinocorys</i> ex. gr. <i>conoidea</i> Goldfuss	6
Морские ежи	<i>Echinocorys scutata</i> Leske	3
Морские ежи	<i>Echinocorys</i> ex. gr. <i>belgica</i> Lambert	2
Морские ежи	<i>Echinocorys</i> cf. <i>marginata</i> (Goldfuss)	2
Двустворки	<i>Cataceramus beckumensis</i> (Giers)	1
Двустворки	<i>Chlamys</i> sp.	1
Белемниты	<i>Belemnitella licharewi</i> (Jeletz.)	1
Двустворки	<i>Cataceramus marcki</i> (Giers)	< 1
Двустворки	<i>Monticulina mirabile</i> (Reuss.)	< 1
Морские ежи	<i>Echinocorys</i> cf. <i>belgica pruvosti</i> Smiser	< 1
Морские ежи	<i>Echinocorys</i> cf. <i>turrita</i> (Lambert)	< 1
Двустворки	<i>Cataceramus copedagensis</i> (Arzum.)	< 1
Двустворки	<i>Kosmospirella</i> sp.	< 1
Двустворки	" <i>Cataceramus</i> " <i>muelleri</i> (Petr.)	< 1
Двустворки	<i>Hyotissa simplicata</i> (Sobet.)	< 1
Двустворки	<i>Grypheostrea lateralis</i> (Nilss.)	< 1
Белемниты	<i>Belemnella pseudolanceolata</i> (Jeletz.)	< 1
Гастроподы	<i>Volutilithes</i> sp.	< 1
Аммониты	<i>Baculites</i> sp. cf. <i>acutivalis</i> Selts.	< 1
Белемниты	<i>Belemnelloamax mammilatus volgensis</i> Naid.	< 1
Белемниты	" <i>Actinocamax</i> " (<i>Paractinocamax</i>) <i>alfridi</i> (Janet)	< 1
Белемниты	" <i>Actinocamax</i> " (<i>Paractinocamax</i>) <i>pseudotouscati</i> (Naid.)	< 1

Таблица 2

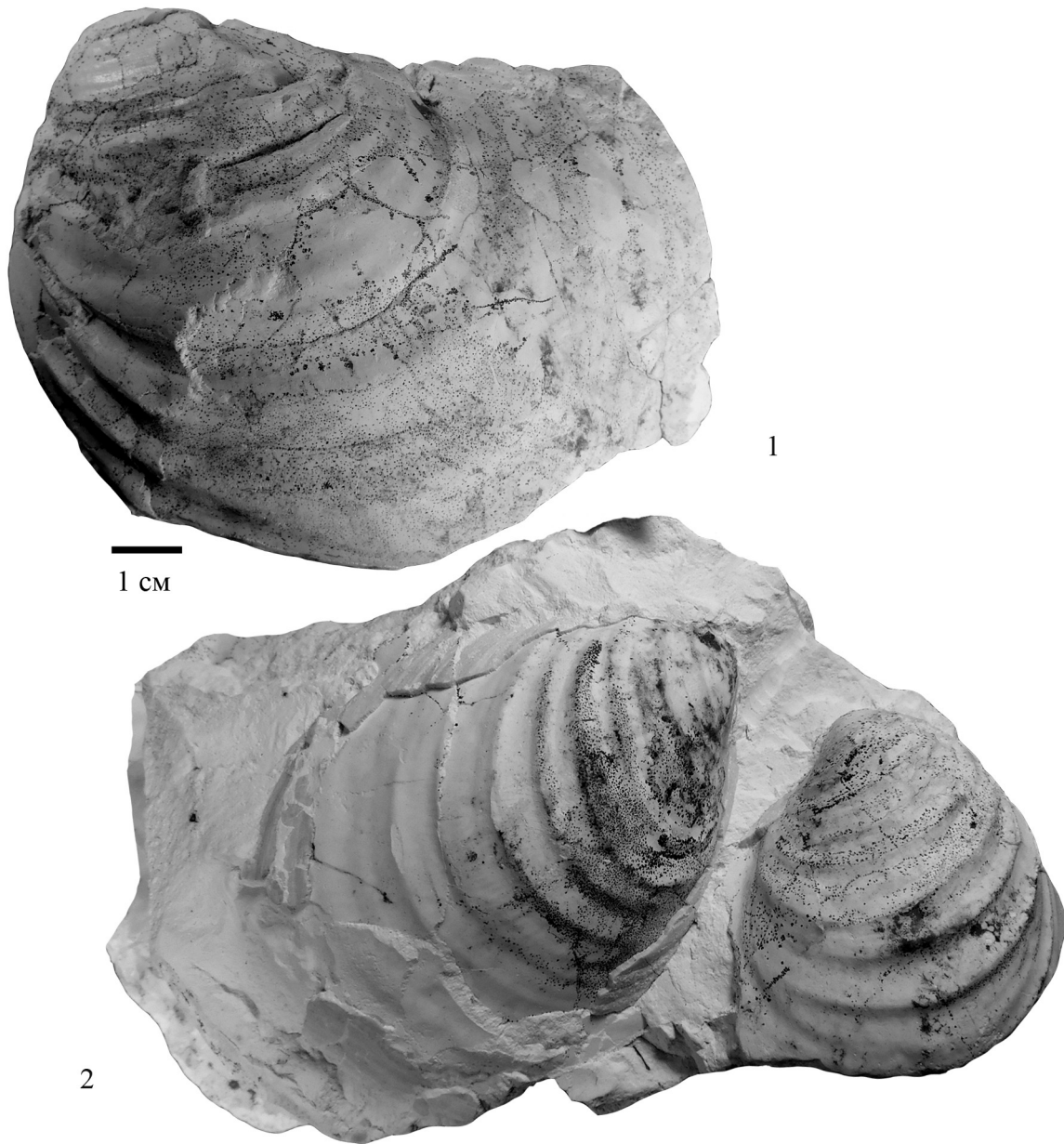
Инвентаризация известных и/или предполагаемых объектов прикреплений эпibiонтов

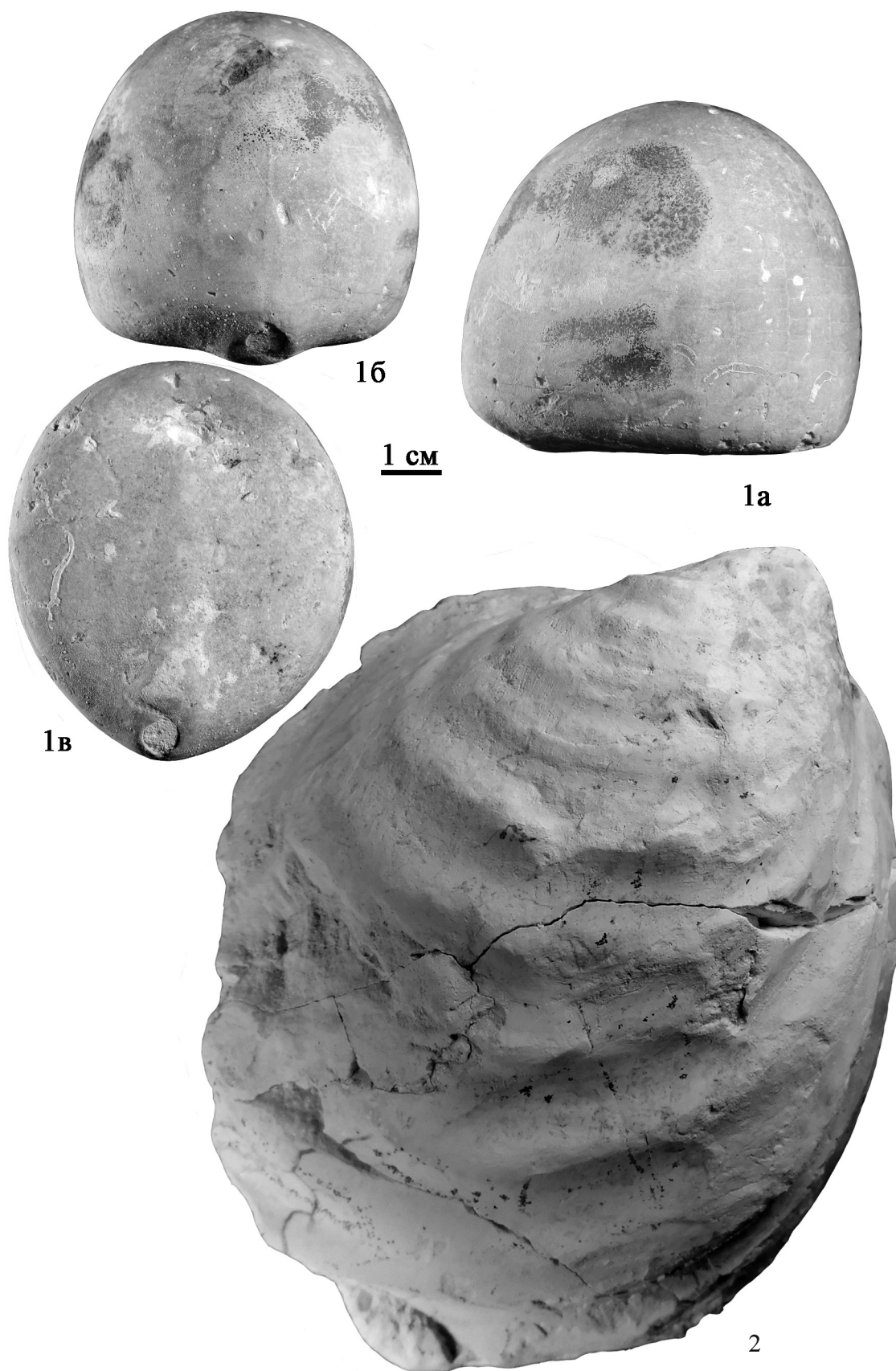
Объекты прикрепления	Таксоны эпibiонтов						
	<i>Monticulina vesicularis</i> (Lam.)	<i>Monticulina mirabile</i> (Reuss.)	<i>Grypheostrea lateralis</i> (Nilss.)	<i>Kosmospirella</i> sp.	<i>Neovermilia ampullacea</i> (J.de C. Sow.)	<i>Bryozoa</i> s.l.	<i>Entobia</i> sp.
Аммониты <i>Baculites</i> sp.	+	+	-	?	?	+	?
Белемниты <i>B. mucronata mucronata</i> (Schloth.)	+	+	?	+	-	+	+
Двустворки <i>Monticulina vesicularis</i> (Lam.)	+	+	-	+	+	+	+
<i>Cataceramus</i> (Lam.)	+	?	-	-	+	+	?
<i>Chlamys</i> sp.	+	-	-	-	-	?	-
Гастроподы <i>Volutilithes</i> sp.	+	-	-	?	+	+	+
Морские ежи <i>Echinocorys</i> s.l.	+	-	-	-	+	+	+
<i>Insertae sedis</i>	-	-	+	-	-	-	-





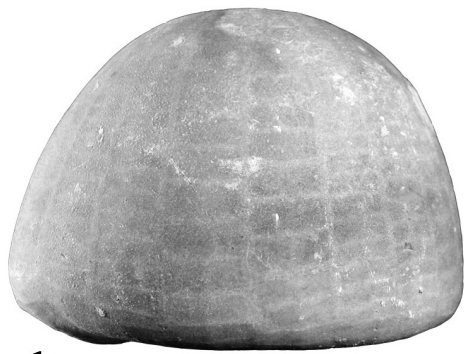
Фототаблица 2







Фототаблица 4



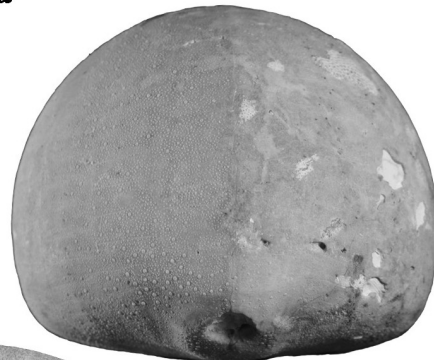
1a



2a



1b



2b

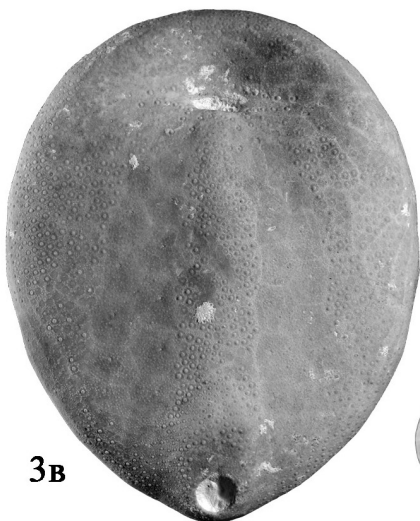


1b



2b

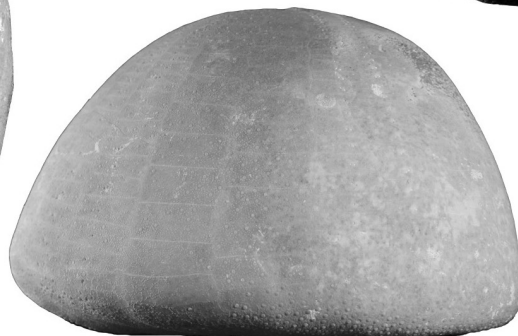
1 см



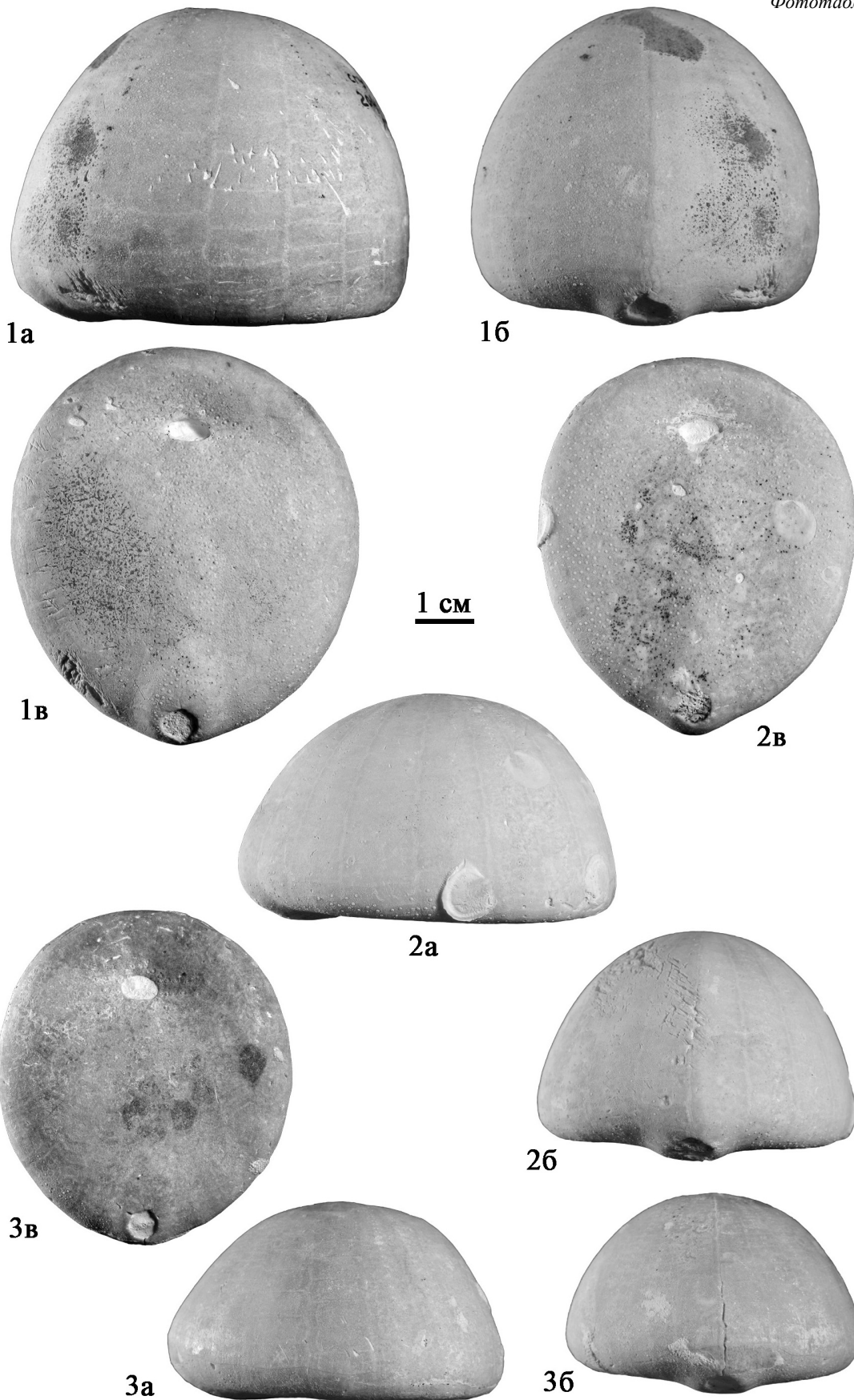
3b



3c

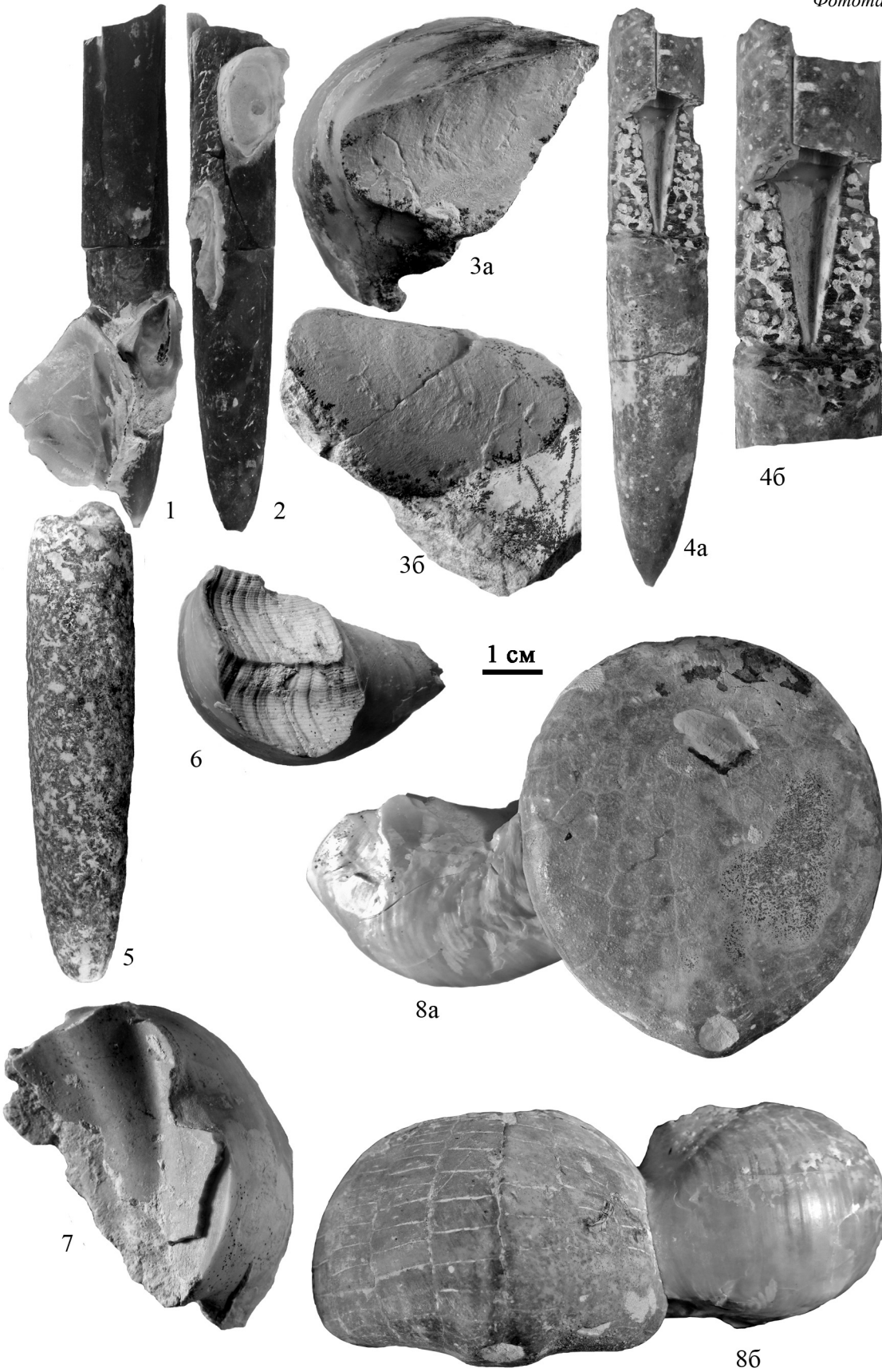


3a





Фототаблица 6





Подписи к фототаблицам. Все изображения, кроме особо отмеченных, даны в натуральную величину

Фототаблица 1

Фиг. 1. *Paractinocamax pseudotoucasii* (Naidin); экз. СГУ SVB 76/39: а – спинная сторона, б – вид сбоку, в – со стороны альвеолярного излома (X 2); слой № 2.

Фиг. 2. *Paractinocamax alfridi* (Janet); экз. СГУ SVB 76/44: а – спинная сторона, б – вид сбоку, в – со стороны альвеолярного излома (X 2); слой № 2.

Фиг. 3. *Bellemnelloccamax mammilatus* cf. *volgensis* Naidin; экз. СГУ SVB 76/45. Неполный ростр: а – спинная сторона, б – вид сбоку; слой № 2.

Фиг. 4. *Belemnitella mucronata mucronata* (Schlotheim), экз. СГУ SVB 76/54: а – брюшная сторона, б – вид сбоку и неполный спино-брюшной раскол; слой № 3.

Фиг. 5. *Belemnitella mucronata mucronata* (Schlotheim); экз. СГУ SVB 76/12: а – вид сбоку и неполный спино-брюшной раскол. Новоспасское, слой № 3, верхние 2,7 м.

Фиг. 6. *Belemnella pseudolanceolata* (Jeletzky); экз. СГУ SVB 76/27: а – брюшная сторона, б – вид сбоку и неполный спино-брюшной раскол; слой № 6.

Фиг. 7. *Belemnitella* cf. *licharewi licharewi* (Jeletzky); экз. СГУ SVB 76/22. Неполный ростр, спинная сторона. Новоспасское, кровля разреза, слой элювирированного мела.

Фототаблица 2

Фиг. 1. *Cataceramus pteroides* (Giers); экз. СГУ SVB 76/32: левая створка; слой № 3.

Фиг. 2. *Cataceramus beckumensis* (Giers); экз. СГУ SVB 76/31: правая створка; слой № 3.

Фототаблица 3

Фиг. 1. *Echinocorys* cf. *turrita* Lambert, экз. СГУ 204/176: а – вид сбоку; б – вид сзади; в – вид снизу; слой № 3.

Фиг. 2. *Cataceramus bererensis* (Sornay), СГУ SVB 76/34: правая створка; слой № 3.

Фототаблица 4

Фиг. 1. *Echinocorys* ex. gr. *ovata* (Leske); экз. СГУ 204/164; слой № 3.

Фиг. 2. *Echinocorys* cf. *marginata* (Goldfuss); экз. СГУ 204/141; слой № 3.

Фиг. 3. *Echinocorys scutata* Leske; экз. СГУ 204/168; слой № 3. Для всех фигур: а – вид сбоку; б – вид сзади; в – вид снизу.

Фототаблица 5

Фиг. 1. *Echinocorys* ex. gr. *conoidea* Goldfuss; экз. СГУ 204/139; слой № 3.

Фиг. 2. *Echinocorys* ex. gr. *belgica* Lambert; экз. СГУ 204/167; слой № 3.

Фиг. 3. *Echinocorys* cf. *belgica pruvosti* Smiser; экз. СГУ 204/162; слой № 3.

Для всех фигур: а – вид сбоку; б – вид сзади; в – вид снизу.

Фототаблица 6

Фиг. 1. Компактно приросшие створки раковин остреид на поверхности роста *Belemnitella mucronata mucronata* (Schlotheim); экз. СГУ SVB 76/40; слой № 3.

Фиг. 2. Разрозненные створки раковин остреид на поверхности роста *Belemnitella mucronata mucronata* (Schlotheim); экз. СГУ SVB 76/41; слой № 3.

Фиг. 3. *Monticulina vesicularis* (Lamarck); экз. СГУ SVB 76/27-1, левая створка: а – вид ксеноморфной площадки повторяющей поверхность объекта прикрепления, б – объект прикрепления – фрагмент устья раковины *Baculites* sp.; экз. СГУ SVB 76/27-2; слой № 3, нижние 4 м.

Фиг. 4. *Belemnitella mucronata mucronata* (Schlotheim); экз. СГУ SVB 76/38: а – брюшная сторона с неполным продольным расколом, б – пронизывающие сверления в альвеолярной части (X 2). Новоспасское, верхи слоя № 2.

Фиг. 5. *Belemnitella* sp.; экз. СГУ SVB 76/33. Многочисленные сверления на поверхности окатанного роста; слой № 2, основание.

Фиг. 6. *Monticulina vesicularis* (Lamarck); экз. СГУ SVB 76/51, левая створка. Вид со стороны макушки. Ксеноморфная площадка повторяющая поверхность раковины гастроподы; слой № 3.

Фиг. 7. *Monticulina vesicularis* (Lamarck); экз. СГУ SVB 76/53, левая створка. Вид со стороны макушки. Ксеноморфная площадка с сохранившейся поверхностью прикрепления – призматический слой раковины *Inoceramus* s.l.; слой № 3, нижние 4 м.

Фиг. 8. *Monticulina vesicularis* (Lamarck) приросшая к поверхности панциря морского ежа *Echinocorys* sp.; экз. СГУ 204/175: а – вид сзади; б – вид снизу; слой № 3.

скорости придонного течения. Панцири зачастую деформированы, но редко фрагментированы. Этот факт, видимо, связан с неглубоким погружением в осадок и последующими процессами его уплотнения.

После смерти достаточно крупные панцири морских ежей *Echinocorys* образовывали скопления на поверхности дна. До захоронения в осадок в условиях топкого ила даже один панцирь был удобной площадкой, на которой охотно селились многочисленные, более мелкие эпибентосные организмы. Отметим, что экспозиция панцирей на поверхности способствовала развитию зачастую нескольких «поколений» эпибионтов. Примером служит колония мшанок, прикрепленная к створке раковины устрицы, которая, в свою очередь, селилась на панцире *Echinocorys*. Другой пример – следы сверления на створке *Monticulina*, также прикрепленной к панцирю. Некоторые отверстия

идентифицируются как результат жизнедеятельности хищных гастропод. Несколько панцирей имеют многочисленные сгруппированные более мелкие отверстия в апикальной части, оставленные губками клионидами после частичного погружения панцирей в осадок.

Важными аспектами являются монотипность комплекса эхиноидей, представленных только родом *Echinocorys*, и совместное нахождение в отложениях нескольких видов этого рода. Последнее характерно для захоронения, описанного из кампанских отложений Вольской впадины [29]. Их генезис схож и, вероятно, может быть объяснен с двух позиций: тафономической и палеоэкологической. Учитывая «узловатую» текстуру вмещающих отложений, различную степень сохранности панцирей, можно предположить, что часть из них была размыта вместе с первичным осадком, подвергнута незначительной транспортировке и по-



вторному захоронению совместно с автохтонными панцирями, которые практически не несут следов посмертного перемещения.

В кампане описываемая территория, вероятно, представляла собой локальный пониженный участок палеорельефа на морском дне. Можно предположить, что нахождение нескольких видов *Echinocorys* в разновозрастных отложениях является результатом концентрации остатков форм, дифференцированных когда-то по глубине обитания и захороненных впоследствии совместно.

Данное захоронение – субавтохтонного типа с элементами гетерохронности.

Обсуждение результатов и выводы

Проводя сопоставление описанного разреза с известными в окрестностях Вольска (Саратовская область) [1, 2], необходимо указать на определенное сходство интервалов «узловатого» мела, отнесенного к сенгилеевской свите, как с точки зрения литологических особенностей, так и стратиграфической позиции. В частности, нижняя часть разреза «Новоспаское» (слой № 1 и нижние 3 м слоя № 2) сопоставляется в целом с близким по облику и разновозрастным (верхняя часть нижнего кампана) интервалом вольских разрезов, где внизу обнажены мергели, сменяющиеся выше плотной белой разностью узловатой текстуры, близкой к известняку. Из этих интервалов определялись кампанские белемниты, катацерамы, морские ежи и ассоциация фораминифер зоны LC 13 [1]. Практически вся толща сопоставлена с зоной *mammilatus* региональной стратиграфической схемы. Вместе с тем только верхи вольского «узловатого» мела уверенно были датированы нижней частью верхнего кампана при двучленном делении, в то время как описываемый разрез в большей степени верхнекампанский (зона *coesfeldiense/mucronata*). Такая позиция на основе полученных данных подтверждает предположение А. Г. Олферьева и А. С. Алексеева [6] о большей стратиграфической полноте сенгилеевской свиты в Поволжье. Лежащие выше образования сливатской свиты по сравнению с вольскими разрезами представлены заметно большей мощностью при слабой фаунистической характеристике, а наличие сгруженных ростров белемнитов и фосфоритовых окатышей (слой № 4) свидетельствует о наличии перерыва осадконакопления в начале сливатской фазы. Касаясь пространственного распространения отложений «узловатого» мела, отметим, что в разрезах писчего мела окрестностей Хвалынского, территориально лежащих ближе Вольска, образований, подобных описанному выше, а также вольским, не встречено. Очевидно, в середине кампана это был стабильно глубоководный участок, где накапливались более однородные карбонатные осадки, а новоспаский и вольский участки, лежащие северо-западнее и южнее хвалынского, оказались в области равномерно и медленно погружающегося

мелководья, существовавшего продолжительное время, когда наблюдались более интенсивная динамика придонных вод и активность бентоса.

Проведенные исследования показали, что кампанский разрез «Новоспаское», расположенный в юго-западной части Ульяновской области, близок по своему облику разновозрастным образованиям севера Саратовской области (окрестности г. Вольска). Описываемые отложения сенгилеевской свиты соотносятся с зоной *mammilatus* нижнего и в большей степени *coesfeldiense/mucronata* верхнего кампана. Выше лежащие образования сливатской свиты фаунистически охарактеризованы слабее, что требует дальнейшего изучения. Стратиграфическая позиция кровли разреза вследствие элювиирования менее определенная. Находки белемнитов указывают на присутствие отложений зон *licharewi/grimensis* и *lanceolata* региональной стратиграфической схемы.

Выражаем искреннюю благодарность И. Валяцкину (Варшавский университет) и А. В. Иванову (Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.) за консультации и помощь при описании комплекса двустворчатых моллюсков, Е. В. Попову (Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского) в организации и проведении полевых работ, а также И. М. Стеньшину (Ульяновский областной краеведческий музей) за предоставленный материал.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-35-00192 мол_а).

Библиографический список

1. Олферьев А. Г., Беньямовский В. Н., Иванов А. В., Овечкина М. Н., Сельцер В. Б., Харитонов В. М. Верхнемеловые отложения севера Саратовской области. Статья 1. Разрез карьера «Большевик» в окрестностях Вольска // Бюл. МОИП. Отд-ние геол. 2009. Т. 84, вып. 2. С. 5–22.
2. Первушов Е. М., Сельцер В. Б., Калякин Е. А. Макрофаунистический комплекс кампанского палеобассейна Вольской впадины (север Саратовского Поволжья) // Материалы LXI сессии Палеонтол. о-ва РАН. СПб. : ВСЕГЕИ, 2015. С. 84–86.
3. Никитин В. Н., Бурнаев В. С., Жукова Г. А., Шамсутдинов Р. Х., Золотарев В. П., Каримова Х. Х., Адаменко Т. В., Падалица А. З. Объяснительная записка к Гостеологической карте. (М. 1:200 000). Серия Средневожская. Лист N-38-XXX (Новоспаское). СПб. : Недра, 2002. 176 с.
4. Christensen W. K. Belemnites from the Coniacian to Lower Campanian Chalks of Norfolk and southern England // Palaeontology. 1991. Vol. 34. P. 695–749.
5. Найдин Д. П. Верхнемеловые белемниты Русской платформы и сопредельных областей. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1964. 190 с.
6. Олферьев А. Г., Алексеев А. С. Стратиграфическая схема верхнемеловых отложений Восточно-Европейской платформы : объяснительная записка. М. : ПИН РАН, 2005. 203 с.



7. Christensen W. K. The Late Cretaceous belemnite family Belemnitellidae: Taxonomy and evolutionary history // Bulletin of the Geol. Soc. of Denmark. 1997. Vol. 44. P. 59–88.
8. Christensen W. K. Belemnitella from the Upper Campanian and Lower Maastrichtian Chalk of Norfolk, England // Spec. Papers in Palaeontology. 1995. № 51. 84 p.
9. Найдин Д. П. Верхнемеловые белемнителлы и белемнителлы Русской платформы и некоторых сопредельных областей // Бюл. МОИП. Отд-ние геол. 1964. Т. 39, вып. 4. С. 85–97.
10. Найдин Д. П. Подкласс Endocochlia – внурираковинные // Атлас верхнемеловой фауны Донбасса. М. : Недра, 1974. С. 197–240.
11. Niebur B., Hampton M. J., Gallagher L. T., Remin Z. Integrated stratigraphy of the Krons Moor section (northern Germany), a reference point for the base of the Maastrichtian in the Boreal Realm // Acta Geologica Polonica, 2011. Vol. 61, № 2. P. 193–214.
12. Remin Z. The Belemnella stratigraphy of the Campanian-Maastrichtian boundary; a new methodological and taxonomic approach // Acta Geologica Polonica, 2012. Vol. 62, № 3. P. 495–533.
13. Гужиков А. Ю., Беньямовский В. Н., Барабошкин Е. Ю., Гужикова А. А., Калякин Е. А., Копаевич Л. Ф., Первушов Е. М., Сельцер В. Б., Яковишина Е. В. К вопросу о нижней границе маастрихта в Саратовском Поволжье // Меловая система России и ближнего Зарубежья : проблемы стратиграфии и палеогеографии : сб. науч. тр. Владивосток : Дальнаука, 2014. С. 103–106.
14. Giers R. Die Großfauna der Mukronatenkreide (unteres Obercampan) im östlichen Münsterland // Fortschr. Geol. Rheinld. und Westf. 1964. Vol. 7. P. 213–294.
15. Walaszczyk I. Biostratigraphie und Inoceramen des oberen Unter-Campan und unteren Ober-Campan Norddeutschlands // Geol. und Paläontol. in Westfalen. 1997. Hf. 49. P. 3–111.
16. Халафова Р. А. Фауна и стратиграфия верхнемеловых отложений юго-восточной части Малого Кавказа и Нахичиванской АССР. Баку : Азерб. гос. изд-во, 1969. 413 с.
17. Sornay J. Trois espèces nouvelles d'Inocérames du Sénomien de Madagascar // Annal. Paléontologie (Invertébrés). 1975. Vol. 61 (1). P. 19–29.
18. Арзуманова Е. М. Новые представители семейства иноцерамид в нижнекампанских отложениях восточного Копет-Дага // Изв. АН Туркменской ССР. Сер. физ.-техн., хим. и геол. наук. 1965. № 1. С. 100–110.
19. Калякин Е. А. Позднемеловые морские ежи Центрально-норусской палеобиогеографической провинции // Проблемы палеоэкологии и исторической геоэкологии : сб. тр. Всерос. науч. конф., посвящ. памяти проф. В. Г. Очева. Саратов : Изд-во СГТУ, 2017. С. 90–96.
20. Lambert J. Description des Echinides cretaces de la Belgique. I. Etude monographique sur le genre Echinocorys // Mem. mus. Roy. Hist. Nat. de Belgique. 1903. Vol. 2. 169 p.
21. Smiser J. S. A revision of the Echinoid genus Echinocorys in the senonian of Belgium // Mem. museum Royal histoire naturelle de Belgique. 1935. № 67. 60 p.
22. Smiser J. S. A monograph of the Belgian cretaceous echinoids // Mem. museum Royal histoire naturelle de Belgique. 1935. № 68. 98 p.
23. Robaszynski F., Dhondt A. V., Jagt G. W. M. Cretaceous lithostratigraphic units (Belgium) // Geologica Belgica. 2001. Vol. 4, № 1–2. P. 121–134.
24. Robaszynski F. Maastrichtian // Current status of chronostratigraphic units named from Belgium and adjacent areas // Geologica Belgica. 2006. Vol. 9, № 1–2. P. 63–72.
25. Савчинская О. В. Эхиноидеи // Атлас верхнемеловой фауны Донбасса. М. : Недра, 1974. С. 303–332.
26. Сельцер В. Б., Иванов А. В. Моллюсковый комплекс нижнего кампана юго-западной части Елшано-Сергиевской флексуры (Саратовское Поволжье) // Сб. тр. Всерос. науч. конф., посвящ. 100-летию проф. В. Н. Шиманского. М. : ПИН РАН, 2016. С. 271–289.
27. Найдин Д. П. Морфология и палеобиология верхнемеловых белемнитов. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1969. 300 с.
28. Breton G., Wisshak M., Néraudeau D., Morel N. Parasitic gastropod bioerosion trace fossil on Cenomanian oysters from Le Mans, France and its ichnologic and taphonomic context // Acta Palaeontologica Polonica. 2017. Vol. 62 (1). P. 45–57.
29. Калякин Е. А. Биостратиграфия кампана Вольской впадины по морским ежам // Геологические науки-2014 : материалы Всерос. науч.-практ. конф. Саратов : Изд-во СО ЕАГО, 2014. С. 37–42.

Образец для цитирования:

Сельцер В. Б., Калякин Е. А., Ильинский Е. И. Верхнемеловые отложения и биостратиграфия разреза «Новоспасское» (юго-запад Ульяновской области) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 3. С. 198–213. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-198-213.

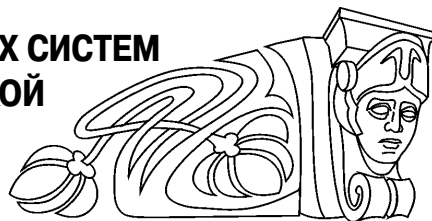
Cite this article as:

Seltser V. B., Kalyakin E. A., Ilinskiy E. I. Upper Cretaceous Deposits and Biostratigraphy of the «Novospasskoe» Section (South-West of the Ulyanovsk Region). *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2018, vol. 18, iss. 3, pp. 198–213 (in Russian). DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-198-213.



УДК 551.435.1:628.4 (470.44-25)

САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ОБРАЖНО-БАЛОЧНЫХ СИСТЕМ И ПРОБЛЕМА ОРГАНИЗАЦИИ СТОКА С ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ САРАТОВА В КОНЦЕ XIX ВЕКА



А. С. Шешнёв, М. В. Ковалёв

Шешнёв Александр Сергеевич, кандидат географических наук, заведующий лабораторией геоэкологии, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, sheshnev@inbox.ru

Ковалёв Михаил Владимирович, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Архива РАН, kovalevmv@yandex.ru

В конце XIX в. для решения проблем благоустройства на территории Саратова была создана городская санитарная комиссия. В 1890 году она провела осмотр Глебучева оврага – зоны санитарного и экологического неблагополучия. По результатам исследований санитарные врачи подготовили анализ состояния территории и рекомендации по благоустройству Саратова. Высказанные мнения существенно различались и отражали разные взгляды на механизмы улучшения санитарно-гигиенической обстановки. Проблема организации поверхностного стока в центральной части города актуальна до настоящего времени.

Ключевые слова: история природопользования, благоустройство городов, санитарное состояние, овраг, Саратов.

Sanitary Condition of the Gully System and the Problem of the Organization of Runoff from the City Territory of Saratov in the Late XIX Century

A. S. Sheshnev, M. V. Kovalev

Aleksandr S. Sheshnev, ORCID 0000-0003-3566-8652, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, sheshnev@inbox.ru

Mikhail V. Kovalev, ORCID 0000-0002-4722-818X, Archive of the Russian Academy of Sciences, 34, Novocheryemushkinskaya Str., Moscow, 117218, Russia, kovalevmv@yandex.ru

At the end of the 19th century the urban sanitary commission was created for the solution of problems of improvement in the territory of Saratov. In 1890 this commission made the inspection of Glebucheve ravine as zones of sanitary and ecological trouble. By results of researches health officers prepared the analysis of a condition of the territory and the recommendation on the improvement of Saratov. The expressed opinions differed significantly, and reflected the different views on the mechanism of improvement of the sanitary and hygienic situation. This article is based on archival documents, which was used for the first time.

Key words: history of nature management; improvement of cities; sanitation condition; gully; Saratov.

DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-214-218

Введение

Во второй половине XIX в. вопрос о санитарно-гигиеническом состоянии городов с новой силой поднят и в России, и в Европе, став предметом жарких научных дискуссий. Непременными их участниками были врачи. Признавалось, что стремительный рост городов порождает новые социальные и санитарно-гигиенические риски. Эти дискуссии стимулировали поиск решения накопившихся проблем, способствовали прогрессу медицины и улучшению гигиенической культуры [1].

Последствия Великих реформ 1860–1870-х гг. отразились на ускорении урбанизационных процессов в России. В пореформенный период происходила трансформация системы управления, становление новых форм взаимоотношений власти и общества, развитие гражданского правосознания. Городовое положение 1870 г. передало целый комплекс хозяйственных вопросов в руки местной администрации. Среди прочего она должна была взять на себя часть функций по благоустройству города, которые раньше регулировались государственной инициативой [2]. Создание санитарных комиссий при городских управах внесло значительный вклад в благоустройство населенных пунктов по всей стране [3].

К концу XIX в. Саратов стал одним из самых динамично развивающихся городов Российской империи. В пореформенную эпоху он превратился в важный промышленный, торговый и одновременно культурный центр. По числу жителей Саратов занимал 10–12-е место в империи, а в границах собственно России – 3-е место, уступая лишь Санкт-Петербургу и Москве. В 1897 г. в Саратове проживало 137 тыс. чел., а в 1913 г. – уже 242 тыс. [4]. Стремительный рост города породил массу санитарно-гигиенических проблем, поставил вопрос о совершенствовании медико-санитарного контроля. Ощущалась острая потребность в развитии системы канализации и водоснабжения, утилизации бытовых отходов, озеленении и других мероприятиях.

Саратов стал одним из первых городов Российской империи, где на должном уровне были поставлены медико-статистические исследования. В 1877 г. было образовано Саратовское санитарное общество, занявшееся вопросами гигиены, санитарного надзора, борьбой с эпидемиями в городе. Именно оно в 1886 г. составило программу медико-топографического изучения санитарно-



эпидемиологического состояния Саратова [5, 6]. Санитарное состояние города во многом зависит от ландшафтных условий селитебных площадей. У Саратова в этом плане имелась своя специфика, в значительной степени вызванная расчлененностью города множеством оврагов и балок. Историческая часть города располагается в своеобразном треугольнике, опирающемся двумя сторонами на берег Волги и Глебучев овраг. Именно этот овраг в течение многих десятилетий был приемником разнообразных жидких и твердых отходов и выступал в качестве зоны санитарного и экологического неблагополучия.

Санитарное состояние долины Глебучева оврага в конце XIX века

В «Деле о санитарном осмотре Глебучева оврага» содержатся результаты маршрутного исследования и материалы дискуссии санитарных врачей о сценариях благоустройства Саратова в 1890 г. [7]. Полевые работы по изучению санитарного состояния оврага были запланированы на 17 апреля 1890 г., для чего была создана специальная комиссия во главе с врачебным инспектором Саратовской губернии И. Н. Буховцевым. Врачебное отделение Саратовского губернского правления просило саратовского губернского землемера командировать землемеров для съемки плана Глебучева оврага, а саратовского городского врача пригласить для участия в комиссии околоточных надзирателей (чиновник городской полиции, который ведал минимальным полицейским участком). После проведения санитарного осмотра комиссией был подготовлен специальный протокол. В нем констатировалось, что верховья обследованного участка от Астраханской улицы до Казанского моста чище остальной части оврага, которая была почти повсеместно завалена грудями навоза.

В овраге имелись естественные выходы довольно чистых подземных вод, но, вместе с тем, в русла их водотоков спускались загрязненные жидкости из бань. По Астраханской улице находилась дамба со сливами, куда направлялся сток солодовенного завода, вода в этой местности застаивалась и тухла. В данном районе по сравнению с другими долина оврага в целом сохранялась относительно чистой, имелись два вишенника, хотя и там местами лежали пласты старого навоза. По словам жителей, вода из колодцев была солоноватая. Еще в 1887 г. по распоряжению губернских властей закрыт и засыпан один из колодцев, находившихся в овраге, так как проведенный анализ показал непригодность воды к употреблению и людьми, и животными. На правом борту оврага комиссией обнаружена труба, выходящая из землянки, в которой топили сало и варили мыло. Продукты горения выходили из трубы прямо под крышу постройки. Ввиду

угрозы пожара комиссия потребовала от владельца землянки вывести трубу на крышу постройки или закрыть ее вовсе. Над бортами оврага имелись постройки, из которых отходы и жидкости сбрасывались непосредственно в овраг. В ходе осмотра местный житель А. Сухоруков жаловался на живущего выше по оврагу некоего Алексеева и просил убрать соседский туалет, из которого под его дом стекались нечистоты.

Дискуссии о благоустройстве территории

По результатам работы санитарными врачами П. Д. Суходеевым и И. И. Моллесоном составлены письменные «мнения», в которых анализировалось санитарное состояние оврага и выдвигались предложения о благоустройстве города.

П. Д. Суходеев 1 мая 1890 г. предоставил свое мнение во Врачебное отделение Губернского правления. Врач подчеркнул, что благоустройство Глебучева оврага тесно связано с вопросом оздоровления города в целом, отметил значение оврагов для города как естественного и незаменимого дренажа. По мнению П. Д. Суходеева, из-за многочисленности ручьев, пробивающихся по бортам оврага, высокого уровня вод в овражных колодцах, засыпать овраг значило затруднить исток подпочвенных вод, что неминуемо ухудшит санитарное состояние города. С его точки зрения, обнаруженные вопиющие санитарные нарушения не должны быть поводом для засыпки оврага, а только лишний раз подтверждали бездействие полиции в санитарном деле.

Но заменить овраги канализацией Саратову было не по средствам. П. Д. Суходеев предложил обратить овраги в сточные канавы, для чего разработал комплекс рекомендаций: 1) выпрямить и выровнять русло Глебучева оврага и его отрогов, образовать из русла канал, который способен вместить и вынести все воды, провести слив такого канала дальше в Волгу с тем расчетом, чтобы при быстром течении нечистоты уносились дальше от берега и быстрее разлагались в реке; 2) разработать родники и колодцы в овраге, сделать шлюзы для промывки канала, разжижения нечистот и тушения пожаров в овраге; 3) провести в овраг ветвь водопровода и предоставить жителям пользование водой по уменьшенной таксе; 4) отвести и отгородить в расширении оврага места для свалки навоза и выделки кизяков, а избыток навоза сжигать в особо приспособленных местах, утилизируя топливо для какой-либо технической цели; 5) укрепить берега оврага и все его пространство, незанятое каналом, посадкой быстрорастущих деревьев или каким-либо другим способом; 6) запретить рыть в овраге глину и не позволять увеличивать дворные места свалкой навоза; 7) выделить из штата городской полиции особую овражную полицию; 8) набережную Волги снабдить водопроводными кранами с правом бесплатного ведерного пользования.



П. Д. Суходеев понимал неоднозначность предложения о выносе нечистот в Волгу, но считал невозможным ставить вопрос о загрязнении шаблоном по отношению ко всем рекам. Он ссылаясь на мнение врача-гигиениста профессора Ф. Ф. Эрисмана о том, что сохранение чистоты речной воды – вещь условная, и общего, применимого ко всем случаям решения вопроса о спуске нечистот в реки не существует. Осознавая перспективу загрязнения Волги в результате реализации предложенных мер по благоустройству Глебучева оврага, санитарный врач отмечал необходимость принимать во внимание соотношение количества нечистот к массе речной воды, скорость течения реки и место расположения городского водозабора. В этом плане Саратов был в выгодном положении: вода для водопровода бралась выше оврагов и города, а коренная Волга в то время была многоводной с быстрым течением. И вновь в качестве доказательства П. Д. Суходеев ссылается на авторитет Ф. Ф. Эрисмана и его научные идеи: «Если бы вопрос был поставлен ребром, если бы чистота городской почвы могла быть приобретена только при одновременном загрязнении протекающей через город реки, то в таком случае ... мы без сомнений высказались бы за то, чтобы почва под нашими ногами была очищена и сохранена в чистоте во что бы то ни стало, даже если иначе нельзя, в ущерб чистоте воды» [7, л. 13].

В июне 1890 г. свое мнение во Врачебное отделение представил врач И. И. Моллесон, внесший значительный вклад в развитие санитарного дела в Саратовском Поволжье. Он отмечал выгодное для естественного дренажа положение Саратова между оврагами и Волгой. По его мнению, овраги – природные каналы города, но, не имея геологического разреза через территорию города, сложно оценить их роль как естественного дренажа. И. И. Моллесон соглашался с общими положениями П. Д. Суходеева о недопустимости засыпки оврагов и предлагал усилить и развить пользование ими, обязательно установить специальный строгий медико-полицейский надзор. Однако в остальных вопросах между врачами образовались серьезные расхождения. Так, И. И. Моллесон выступил против открытых каналов через Глебучев овраг ввиду угрозы зловонного запаха. Он не соглашался с П. Д. Суходеевым по вопросу игнорирования загрязнения волжских вод, считая ошибочными представления о самоочищении рек и полном разложении нечистот под воздействием водных масс. И. И. Моллесону представлялась важной проблема накопления в реках загрязненных донных илов, которые летом при низком уровне вод обнажаются и могут служить причиной повышенной заболеваемости. Врач считал, что подобные явления могли бы случиться и с протокой Волги у Саратова – Тарханкой. В результате сбрасывания отходов в реку через 3–4 года протока могла окончательно обмелеть и

все пространство вдоль набережной превратилось бы в одну «общую длинную клоаку».

Санитарные требования об оздоровлении города сформулированы И. И. Моллесоном таким образом: 1) начало городского водопровода следует перенести из мелководной Тарханки в коренную Волгу; 2) дать возможность пользоваться этой водой всем жителям, установить водопроводные будки с кранами с правом бесплатного ведерного пользования; 3) канализовать город в направлении с одной стороны к Глебучеву, с другой – к Белоглинскому оврагу, на дно которых заложить главные трубы; 4) концы этих труб на берегу снабдить очистительными аппаратами, выводные трубки протянуть за Тарханку, но не в нее, а за пески к коренной Волге так, чтобы содержимое изливалось в реку уже в измененном виде как в физическом, так и в химическом отношении; 5) разработать устья и русла ключей, направленных к Тарханке, на всем протяжении города для осушки берега и заняться засаживанием набережной деревьями; укрепить откосы или берега обоих оврагов; упорядочить свалку в них навоза для выделки кизяков; запретить заселение оврагов и их застраивание; 6) образовать особую санитарную полицию для специального ежедневного наблюдения за чистотой дворов и улиц в городе; во главе всего санитарного дела поставить особое постоянное санитарное отделение при городской управе с санитарными врачами и техником. И. И. Моллесон указывал, что если у города не будет средств на устройство канализации (что было ожидаемо), то пункт № 3 перечисленных требований допустимо не учитывать и обратить внимание сугубо на пункт № 5, сделав упор на тщательную разработку вопроса о выводе общественных нечистот [7, л. 18–26].

В материалах по результатам обследования оврага имеется еще одно «мнение». Установить, кто был его автором и какую занимал должность, не удалось. В документе говорится, что обмеление снабжавшей большую часть населения города водой протоки Тарханки в 1889 г. и 1890 г. доказало, насколько важно заботиться о чистоте всех стекавших в нее жидкостей. Дно Тарханки, в которую в большом количестве поступали сточные воды Глебучева оврага, при обмелении представляло собой большую площадь, пропитанную разлагавшимися органическими отходами, которые служили причиной разнообразных болезней в Саратове. Врачебная администрация в течение всего лета 1889 г. была вынуждена принимать меры против загрязнения Глебучева оврага и берега Тарханки навозом и всякого рода отходами. Глебучев и Белоглинский овраги и Тарханка загрязнялись водами из бань и других заведений, что при отсутствии канализации врачебная администрация предотвратить не могла.

Для устранения загрязнения реки требовались совместные действия городского правления и санитарных врачей. По мнению анонимного



автора, для этого было необходимо: 1) запретить спускать всякого рода жидкости (из частных домов, бань и других заведений) в овраги и Тарханку, разрешить это делать только через устроенные колодцы или фильтры; 2) снабдить все уличные водостоки такими колодцами или фильтрами; 3) организовать особую полицию для наблюдения за правильным функционированием таких колодцев и за поддержанием чистоты в оврагах и на берегу Волги; 4) устранить свалку навоза как в оврагах, так и в окрестностях; 5) разрешить выделку кизяков только за городом, куда должен вывозиться навоз; 6) желательно выселить из оврагов живущих там людей, которые принадлежали «самому бедному и, вместе с тем, невежественному классу общества, которые были не в состоянии понять, какой вред они приносили всему населению Саратова, засоряя главный источник водоснабжения»; во всяком случае, не давать разрешения на новые постройки и не позволять ремонтировать старые; 7) разработать все родники в оврагах, лежащие выше их русла; 8) обсадить овраг скорорастущими деревьями, уничтожить все запруды, чтобы дать свободный сток стекавшим по оврагам жидкостям; 9) если овраг остался бы заселенным, нужно было провести водопровод с водоразборной будкой с бесплатным отпуском воды, чтобы избавить население от потребления негодной воды из колодцев.

Автор не соглашался с предложением П. Д. Суходеева о превращении оврагов в сточные каналы, через которые предполагалось спускать в Волгу или Тарханку все нечистоты города. В случае реализации проекта более половины населения Саратова оказалось бы окруженным со всех сторон собственными нечистотами и иными отходами. К тому же во время обмеления Тарханки жителям пришлось бы пить воду, которую не в состоянии очистить никакой фильтр. По мнению автора, спуск нечистот из оврагов в закрытых каналах в Волгу по проекту И. И. Моллесона невозможно осуществить на практике, так как русло Волги было выше Тарханки [7, л. 10–11].

Причины и последствия отсутствия решений санитарно-экологических проблем

Несмотря на остроту проблемы и плодотворные дискуссии, городские власти в конце XIX в. не могли реализовать на практике выданные предложения по улучшению состояния оврагов. Инициативы остались без движения, причина чего кажется вполне очевидной и традиционной – нехватка средств. Варианты использования оврагов как наиболее дешевого способа для сброса городских канализационных стоков в Волгу без очистки блокировались на уровне МВД [8]. Для городских властей было важно найти такое решение санитарных

проблем, которое соотносилось бы с возможностями бюджета. Попытки использовать в процессе благоустройства частный капитал далеко не всегда заканчивались успехом. В итоге отсутствие решительных мер по улучшению санитарно-гигиенического состояния территории служило важным фактором распространения холерных эпидемий, и для Саратова это была очень серьезная проблема [9, 10].

В крупных городах, подобных Саратову, где бурно развивались производство и торговля, увеличивалось население, санитарно-гигиенические проблемы обострялись. В процесс поиска способов их решения оказались вовлечены как представители власти, так и местного интеллектуального сообщества. К последней группе принадлежали и врачи, социально-культурный статус которых резко возрос в пореформенный период. И санитарные врачи, и администрация в Саратове осознавали необходимость перестройки городского быта. В данном случае они выступали союзниками в приверженности идеям прогресса. Идеи и предложения врачей далеко не всегда находили понимание у рядовых горожан, привыкших к особому жизненному укладу. Согласно историко-антропологической терминологии произошло столкновение «ученой культуры» с «народной культурой». Отражение этого конфликта мы отчетливо видим в документах того времени, где можно встретить предложения принудительно выселить из оврага представителей «самого невежественного класса общества». Однако в обрисованной врачебной дискуссии столкнулись не только социальные, но и сугубо научные факторы, разные теоретические и практические подходы к решению санитарно-гигиенических проблем. Заметим, что врачи пытались выявить географическую приуроченность санитарных проблем.

Ряд положений, высказанных врачами в ходе дискуссии, с современных позиций выглядят спорно. Например, реализация предложения П. Д. Суходеева о сооружении канала в русле Глебучева оврага и выводе по нему стоков в протоку Волги у Саратова неминуемо обострила бы проблему обмеления волжской протоки и ее санитарное состояние. Рекомендацию И. И. Моллесона о выводе сточных вод в трубах через протоку Тарханку, затем через речные острова далее в гипсометрически выше расположенное коренное русло Волги было невозможно реализовать на практике. В плане реализуемости и комплексности наиболее полными являются предложения анонимного третьего автора. Отметим, что ряд рекомендаций врачей остается актуальным до настоящего времени. На отдельных участках в долине Глебучева оврага до сих пор складываются отходы, не проведено ландшафтного планирования и комплексного благоустройства, а часть населения ветхого жилого фонда по-прежнему проживает в условиях



санитарно-экологического неблагополучия. Вопреки предложениям большая часть оврагов со временем засыпаны, что спровоцировало ряд опасных природно-техногенных процессов – подтопление, заболачивание, оползни.

Заключение

Значение и смысл обрисованной дискуссии выходит далеко за локальные рамки. В ней раскрываются новые стороны взаимоотношений власти, ученого сообщества и горожан. Отметим, что санитарные врачи, являясь государственными служащими, одновременно выступали в качестве общественных деятелей. Как заметил В. И. Вардугин [11], порой трудно разобраться, где кончалась их общественная активность и начинались служебные обязанности. Пореформенный период в России был временем активных гражданских инициатив, несмотря на узость и малочисленность просвещенного сообщества, бурного развития общественных организаций, в том числе врачебных, временем научного прогресса [12]. Потому в решении санитарных проблем сплетался сложный комплекс социальных и идейных мотивов. Итоги этих дискуссий показали серьезный изъян системы городского управления – глубокое осознание существующих проблем и неспособность оперативно их решить.

Проблема организации поверхностного стока с центральной части городской территории актуальна до сих пор. Построенный в 1960-х гг. в тальвеге Глебучева оврага ливневый коллектор к настоящему времени технически устарел, имеющиеся в нем несанкционированные подключения резко ухудшают качество вод, поступающих без очистки в Волгоградское водохранилище.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых (проект МК-5758.2018.5).

Библиографический список

1. Болезнь и здоровье : новые подходы к истории медицины / ред. Ю. Шлюкбом, М. Хагнер, И. Сироткина. СПб. : Алетейя, 2008. 304 с.
2. Зорин А. Н. Население и пространство провинциальных городов России : опыт и итоги государственной реформации // Культуры городов Российской империи на рубеже XIX–XX веков. СПб. : Европейский Дом, 2009. С. 174–192.
3. Шерстнева Е. В. Благоустройство городов и санитарный надзор в России в конце XIX – начале XX века // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2015. Т. 23, № 2. С. 52–56.
4. Мезин С. А. Старый Саратов в воспоминаниях деятелей культуры // Культуры городов Российской империи на рубеже XIX–XX веков. СПб. : Европейский Дом, 2009. С. 83–97.
5. Миропольский В. Общий очерк деятельности «Общества Саратовских санитарных врачей»: с мая 1886 г. по январь 1893 г. Саратов: Типография Губернского Земства, 1893. 55 с.
6. Райкова С. В., Завьялов А. И., Луцевич И. Н., Мясникова И. В. Научно-практический вклад общества санитарных врачей в развитие здравоохранения и становление санитарной службы в Саратовской губернии в конце XIX – начале XX века // Саратов. науч.-мед. журн. 2011. Т. 7, № 1. С. 176–181.
7. Дело о санитарном осмотре Глебучева оврага // ГАСО. Ф. 79. Оп. 1. Д. 458. 1890. 35 л.
8. Зайцев М. В. Саратовская городская дума (1871–1917). Саратов : Техно-Декор, 2017. 408 с.
9. Henze Ch. E. Disease, Health Care and Government in Late Imperial Russia : Life and Death on the Volga, 1823–1914. Abingdon ; N. Y. : Routledge, 2011. 227 p.
10. Ковалев М. В., Шешнёв А. С. Факторы развития и распространения холерных заболеваний в Саратове (конец XIX – начало XX века) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5, География. 2017. № 1. С. 55–62.
11. Вардугин В. И. Во благо народного здравия. Саратов : Приволж. кн. изд-во, 2005. 240 с.
12. Bradley J. Voluntary Associations in Tsarist Russia : Sciences, Patriotism and Civil Society. Cambridge : Harvard University Press, 2009. 366 p.

Образец для цитирования:

Шешнёв А. С., Ковалёв М. В. Санитарное состояние овражно-балочных систем и проблема организации стока с городской территории Саратова в конце XIX века // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 3. С. 214–218. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-214-218.

Cite this article as:

Sheshnev A. S., Kovalev M. V. Sanitary Condition of the Gully System and the Problem of the Organization of Runoff From the city Territory of Saratov in the Late XIX Century. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2018, vol. 18, iss. 3, pp. 214–218 (in Russian). DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-214-218.