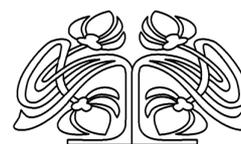




Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского»

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 1

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

СОДЕРЖАНИЕ

Научный отдел

География

Виноградова В. Д., Молочко А. В., Морозова В. А. Возможности геомаркетинга для определения оптимального местоположения банковского отделения (на примере филиальной сети Сбербанка г. Саратова) 4

Ефимова И. В., Чубаренко И. П. Фрагментация пластикового мусора в прибойной зоне моря: лабораторный эксперимент на примере пенополистирола 10

Ломов С. П., Спиридонова И. Н. Геохимические условия современных и погребенных почв курганных захоронений лесостепной зоны Среднего Поволжья 14

Преображенский Ю. В., Макарецва Л. В. Территориальные аспекты и принципы трансформации культурного пространства города (на примере Саратова) 22

Геология

Бирюков А. В. О стратиграфическом значении эластобранхий (Chondrichthyes, Elasmobranchii) в сеномане Правобережного Поволжья 27

Гужикова А. А. Первые магнитостратиграфические данные по маастрихту Горного Крыма (Бахчисарайский район) 41

Коробов А. Д., Ахлестина Е. Ф., Коробова Л. А., Логинова М. П., Колотухин А. Т., Мухин В. М. Аутигенный доломит высокоуглеродистых пород баженовской свиты – показатель режима активного сингенетического нафтидогенеза 50

Титов Ю. В., Астаркин С. В., Гончаренко О. П., Колпаков В. В., Гудушкина О. В. Литогеохимическая характеристика терригенных пород сортымской свиты Пякхтинского месторождения (север Западной Сибири) 54

Шешнёв А. С., Ерёмин В. Н., Прокофьева Е. В., Решетников М. В. Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвенном покрове городского парка города Вольска 62

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 14.02.18.

Формат 60x84 1/8.

Усл. печ. л. 8,14 (8,75).

Тираж 500 экз. Заказ 16-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 работы, 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 работы, 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

Vinogradova V. D., Molochko A. V., Morozova V. A. Possibilities of Geomarketing to Determine the Optimal Location of the Banking Department (with the Branch Network of Sberbank, Saratov as an Example) 4

Efimova I. V., Chubarenko I. P. Fragmentation of Plastic Garbage in the Surf Zone of the Sea: a Laboratory Experiment on the Example of Expanded Polystyrene 10

Lomov S. P., Spiridonova I. N. Geochemical Conditions of Contemporary and Destroyed Soils of Curegenal Burials of the Forest-steppe Zone of the Middle Volga Region 14

Preobrazhenskiy Yu. V., Makarceva L. V. Spatial Aspects and Principles of the Transformation of the Cultural Space of the City (on the Example of Saratov) 22

Geology

Biriukov A. V. On the Stratigraphic Significance of Elasmobranchs (Chondrichthyes, Elasmobranchii) in the Cenomanian of the Volga River Basin (Right Bank) 27

Guzhikova A. A. First Magnetostratigraphic Data on the Maastrichtian of Mountain Crimea (Bakhchysarai Region) 41

Korobov A. D., Ahlestina E. F., Korobova L. A., Loginova M. P., Kolotukhin A. T., Mukhin V. M. Auutygenic Dolomite High-carbon Radials Bajenovskaya Switches – Indicator of the Regime Active Singenic Naptidogenesis 50

Titov Y. V., Astarkin S. V., Goncharenko O. P., Kolpakov V. V., Guduchkina O. V. Lithochemical Properties of Terrigenous Rocks of Sortymsky Suite of Pyakyakhinskoye Field (North of Western Siberia) 54

Sheshnev A. S., Eremin V. N., Prokofeva E. V., Reshetnikov M. V. The Content of Mobile Forms of Heavy Metals in a Soil Cover of the City Park of Volsk Town 62



**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 им. Н. Г. Чернышевского (Саратов, Россия)

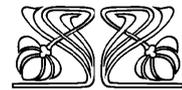
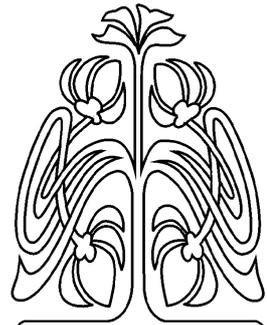
Диденко Алексей Николаевич, доктор геол.-минерал. наук, член-корреспондент РАН, директор ФГБУН Институт тектоники и геофизики имени Ю. А. Косыгина ДВО РАН (Хабаровск, Россия)

Коробов Александр Дмитриевич, доктор геол.-минерал. наук, профессор, заведующий кафедрой геологии и геохимии горючих ископаемых Саратовского национального исследовательского государственного университета им. 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 им. Х. Абовяна (Ереван, Армения)

Шурыгин Борис Николаевич, доктор геол.-минерал. наук, профессор, член-корреспондент 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)

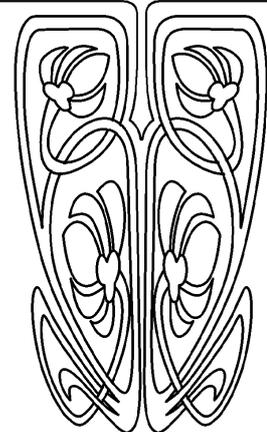
Aleksandr D. Korobov (Saratov, Russia)

Yuriy M. Semenov (Irkutsk, Russia)

Ashot V. Khoetsyan (Yerevan, Armenia)

Boris N. Shurygin (Novosibirsk, Russia)

**РЕДАКЦИОННАЯ
КОЛЛЕГИЯ**





ГЕОГРАФИЯ

УДК 349.414 (470.44)

ВОЗМОЖНОСТИ ГЕОМАРКЕТИНГА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ БАНКОВСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ (на примере филиальной сети Сбербанка г. Саратова)

В. Д. Виноградова, А. В. Молочко, В. А. Морозова

Виноградова Валерия Дмитриевна, ведущий картограф ООО «САРАТОВРЕГИОНПРОЕКТ», valeriya.v@mail.ru

Молочко Анна Вячеславовна, кандидат географических наук, и.о. заведующего кафедрой экономической и социальной географии, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, farik26@yandex.ru

Морозова Валерия Андреевна, аспирант, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, riukarin@gmail.com

В статье представлен опыт практической реализации инструментов геомаркетинга и ГИС-технологий для оптимизации, а также более успешного функционирования филиалов ПАО Сбербанк г. Саратова.

Ключевые слова: геомаркетинг, ГИС, картография, банковский сектор, Сбербанк, Саратов.

Possibilities of Geomarketing to Determine the Optimal Location of the Banking Department (with the Branch Network of Sberbank, Saratov as an Example)

V. D. Vinogradova, A. V. Molochko, V. A. Morozova

Valeriya D. Vinogradova, ORCID 0000-0001-9429-8626, «SARATOVREGIONPROJECT», 84/86, Shelkovichnaya Str., Saratov, 410004, Russia, valeriya.v@mail.ru

Anna V. Molochko, ORCID 0000-0003-4877-207X, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, farik26@yandex.ru

Valeria A. Morozova, ORCID 0000-0002-5768-1201, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, riukarin@gmail.com

The article presents the practical implementation of geomarketing tools and GIS technologies in the search for ways to optimize, as well as more successful operation of the branches of PJSC Sberbank in Saratov.

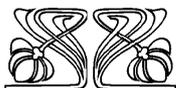
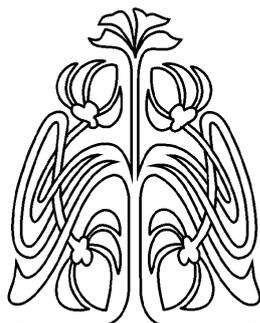
Key words: geomarketing, GIS, cartography, banking, Sberbank, Saratov.

DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-4-9

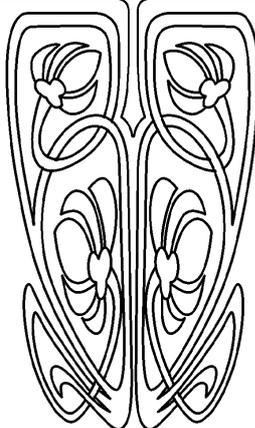
Цель любого бизнеса – получение прибыли. Основным путем достижения поставленной цели, особенно в условиях растущей экономики, является развитие филиальной сети банка.

Развитие банковской системы – основополагающая проблема, стоящая перед экономикой России. Ярко выраженная географическая неоднородность социально-экономической жизни страны оказывает значительное влияние на банковскую сферу.

Для решения вышеуказанной проблемы необходимо активно использовать в деятельности руководства организаций новые технологии, позволяющие провести анализ развития банковской сферы. Наиболее перспективным направлением является геомаркетинг. Геомаркетинг – это технология принятия управленческих, логистических и иных



**НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ**





решений с использованием пространственных данных [1].

Одной из важнейших задач геомаркетинга является поддержка принятия решений о расположении и формате новых отделений или филиалов банков. Для реализации геомаркетинга используется инструментарий ГИС, который позволяет оценить потенциал нового отделения еще на этапе принятия решения о его открытии.

Геомаркетинг для банковского сектора позволяет ответить на вопросы:

- какие отделения/пункты обмена валют/расчетные кассы открывать, а какие закрывать?
- где лучше открыть объект, и в каком количестве?
- какие категории потребителей находятся в окружении филиалов сети?
- каково оптимальное продуктовое предложение для конкретного объекта?
- что влияет на выбор потребителя и как продвигать продукты?
- какие объекты лучше подходят для корпоративных клиентов? [2, 3].

Одним из инструментов геомаркетинга является гравитационная модель Хаффа [2]. В ее основу положена гипотеза, что привлекательность отдельного отделения зависит от размера его зала обслуживания и его удаленности от потребителя. Фактором степени притяжения может также служить обобщенный параметр привлекательности объекта: уровень цен, ассортимент, наличие парковки и т. д., а не только площадь объекта [4].

Объектом исследования выступила филиальная сеть Сбербанка России в г. Саратове. В крупных и средних городах в настоящий момент нет четкого понимания, как должна выглядеть сеть Сбербанка в перспективе.

В Саратове на 843 460 жителей приходится 48 отделений и учреждений Сбербанка [5].

Многофакторный экспертный анализ на основе картографических и иных данных позволил выделить следующие ведущие факторы, влияющие на расположение филиальной сети Сбербанка:

- проходимость потребителей банковских услуг;
- расположение к финансовым центрам;
- конкуренция.

Для апробации геомаркетингового анализа перспективности наличия объектов сети Сбер-

банка г. Саратова была разработана следующая формула:

$$A = \frac{H + O + \text{Павт} + P + T + \text{Ж}}{\Pi},$$

где А – показатель перспективности территории; Н – балльная оценка плотности населения; Р – балльная оценка плотности населения, работающего на данной территории; О – число организаций. Расстояние от отделения до зданий с организациями возьмем равным 0,2 км. Оно выбрано исходя из результатов социологического опроса клиентов Сбербанка. Респондентам был задан вопрос: «Какое расстояние наиболее удобно для пешей доступности до отделения Сбербанка?»; Т – число торгово-развлекательных комплексов. Радиус обслуживания равен 0,2 км исходя из опроса, указанного выше; Павт – наличие автомобильной парковки. Наличие автомобильной парковки обозначим 1, отсутствие – равным 0; П – балльная оценка потенциальных клиентов, отражающая расстояние от места проживания/работы до банковского отделения. Чем ближе к соответствующему объекту сети, тем больше потенциал клиента; Ж – число жилых домов, обслуживаемых данным филиалом. Расчетный показатель максимально допустимого уровня территориальной доступности (радиус доступности) объекта обслуживания отделением банка равен 500 м (рис. 1) согласно документу «Об утверждении местных нормативов градостроительного проектирования муниципального образования “Город Саратов”» от 23 июня 2016 г. № 61-637.

Балльная оценка каждого из указанных параметров представлена в табл. 1.

Полученные показатели были переведены в балльную систему. По формуле, представленной выше, рассчитан показатель перспективности отделений.

На основе картографической оценки маркетингового решения относительно отделений банка Фрунзенского и Ленинского районов г. Саратова с использованием гравитационной модели Хаффа был сделан вывод, что наименее перспективным является отделение на ул. Международной, д. 4. В результате ранее проведенных исследований в 2016 г. это отделение было объявлено неперспективным и было закрыто.

Таблица 1

Балльная оценка параметров

Плотность населения, работающего на данной территории, чел./га	Число организаций и торговых площадей, шт.	Зона доступности потенциальных клиентов до филиала, м	Число жилых домов, обслуживаемых отделением	Балл
Менее 25	От 5 до 33	< 500	Менее 40	1
От 25 до 50	От 52 до 76	550–600	От 40 до 55	2
От 50 до 100	От 80 до 94	650–700	От 55 до 75	3
От 100 до 200	От 151 до 200	750–800	От 75 до 100	4
Более 200	Более 200	850–1000	От 100 до 106	5

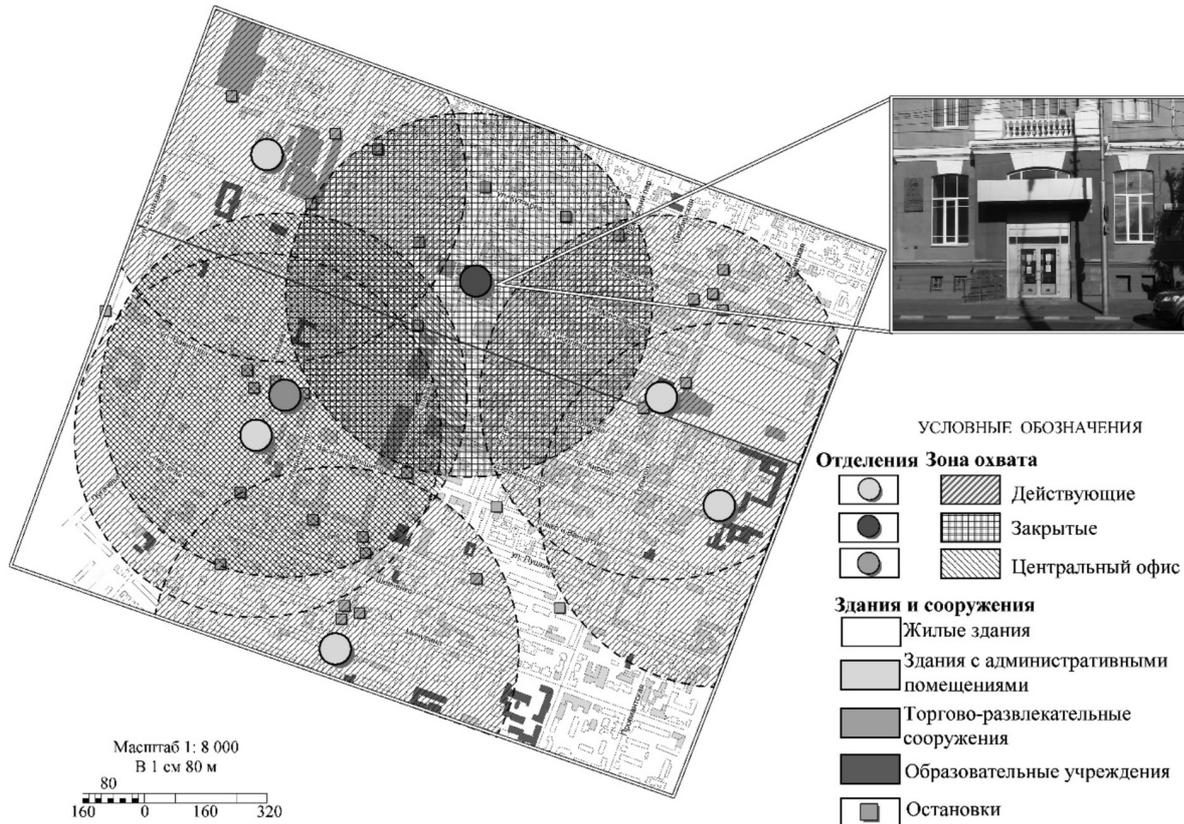


Рис. 1. Покрывание банковской сетью Сбербанка участка Кировского и Фрунзенского районов

Расчетный показатель равный 4,33 показал, что отделение, располагавшееся по адресу ул. Киселева, д. 40, является наиболее перспективным. Однако в 2016 г. это отделение было закрыто (причины не обнародовались). Данный факт указал на необходимость расширения числа показателей, задействованных в геомаркетинговой оценке перспективности того или иного банковского отделения.

Для расширения формулы и повышения ее точности был введен ряд новых показателей, полученных на основе интернет-опроса «Определение важности каждого критерия выбора отделения банка». На основании его анализа были выбраны следующие дополнительные показатели:

М – удобное местоположение отделения;

Х – характер и качество обслуживания. В критерии этого показателя входят: отношение обслуживающего персонала, отсутствие давления на клиента и др.;

Б – наличие оборудования для самообслуживания (наличие – 1 балл, отсутствие – 0);

Оч – отсутствие очередей (наличие – 0 баллов, отсутствие – 1).

В результате формула принимает вид

$$A = \frac{H + P + O + T + \text{Павт} + \text{Ж} + M + X + B + \text{Оч}}{\Pi}$$

Балльная оценка, соответствующая вышеуказанным параметрам, представлена в табл. 2.

Таблица 2
Балльная оценка введенных параметров

Число объектов, охваченных радиусом обслуживания отделения	Оценка отделения	Балл
От 45 до 73	Менее 1	1
От 92 до 131	От 1 до 2	2
От 135 до 169	От 2 до 3	3
От 226 до 300	От 3 до 4	4
Более 300	От 4 до 5	5

Все введенные показатели указали перспективность отделения по ул. Киселева, д. 40, равную 7,33.

Преобразование формулы с целью повышения точности позволило сделать следующий вывод: отделение действительно оценивается как перспективное и с точки зрения применения инструментов геомаркетинга не рекомендуется к закрытию.

Кроме картографической оценки перспективности существующей сети Сбербанка, методы геомаркетинга позволяют определить зоны для открытия новых отделений. Для данного исследования была использована комбинация таких методов, как гравитационная модель Хаффа и метод высоких и низких значений количества населения.

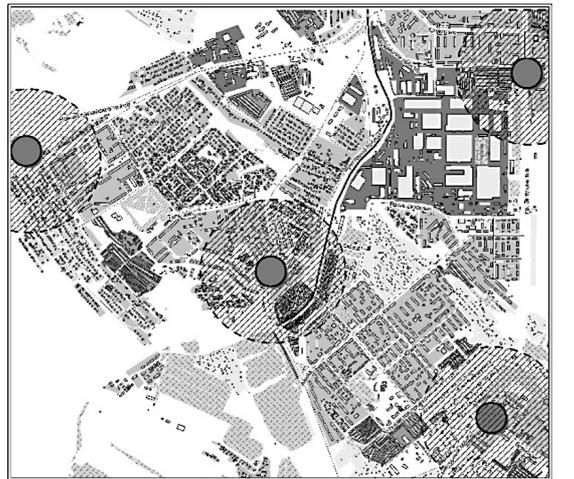
При проведении анализа карты территориального распределения отделений Сбербанка было



выявлено, что в юго-западной части Заводского района, а именно по улицам Азина, Тульская, Химическая, Новоастраханское шоссе, Брянская, наблюдается недостаточное количество отделений Сбербанка (рис. 2).

Для проведения геомаркетингового исследования в целях определения зон под открытие новых отделений Сбербанка в Заводском р-не г. Саратова был применен следующий алгоритм работ.

Первым этапом стал запуск интернет-опроса «Создание портрета потребителя банковских услуг». Результат опроса – создание приблизительного портрета потребителя. Временной лимит опроса составил 2 месяца.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

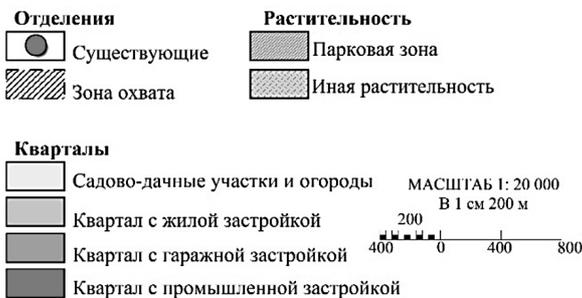


Рис. 2. Пространственная локализация существующих отделений Сбербанка

Целью второго этапа было создание картографического материала, содержащего данные об отделениях Сбербанка в Заводском р-не г. Саратова, для картографической визуализации их пространственной локализации.

Третьим этапом стало создание картографического материала на основе метода высоких и низких значений количества населения по территории исследуемого участка Заводского р-на г. Саратова. В результате была спроектирована и реализована актуальная реляционная база данных, в основу создания которой были положены данные дистанционного зондирования земли, справочные ресурсы, а также выведена формула расчета количества населения каждого жилого дома, имеющая

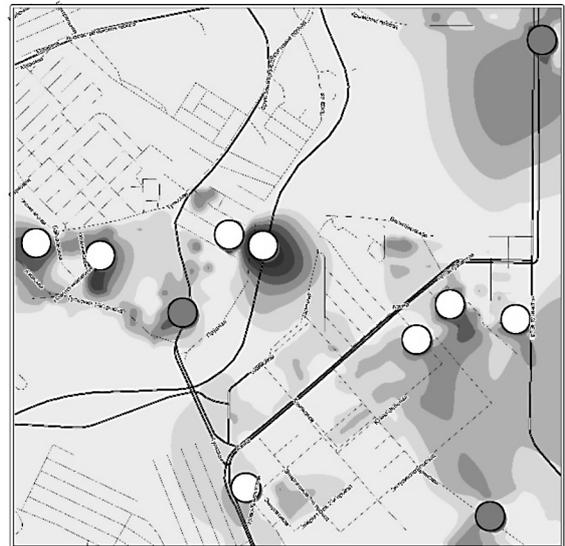
следующий вид:

$$N = K_l \times K_p \times K_z - (T_z \times K_l \times K_p),$$

где N – число населения в доме;
 K_l – среднее число живущих в квартире;
 K_p – количество подъездов в доме;
 K_z – количество этажей в доме;
 T_z – технический этаж.

Последним этапом явился пространственный анализ данных о численности населения, представленный в виде непрерывной растровой поверхности.

Все вышеописанные этапы позволили создать модель определения зон высоких и низких значений количества населения (рис. 3). В зоны с максимальным значением точечными объектами были нанесены предполагаемые отделения.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

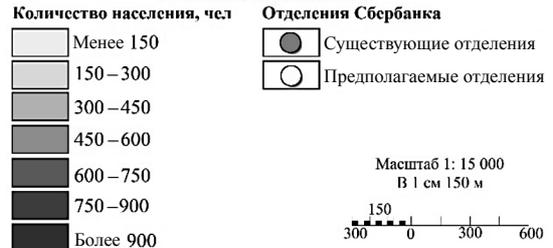


Рис. 3. Модель определения зон высоких и низких значений количества населения

Для оценки практической пригодности полученного результата было проведено его сопоставление с существующим функциональным зонированием г. Саратова, представленным на Генеральном плане муниципального образования «Город Саратов». Сопоставление изображено на рис. 4.

Согласно документу «Об утверждении местных нормативов градостроительного проектирования муниципального образования «Город Саратов»» возможно размещение от-



Рис. 4. Карта предполагаемой пространственной локализации отделений Сбербанка

делений банка во встроенных, пристроенных, встроенно-пристроенных нежилых помещениях

многоквартирных домов. Согласно Генплану отделения 1–6 и 8–11 расположены в жилой зоне. Отделение 7 расположено в зоне П-1, что означает зона предприятий IV и V классов вредности по СанПин. Следовательно, размещать отделение в данной зоне запрещено.

Таким образом, отделения 2, 6, 9 не рекомендуются к открытию, так как участки их предполагаемой локализации не имеют поблизости многоквартирных домов без нежилых помещений.

Отделения 1, 5 не рекомендуются к открытию, так как наблюдается проявление каннибализации с существующими отделениями.

С помощью гравитационной модели Хаффа по формуле

$$A = \frac{H + O + \text{Павт} + P + T + Ж}{\Pi}$$

был определен показатель целесообразности открытия отделений.

На основании методики сбора и анализа материала, рассмотренной ранее, получены следующие данные (табл. 3).

Показатели вероятных отделений были переведены в балльную систему. Результат представлен в табл. 4.

Кроме того, был рассчитан показатель перспективности каждого отделения. Результаты представлены в табл. 5.

На основании математического и картографического анализа было определено, что участки 3–4 являются малоперспективными. Наиболее перспективными для открытия отделений являются участки 8, 10, 11 (рис. 5).

Таблица 3

Показатели вероятных отделений

Номер отделения	Плотность населения, чел./га	Плотность населения, работающего на данной территории, чел./га	Число крупных организаций, шт.	Наличие автопарковки	Зона доступности филиала, м	Число торгово-развлекательных комплексов в радиусе обслуживания, шт.	Число жилых домов, обслуживаемых данным филиалом, шт.
3	1	1	1	Нет	4	2	1
4	1	1	1	Нет	4	2	1
8	1	1	1	Нет	1	1	4
10	1	1	1	Нет	1	0	3
11	1	1	1	Нет	2	0	2

Таблица 4

Балльная оценка показателей вероятных отделений

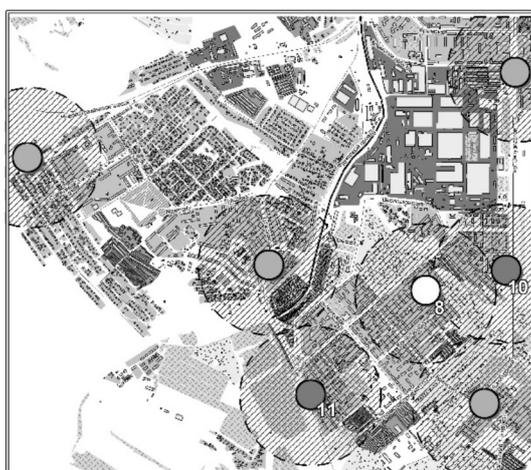
Номер отделения	Плотность населения, чел./га	Плотность населения, работающего на данной территории, чел./га	Число крупных организаций, шт.	Наличие автопарковки	Зона доступности филиала, м	Число торгово-развлекательных комплексов в радиусе обслуживания, шт.	Число жилых домов, обслуживаемых данным филиалом, шт.
3	1	1	1	Нет	4	2	1
4	1	1	1	Нет	4	2	1
8	1	1	1	Нет	1	1	4
10	1	1	1	Нет	1	0	3
11	1	1	1	Нет	2	0	2



Таблица 5

Результаты расчетов перспективности вероятных отделений

Номер отделения	Плотность населения, чел./га	Плотность населения, работающего на данной территории, чел./га	Число крупных организаций, шт.	Наличие автотпарковки	Зона доступности филиала, м	Число торговых-развлекательных комплексов в радиусе обслуживания, шт.	Число жилых домов, обслуживаемых данным филиалом, шт.	Перспективность
3	1	1	1	Нет	4	2	1	1,5
4	1	1	1	Нет	4	2	1	1,5
8	1	1	1	Нет	1	1	4	8
10	1	1	1	Нет	1	0	3	6
11	1	1	1	Нет	2	0	2	2,5



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

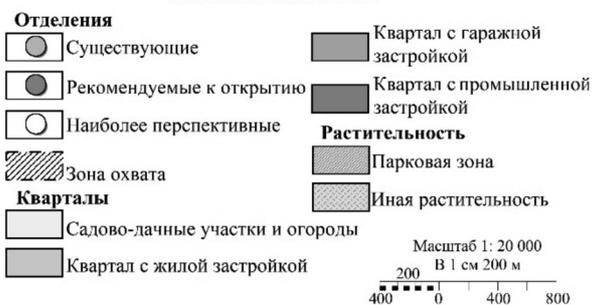


Рис. 5. Карта рекомендуемой пространственной локализации новых отделений Сбербанка

Чтобы банковское отделение было успешным, оно должно привлекать клиентов, обладающих достаточной платежеспособностью и заинтересованностью в покупке инвестиционных продуктов. Для реализации стратегии развития банковской сети с минимальными затратами и определения градостроительных, социальных, транспортных и других факторов рационального размещения новой точки продаж необходимо руководствоваться инструментами геомаркетинга.

Библиографический список

1. *Силлин М. Г.* Геотехнологии и геомаркетинг в финансовом секторе // *Банковские технологии*. 2014. № 6. С. 46–48.
2. *Долженко Р. А.* Геомаркетинговое моделирование расположения офисов продаж коммерческого банка // *Банковское дело*. 2017. № 6. С. 17–22.
3. *Молочко А. В., Дряев А. А.* Анализ и оценка перспективности территории для строительства спортивных сооружений с использованием приемов геомаркетинга (на примере г. Саратова) // *Наука, образование, инновации : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 15 окт. 2016 г.) : в 3 ч.* Уфа : Изд-во АЭТЕРНА, 2016. Ч. 3. С. 258–261.
4. *Наумов В. Н.* Маркетинг сбыта : науч.-метод. пособие / под науч. ред. Г. Л. Багиева. СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 1999. 84 с.
5. Саратовское отделение Сбербанка. URL: http://data.sberbank.ru/samara/ru/about/today/territory/tb_today/8622/ (дата обращения: 19.09.2017).

Образец для цитирования:

Виноградова В. Д., Молочко А. В., Морозова В. А. Возможности геомаркетинга для определения оптимального местоположения банковского отделения (на примере филиальной сети Сбербанка г. Саратова) // *Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле*. 2018. Т. 18, вып. 1. С. 4–9. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-4-9.

Cite this article as:

Vinogradova V. D., Molochko A. V., Morozova V. A. Possibilities of Geomarketing to Determine the Optimal Location of the Banking Department (with the Branch Network of Sberbank, Saratov as an Example). *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2018, vol. 18, iss. 1, pp. 4–9 (in Russian). DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-4-9.



УДК 551.46

ФРАГМЕНТАЦИЯ ПЛАСТИКОВОГО МУСОРА В ПРИБОЙНОЙ ЗОНЕ МОРЯ: ЛАБОРАТОРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ НА ПРИМЕРЕ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА

И. В. Ефимова, И. П. Чубаренко

Ефимова Ирина Валерьевна, аспирант, Балтийский федеральный университет имени И. Канта (Калининград), ira.poterukhina@gmail.com

Чубаренко Ирина Петровна, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией физики моря, Институт океанологии имени П. П. Ширшова РАН (Москва), irina_chubarenko@mail.ru

Загрязнение прибрежной зоны моря пластиковым мусором является важной экологической проблемой. Особенно опасными оказываются маленькие частицы (микропластик), поскольку птицы и рыбы принимают их за еду. В статье рассматривается процесс разрушения в прибойной зоне моря вспененного полистирола (пенопласта) – одного из наиболее часто встречающихся загрязнителей. Эксперименты во вращающемся лабораторном миксере позволили проанализировать как изменение качественных характеристик образцов в процессе разрушения, так и рост количества частиц микропластика со временем. Оценки показали, что полное разрушение образцов пенополистирола до микрочастиц (< 5 мм) в прибойной зоне моря с грубым осадочным материалом происходит уже спустя 3–6 дней.

Ключевые слова: морской мусор, пенополистирол, разрушение, микропластик, прибойная зона моря.

Fragmentation of Plastic Garbage in the Surf Zone of the Sea: a Laboratory Experiment on the Example of Expanded Polystyrene

I. V. Efimova, I. P. Chubarenko

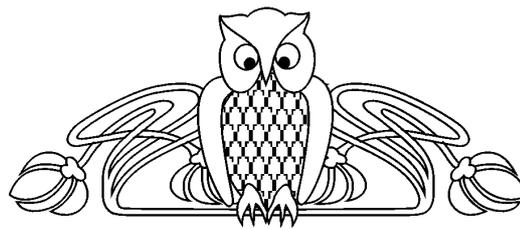
Irina V. Efimova, ORCID 0000-0001-7633-6430, Immanuel Kant Baltic Federal University, 14, A. Nevskogo Str., Kaliningrad, 236041, Russia, ira.poterukhina@gmail.com

Irina P. Chubarenko, ORCID 0000-0003-3876-3022, Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, 36, Nakhimovski Pr., Moscow, 117997, Russia, irina_chubarenko@mail.ru

Pollution of the coastal zone of the sea by plastic debris is an important environmental problem. Especially dangerous are small particles (microplastic), as birds and fish mistake it for food. The article deals with the process of destruction of foamed polystyrene – one of the most frequently encountered pollutants – in the surf zone of the sea. Experiments in a rotating laboratory mixer made it possible to analyze both the change in the qualitative characteristics of the samples during the destruction process and the increase in the number of microplastic particles with time. Estimates showed that the complete destruction of foamed polystyrene up to micro-particles (<5 mm) in the surf zone of the sea with coarse sedimentary material occurs after 3–6 days.

Key words: marine debris, expanded polystyrene, destruction, microplastic, sea swash zone.

DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-10-13



Введение

Пенополистирол вспененный, или «пенопласт» (PS foam), широко распространен в морской окружающей среде [1]. Изучение пляжного мусора на 43 участках вдоль побережья округа Ориндж штата Южной Калифорнии показало, что пенопласт является одним из наиболее часто встречающихся видов пляжного мусора [1,2]. На пляжах юго-восточной части Балтийского моря загрязнение пенопластом занимает первое место [3,4]. Чаще всего на берегах находятся как отдельные шарики, так и куски пенопласта [3–6]. Процессы изменения свойств и разрушения пенопласта в морской среде до настоящего времени неизвестны. Некоторые исследователи считают, что пластик будет разрушаться до всё более мелких частиц, сохраняя свою «синтетическую» природу, т. е. никогда не исчезнет из окружающей среды [7].

Мониторинг побережий юго-восточной части Балтийского моря в различные сезоны года в период 2016–2017 гг. указывает на практически повсеместное и постоянное присутствие частиц пенопласта на пляжах. Для примера (рис. 1) приведем фотографии фрагментов пенопласта с различной степенью разрушения: в начале сентября 2016 г. море вынесло после шторма маленькие шарики пенопласта вместе с древесными обломками (см. рис. 1, а); в конце сентября 2016 г. был найден макрофрагмент пенопласта, засыпанный песком в прибойной зоне (см. рис. 1, б); после штормов в феврале (см. рис. 1, в) и августе (см. рис. 1, г) 2017 г. берег был усеян маленькими шариками пенопласта и янтарем [8]. Эти снимки свидетельствуют о значительном загрязнении пенопластом побережья Балтийского моря.

Исходным материалом для производства пенопласта является полистирол – вещество, полученное полимеризацией стирола. Пенопласт довольно хрупкий и твердый полимер с малой плотностью 0,011 г/см³. Технология его производства включает газовое наполнение отдельных гранул стирола. Соответственно при разрушении он легко распадается на мелкие составляющие, а именно на микропластик, принимаемый морскими животными за еду и приводящий к их гибели [9].

Термин «микропластик» (или «микромусор») определяется исследователями по-разному [10]. Одни из них считают, что микропластик – едва заметные частицы, которые проходят через сито

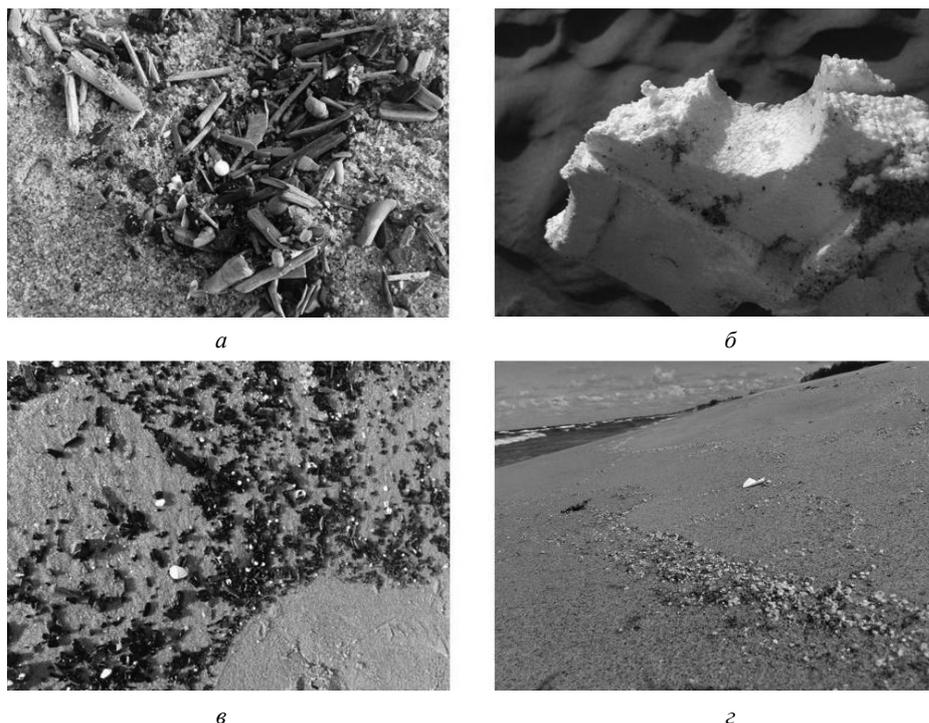


Рис. 1. Фрагменты пенопласта в прибойной зоне юго-восточной части Балтийского моря во время мониторинга 2016–2017 гг. (фото И. П. Чубаренко)

500 мкм, но сохраняются с помощью сита 67 мкм (~0,06–0,5 мм в диаметре), а частицы, превышающие этот размер, называют «макромусором» [11]. Другие определили микропластик как микрочастицы размером <5 мм (принимая 333 мкм в качестве нижний предел, когда используются для отбора проб нейстонные сетки) [12–14]. Частицы пластмасс, размер которых варьирует от нескольких до 500 мкм (5 мм), обычно присутствуют в морской воде [15, 16]. В данной статье именно этот диапазон размеров будет характеризоваться как «микропластик» [11]. Цель нашего исследования – изучить этапы деградации пенопласта от макроразмеров (>5 мм) до микро размеров (от 0,1 до 5,0 мм) в прибрежной зоне. Для этого был проведен лабораторный эксперимент, имитирующий прибойную зону моря с крупными камнями на побережье Балтийского моря.

Материал и методика

Для изготовления образцов для проведения эксперимента были использованы большие строительные плиты пенопласта (толщина 2 см), которые в дальнейшем разрезали накаливаемой ниткой на квадраты со стороной 2 см × 2 см (общая масса образцов в одном эксперименте 50 г). Полученные кубики помещали в лабораторный смеситель (бетономешалка) с наклонной осью вращения (5°, частота вращения 30 оборотов в минуту) вместе с крупной галькой (40 кг, размер гальки 4–6,4 см), собранной на пляжах юго-восточной части Балтийского моря,

и водопроводной водой (20 л). Миксер включался на 24 ч (поэтапно). После каждого 3 ч вращения содержимое вынималось, промывалось проточной водой, образцы пенопласта просеивались через 10 сит фракциями 0,5–5 мм, сушились, взвешивались получившиеся фракции, анализировались полученные данные, затем все ингредиенты помещались в смеситель вместе с водой (20 л) и камнями (40 кг) на следующие 3 ч (рис. 2).

Результаты и их обсуждение

После первых 3 часов перемешивания в миксере с крупной галькой у макрокубиков пенопласта проявились некоторые изменения в форме: края стали более сглаженными, появились гранулы пенопласта, некоторые ребра боковых частей оказались обломаны. Пенопласт не тонет в воде, поэтому во время эксперимента в смесителе он по большей части находился на поверхности воды. Но несмотря на это, мелкие части пенопласта находились и под водой, прилипнув к камням.

Макроматериал медленно распадался, и кубики с каждым разом становились более гладкими и полированными по углам, а некоторые разрывались на куски. Обломки пенопласта приобретали различные формы, демонстрируя компоненты материала в виде разного диаметра гранул. Элементами микропластика размером от 1,5 мм и ниже являлись сплюснутые или разорванные сферы (рис. 3).

После 15 ч перемешивания в смесителе около 83% пенопласта все еще оставались макропластиком, причём многие образцы сохранили куби-

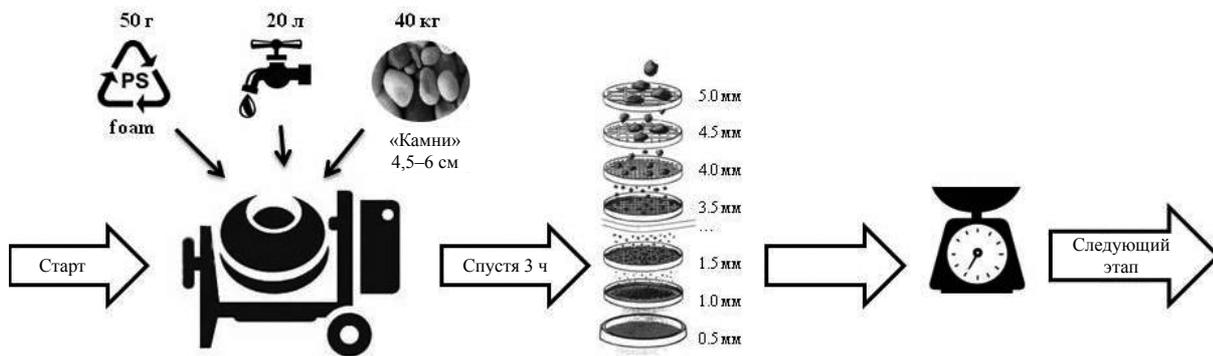


Рис. 2. Схема проведения лабораторного эксперимента по разрушению пенопласта в лабораторном миксере

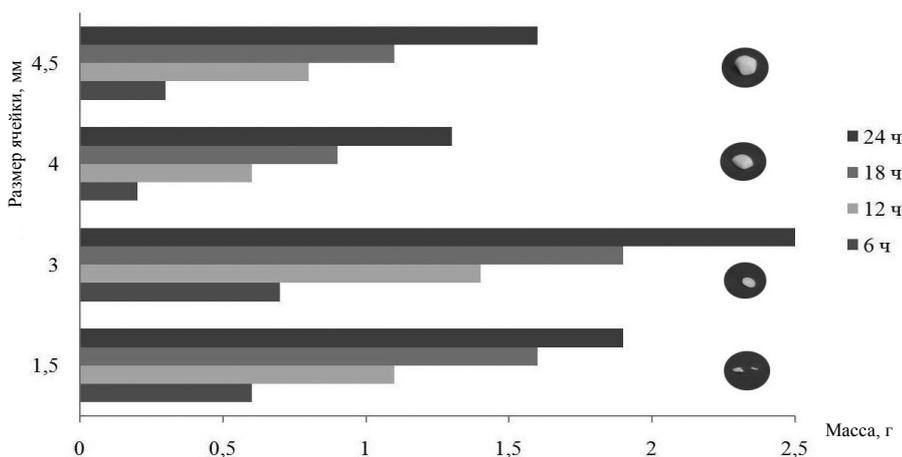


Рис. 3. Распад пенопласта на микропластик по фракциям спустя 24 ч в миксере при наличии камней и воды

ческую форму. В конце эксперимента после 24 ч перемешивания около 73% составляли макро-, около 9% микро-, а оставшиеся 18% наноматериал (<0.5 мм) (рис. 4).

Процесс сушки пенопласта через каждые 3 ч перемешивания показал, насколько материал

водонепроницаем, поэтому возникали проблемы с его электростатикой и взвешиванием. С каждой стадией разрушения микро материала становилось больше, а макро материал разбивался на фрагменты, по-видимому, склеивающий индивидуальные шарики материал ослабевал. Процесс промывки

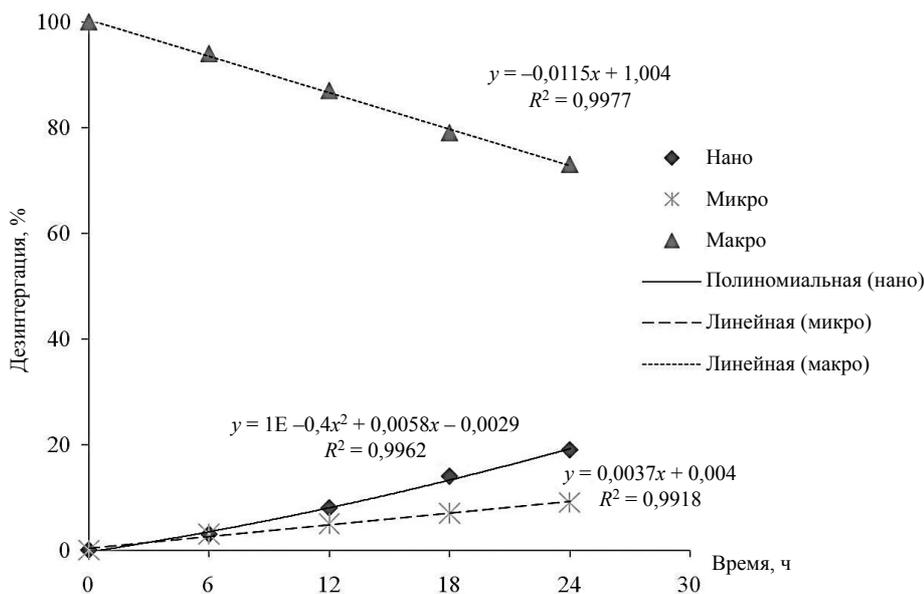


Рис. 4. Дезинтерграция пенопласта со временем: относительная масса макро- (> 5 мм), микро- (< 5 мм) и нанопластика (< 0.5 мм) после каждых 6 часов эксперимента



материала в ситах занимал более 2 часов, его сушили около 2–3 дней при комнатной температуре в подвешенном состоянии в мешках из сетки в 333 мкм.

Выводы

Проведенные эксперименты позволили качественно и количественно охарактеризовать процесс разрушения макроэлементов пенопласта до микропластика в условиях лабораторного эксперимента, имитирующего его перемешивание в прибойной зоне моря с грубым осадочным материалом.

Как показывают результаты (см. рис. 4), уменьшение массы макроматериала происходит линейно. Основываясь на уравнении, приведенном на рис. 4, можно оценить количество оборотов («циклов волн»), необходимых для полного разрушения макроматериала. Полагая, что каждый оборот миксера соответствует одной волне прибоя, время разрушения макрообразцов до микропластика в характерных для Балтийского побережья условиях можно оценить в 3–6 дней. По-видимому, в случае более быстрого распада микропластика на отдельные сферы из-за ослабления склеивающего их вещества нарастание массы микроматериала ускорится, так как начнется распад уже собственно отдельных сфер. Данные по количеству наноматериала на рис. 4 являются результатом вычисления, поскольку частицы такого маленького размера сложно отследить в условиях лабораторного эксперимента.

Работа выполнена по теме государственного задания № 0149-2018-0012 «Морские природные системы Балтийского моря и Атлантического океана: формирование природных комплексов Балтийского моря и их изменение под влиянием Атлантического океана и антропогенного воздействия».

Библиографический список

1. Gordon M. Eliminating Land-based Discharges of Marine Debris in California : A Plan of Action from The Plastic Debris Project // California Coastal Commission. 2006. Vol. 2. P. 15.
2. Moore S. L., Gregorio D., Carreon M., Weisberg S. B.,

Leecaster M. K. Composition and Distribution of Beach Debris in Orange County, California // Mar. Pollut. Bull. 2001. Vol. 42(3). P. 241–245.

3. Esiukova E. Plastic pollution on the Baltic beaches of Kaliningrad region, Russia // Mar. Pollut. Bull. 2017. Iss. 2, vol. 114. P. 1072–1080.

4. Chubarenko I., Bagaev A., Zobkov M., Esiukova E. On some physical and dynamical properties of microplastic particles in marine environment // Mar. Pollut. Bull. 2016. Vol. 108. P. 105–112. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpollbul.2016.04.048> (дата обращения: 15.11.2017).

5. Duis K., Coors A. Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects // Environ. Sciences Europe. 2016. Vol. 28. P. 2. URL: <https://doi.org/10.1186/s12302-015-0069-y> (дата обращения: 15.11.2017).

6. Claessens M., Meester S. D., Landuyt L. V., Clerck K. D., Janssen C. R. Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast // Mar. Pollut. Bull. 2011. Vol. 62. P. 2199–2204.

7. Kanehiro H., Tokai T., Matuda K. Marine litter composition and distribution on the seabed of Tokyo Bay // Fisheries Engineering. 1995. Vol. 31. P. 195–199.

8. Chubarenko I., Stepanova N. Microplastics in sea coastal zone: lessons learned from the Baltic amber // Environ. Pollut. 2017. URL: [10.1016/j.envpol.2017.01.085](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.01.085) (дата обращения: 15.11.2017).

9. Derraik J. G. B. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review // Mar. Pollut. Bull. 2002. Vol. 44. P. 843.

10. Andrady A. L. Microplastics in the marine environment // Mar. Pollut. Bull. 2011. Vol. 62. P. 1596–1605.

11. Gregory M. R., Andrady A. L. Plastics in the marine environment. John Wiley & Sons, Inc., 2003. 783 p.

12. Fendall L. S., Sewell M. A. Contributing to marine pollution by washing your face. Microplastics in facial cleansers // Mar. Pollut. Bull. 2009. Vol. 58 (8). P. 1225–1228.

13. Betts K. Why small plastic particles may pose a big problem in the oceans // Environ. Sci. Technol. 2008. Vol. 42. P. 8995.

14. Moore C. J. Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat // Environ. Res. 2008. Vol. 108 (2). P. 131–139.

15. Ng K. L., Obbard J. P. Prevalence of microplastics in Singapore's coastal marine environment // Mar. Pollut. Bull. 2006. Vol. 52 (7). P. 761–767.

16. Barnes D. K.A., Galgani F., Thompson R. C., Barlaz M. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments Philos // Trans. R. Soc. B. 2009. Vol. 364. P. 1985–1998.

Образец для цитирования:

Ефимова И. В., Чубаренко И. П. Фрагментация пластикового мусора в прибойной зоне моря: лабораторный эксперимент на примере пенополистирола // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 1. С. 10–13. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-10-13.

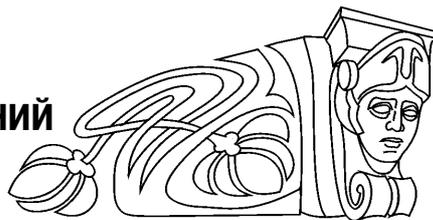
Cite this article as:

Efimova I. V., Chubarenko I. P. Fragmentation of Plastic Garbage in the Surf Zone of the Sea: a Laboratory Experiment on the Example of Expanded Polystyrene. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2018, vol. 18, iss. 1, pp. 10–13 (in Russian). DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-10-13.



УДК 550.4 (247.414.51)

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СОВРЕМЕННЫХ И ПОГРЕБЕННЫХ ПОЧВ КУРГАННЫХ ЗАХОРОНЕНИЙ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ



С. П. Ломов, И. Н. Спиридонова

Ломов Станислав Петрович, доктор географических наук, профессор кафедры «Кадастр недвижимости и право», Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Stas.Lomov@mail.ru

Спиридонова Ирина Николаевна, ассистент кафедры «Землеустройство и геодезия», Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Irunek@yandex.ru

В статье представлены данные по разработке подходов к реконструкции палеосреды обитания луговой культуры с помощью сопряженного анализа почвенно-археологических и геохимических показателей почв поселений и погребенных почв курганных захоронений. В качестве рабочей гипотезы было выдвинуто предположение о лугово-степных условиях формирования геосистем периода развития луговой культурно-исторической общности, датирующихся XV–XIV вв. до н. э. Почвенные характеристики (морфологические признаки, физические, физико-химические и химические данные) совместно с геохимическими показателями позволили выявить особенности развития генетических горизонтов погребенных почв при сравнении со свойствами фоновых почв, имеющих полноголоценовый период развития.

Ключевые слова: погребенные почвы, реконструкция палеосреды, Среднее Поволжье, геохимический коэффициент CIA.

Geochemical Conditions of Contemporary and Destroyed Soils of Curogenal Burials of the Forest-steppe Zone of the Middle Volga Region

S. P. Lomov, I. N. Spiridonova

Stanislav S. Lomov, ORCID 0000-0002-8001-8803, Penza State University of Architecture and Construction, 28, Titova Str., Penza, 440028, Russia, Stas.Lomov@mail.ru

Irina N. Spiridonova, ORCID 0000-0001-6167-7320, Penza State University of Architecture and Construction, 28, Titova Str., Penza, 440028, Russia, Irunek@yandex.ru

The article presents data on the development of approaches to the reconstruction of the paleo-environment of the habitat of the Lugovo culture by means of the conjugate analysis of the soil-archeological and geochemical parameters of the soils of settlements and buried soils of the burial mounds. As a working hypothesis, it was suggested that meadow-steppe conditions for the formation of geosystems of the period of development of the Lugovsk cultural-historical community, dating back to the 15th–14th centuries. BC. Soil characteristics (morphological features, physical, physicochemical and chemical data) together with geochemical indicators allowed to reveal the features of the development of genetic horizons of buried soils when compared with the properties of background soils having a full-Holocene development period.

Key words: buried soils, reconstruction of paleo-environment, Middle Volga region, geochemical coefficient of CIA.

DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-14-21

Введение

Для изучения проблемы эволюции почв важно использовать методические подходы почвенно-археологического направления [1–5]. Наряду с использованием почвенно-археологического метода, имеющего различные модификации [4], в последнее время применяется геохимический анализ почв поселений и почв курганных захоронений. Эти направления связаны с расчетом различных геохимических коэффициентов – соотношений макро- и микроэлементов [6–10].

Отмеченные методы исследований, кроме общих химических параметров, сопровождались анализом валового химического состава генетических горизонтов (рентгенфлуорисцентный метод). Его результаты были пересчитаны на прокаленную навеску. Вместе с тем на этой основе в пересчете на молярную массу рассчитаны отношения TiO_2/Al_2O_3 , MnO/Fe_2O_3 , $Al_2O_3/(CaO+MgO+Na_2O+K_2O)$, а также коэффициент CIA (the Chemical Index of Alteration) по N. W. Nesbitt, определяемый по последней пропорции, но в процентах [6–8]. CIA отражает условия образования вторичных минералов и имеет тесную взаимосвязь со среднегодовым количеством осадков, которая была описана рядом авторов [7, 9]. На основе литературных источников, сведений, полученных по другим объектам Среднего Поволжья, в том числе Спасскому району Республики Татарстан, был сформирован ряд значений CIA верхних генетических горизонтов почв и соответствующих им значений среднегодового количества осадков. Получена зависимость среднегодового количества осадков: $СКО = 9,3 \times CIA - 179$ с величиной достоверности 0,9629.

Объектом исследования является Коминтерновский курган I, который расположен на левобережье Куйбышевского водохранилища в районе слияния рек Волга и Кама на поверхности II надпойменной террасы (абс. выс. ≈ 80 м), в 400 м к западу от окраины пос. Коминтерн (Спасский район, Республика Татарстан).

Результаты и их обсуждение

Покрытая широколиственным лесом пологонаклонная поверхность террасы крутизной от 2 до



4° в 20 м от кургана обрывается крутым, почти вертикальным уступом высотой 17 м, основание которого интенсивно подмывается водами водохранилища. В уступе террасы под голоценовой почвой обнажаются верхнеплейстоценовые субэдральные лессовидные суглинки [11,12].

Фоновые почвы изучены на примере разреза I, заложенного в 20 м к северо-востоку от Коминтерновского кургана I. Широколиственный лес из дуба (*Quercus robur*), клена (*Acer platanoides*) и липы (*Tilia cordata*). Почва темно-серая лесная с признаками лессиважа [12,13].

Валовой химический состав фоновых почв в окрестностях кургана Коминтерн I характеризуется невысокими значениями SiO_2 – 67–69%, что отражает среднесуглинистый состав почвы. В почвообразующей породе величины кремнезема относительно снижаются за счет накоплений оксида кальция (10,12%).

Биофильные элементы CaO , MgO , K_2O , P_2O_5 и MnO имеют почти однородное профилейное распределение с плавным снижением в нижних горизонтах (табл. 1).

Содержание оксидов железа увеличивается с глубиной от 3,94 до 5,0%. Распределение Al_2O_3 как основного компонента глинистой составляющей неоднородно по почвенному профилю – 11,56% в верхних горизонтах, существенно увеличивается в средней части до 15,32% (см. табл. 1). По величине отношения SiO_2 к R_2O_3 отмечается увеличение кремнезема в верхних горизонтах Ad и A1 – 8,09–7,01 – за счет лессиважа глинистых материалов в среднюю часть почвенного профиля, где их значения снижаются до 6,32–6,13 [14].

Более конкретно эти выводы иллюстрируются соотношением $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$, в верхних горизонтах почв – Ad, A1 и A1A2 – 9,84–8,44 – происходит обеднение алюминием за счет его лессиважа в составе ила. В средних горизонтах A2B – Bt отношение уменьшается до 7,60–7,41 в результате накопления илистой фракции.

Поведение железа выясняется на примере соотношения SiO_2 к Fe_2O_3 . Данные показывают на расширенные соотношения в верхних горизонтах почв поселений – 45,83–47,78 – и подчеркивают лессиваж Fe_2O_3 их верхних горизонтов в составе ила. В средних горизонтах отмеченные соотношения снижаются до 37,46–35,58 и определяют аккумуляцию железа (см. табл. 1).

Геохимические особенности почв. Для более детального анализа геохимических условий формирования фоновых почв был использован метод расчета геохимических коэффициентов на основе валового химического состава [6, 8, 9]. В настоящее время этот метод также используется для реконструкции палеосреды развития различных археологических культур в голоцене [7].

Отношение, например, оксида титана к оксиду алюминия отражает однотипность геохимической обстановки в почвообразующей породе и подчеркивает единый источник осадконакопления

в фоновых почвах (он составляет 0,06), и только в верхних горизонтах отмечается привнос эолового силикатного материала, за счет чего значение коэффициента возрастает до 0,08 в горизонте Ad.

Геохимический коэффициент CIA представляет собой выражение

$$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}} \times 100.$$

CIA показывает соотношение первичных и вторичных минералов в почвах и отражает изменение условий образования вторичных минералов. В современных (фоновых) почвах значение коэффициента изменяется в пределах 65,09 в верхних горизонтах и до 72,83 в нижних. Таким образом, верхние горизонты Ad и A1 фоновых почв формировались в менее гумидных условиях по сравнению с нижележащими (см. табл. 2).

Коэффициент отношения Al_2O_3 к $\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{MgO}$ был предложен G. Retallack [9] как отношение алюминия, являющегося основным компонентом глинистой составляющей, к оксидам растворимых оснований, поступающих в почвенный раствор в результате выветривания.

Указанный коэффициент отражает активность миграции химических элементов по почвенному профилю в зависимости от водного режима почв.

В современных почвах значение коэффициента составляет 1,15–1,19 для верхних гумусовых горизонтов и подчеркивает привнос силикатного материала.

В переходных горизонтах вплоть до породы его величины возрастают до 1,28–1,33, что может подчеркивать существенную миграцию окислов растворимых оснований в результате более гумидных условий выветривания и почвообразования. В почвообразующей породе значение коэффициента снижается до 1,12 и показывает на обогащенность лессовидных суглинков первичными минералами, содержащими окислы растворимых оснований.

Отношение Na_2O к K_2O [9] расшифровывает динамику растворимых солей в почвах. Более расширенные величины – 0,96–0,80 – характерны для верхних горизонтов Ad и A1 фоновых почв, подчеркивающих аккумуляцию Na_2O за счет привноса силикатного материала. В нижних горизонтах натрий оказывается более миграционным по сравнению с калием, о чем свидетельствует более узкое соотношение коэффициента – 0,72–0,53 (табл. 2).

Отношение $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ к Al_2O_3 , т. е. отношение растворимых оснований оксидов к глинистой составляющей, подчеркивает общий тренд развития современных почв: накопление натрия и калия в верхних горизонтах Ad и A1 – 0,35–0,32 – за счет привноса силикатного материала; снижение значений коэффициентов в нижних горизонтах до 0,28–0,27 и увеличение Al_2O_3 в результате процессов оглинивания и миграции растворимых оксидов.



Таблица 1

Валовой химический состав современных почв вокруг кургана Коминтерн I, % на прокаленную навеску (разрез I)

Горизонт	Глубина, см	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	TiO ₂	CaO	MgO	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$
Ad	0-10	66,96	11,56	3,93	0,21	0,69	1,19	1,50	0,19	1,19	1,88	8,09	9,84	45,38
A1	10-23	68,32	11,91	3,81	0,21	0,69	1,09	1,64	0,17	1,04	1,97	8,09	9,75	47,78
A1-A2	23-42	67,97	13,69	4,38	0,17	0,71	1,04	1,83	0,08	0,85	2,20	7,01	8,44	41,35
A2B	42-60	66,31	14,83	4,72	0,15	0,68	1,11	2,31	0,07	1,07	2,27	6,32	7,60	37,46
B1t	60-78	67,55	14,71	4,69	0,15	0,65	1,06	2,09	0,07	1,09	2,21	6,49	7,81	38,40
B2t	78-90	66,79	15,32	5,00	0,15	0,67	1,10	2,24	0,08	0,99	2,28	6,13	7,41	35,58
BC	90-116	68,67	14,91	4,42	0,12	0,67	1,06	2,20	0,06	0,81	2,11	6,58	7,83	41,38
Cca	116-138	61,77	12,99	4,22	0,16	0,61	10,12	2,44	0,07	0,77	1,97	6,70	8,08	39,03

Таблица 2

Геохимические коэффициенты соотношения оксидов современных почв вокруг кургана Коминтерн I (разрез I)

Горизонт	$\frac{TiO_2}{Al_2O_3}$	CIA	$\frac{CaO+Na_2O+K_2O+MgO}{Al_2O_3}$	$\frac{Na_2O}{K_2O}$	$\frac{Na_2O+Na_2O}{Al_2O_3}$	$\frac{CaO+MgO}{Al_2O_3}$	$\frac{MnO}{Al_2O_3}$	$\frac{MnO}{Fe_2O_3}$	$\frac{MnO+Fe_2O_3}{Fe_2O_3}$	$\frac{Fe_2O_3+MnO}{Al_2O_3}$
Ad	0,08	65,09	1,15	0,96	0,35	0,52	0,02	0,11	1,11	0,24
A1	0,07	67,05	1,19	0,80	0,32	0,52	0,02	0,10	1,10	0,22
A1-A2	0,07	70,58	1,32	0,59	0,28	0,48	0,01	0,04	1,04	0,21
A2B	0,06	70,28	1,22	0,72	0,29	0,54	0,01	0,03	1,03	0,21
B1t	0,06	70,52	1,28	0,75	0,29	0,49	0,01	0,03	1,03	0,21
B2t	0,06	71,46	1,29	0,66	0,27	0,50	0,01	0,04	1,04	0,22
BC	0,06	72,83	1,33	0,58	0,24	0,51	0,01	0,03	1,03	0,22
Cca	0,06	70,61	1,12	0,59	0,26	0,63	0,01	0,04	1,04	0,22



Соотношение Na_2O и Al_2O_3 , а также значение коэффициента 0,17–0,14 для верхних горизонтов Ad и A1 подчеркивает привнос свежего силикатного материала. В средних горизонтах фоновых почв этот коэффициент снижается до 0,10–0,12 и может указывать на активную миграцию Na_2O при выветривании первичных минералов типа полевых шпатов.

Динамика почвенного кальцита и доломита характеризует соотношение $\text{CaO}+\text{MgO}$ и Al_2O_3 по Retallack [9]. Значение коэффициента верхних горизонтов современных почв составляет – 0,52–0,52, т. е. чуть выше, чем в средней части почвенного профиля – 0,48–0,50, и указывает на существенную выщелоченность карбонатов из почвенной толщи. В почвообразующей породе эта величина возрастает до значений – 0,63 и отражает существенную карбонатность лессовидных суглинков [11].

Коэффициенты, характеризующие биологическую активность и продуктивность почв, рассмотрены на примере соотношения MnO и Al_2O_3 , MnO и Fe_2O_3 и др., которые выделяются своеобразными значениями. Величина отношения MnO к Al_2O_3 – 0,02 в верхних горизонтах фоновых почв означает высокую биологическую активность, так как в нижних горизонтах соотношение этих оксидов составляет 0,01, что означает преобладание глинистой составляющей (см. табл. 2).

Соотношение MnO и Fe_2O_3 , расширенное в верхних горизонтах фоновых почв – Ad и A1 – 0,11–0,10, подчеркивает накопление марганца и высокую биологическую активность гумусовых горизонтов. В нижних горизонтах преобладает железо, и значение коэффициентов 0,03–0,04 приобретает вид «фонового» содержания железа.

Комплексный анализ свойств погребенных почв отражает равномерность распределения гумуса и величин емкости поглощения по всему погребенному профилю, почти нейтральную реакцию почвенной среды, преобладание процессов оглинивания в генетических горизонтах погребенного профиля, что позволяет диагностировать процессы лугово-степного черноземообразования. Морфологические и химические показатели более древней второй погребенной почвы отражают начальные стадии черноземообразования, по этим признакам данную почву можно диагностировать как дерново-карбонатную.

Для обоснования отмеченных выше выводов необходима дополнительная геохимическая характеристика погребенных почв луговской культуры.

Анализ почв в насыпи по динамике большинства химических элементов, показал увеличение в гор. A1 по сравнению с вышележащим – Ad, Na_2O , MgO , Fe_2O_3 , K_2O – даже таких оксидов, как Al_2O_3 и SiO_2 (табл. 3), что указывает на миграцию элементов в составе ила [11].

В подкуранных черноземах заметна аккумуляция MgO , Fe_2O_3 , K_2O и оксидов Al_2O_3 и SiO_2 . Таким образом, в погребенных дерново-

карбонатных почвах происходит стабилизация большинства оксидов, в том числе аккумуляция MgO и CaO . В подкуранных черноземах значения SiO_2 изменяются слабо – от 66,9 в гор. [A1] до 67,3% в гор. [BC]. Подобное распределение характерно и для оксидов алюминия – основного компонента глинистой составляющей. В подкуранных черноземных почвах заметно увеличение Al_2O_3 до 14,37%, что определяет значительную их оглиненность. Верхние горизонты почвы насыпи Ad и A1 по соотношению SiO_2 и R_2O_3 (8,31–7,78) обеднены R_2O_3 – так же как и в фоновых почвах. В погребенных черноземных почвах отмечается сужение величин SiO_2 к R_2O_3 до 6,53, что отражает накопление полуторных окислов.

На фоне общей характеристики смены растительных сообществ от раннего голоцена до современности, а также анализа динамики палеоклиматических условий жизни людей бронзового века геохимическая характеристика почвенных образований вызывает несомненный интерес и представляет новое направление анализа изменения палеосреды.

В целях более детального анализа геохимических особенностей условий формирования погребенных почв был использован метод расчета геохимических коэффициентов на основе валового химического состава [7–9].

В погребенных почвах геохимическая обстановка в целом соответствует фоновым почвам. Однако в погребенных дерново-карбонатных почвах значение коэффициента $\text{TiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$ составляет 0,07, в подкуранных черноземных почвах коэффициент колеблется от 0,06 до 0,07, а в экспонированных почвах насыпи он увеличивается до 0,08 и подчеркивает привнос силикатного материала (табл. 4).

Среди погребенных почв выделяются дерново-карбонатные – с небольшой аридизацией – 68,73–69,79. Подкуранные черноземные почвы характеризуются более гумидными условиями выветривания и почвообразования, для них характерны значения CIA – 68,56–70,04. В экспонированных почвах насыпи коэффициент CIA понизился до 64,02–65,73, что подчеркивает условия выветривания, близкие к верхним горизонтам фоновых почв.

В погребенных почвах распределение значений коэффициента отношения Al_2O_3 к $\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}+\text{MgO}$ подобно фоновым: низкие (1,10–1,13) для экспонированных горизонтов насыпи; повышенные (1,18–1,23) для подкуранных черноземных почв и очень низкие (1,11–0,99) – для погребенных дерново-карбонатных почв.

В погребенных почвах выделяются дерново-карбонатные варианты с преобладанием K_2O по сравнению с Na_2O – коэффициент 0,43. В подкуранных черноземных почвах значение коэффициента возрастает до 0,60–0,72 и имеет сходство с фоновыми почвами. В экспонированных почвах насыпи заметны турбационные процессы, связанные с перемещением мелкоземистой массы при сооружении кургана (см. табл. 4).



Таблица 3

Валовой химический состав почв разреза 2 (Комингерн I), % на прокаленную навеску

Горизонт	Глубина, см	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	TiO ₂	CaO	MgO	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	SiO ₂ R ₂ O ₃	SiO ₂ Al ₂ O ₃	SiO ₂ Fe ₂ O ₃
Экспонированные почвы в насыпи														
Ad	0-10	66,96	11,20	3,81	0,17	0,74	1,62	1,53	0,15	0,79	1,86	8,31	10,12	46,65
A1	10-38	69,50	12,67	3,93	0,16	0,69	1,48	1,81	0,09	1,10	1,91	7,78	9,33	47,10
Погребенные черноземы														
[A1']	38-64	66,96	13,96	4,59	0,16	0,73	1,44	2,04	0,07	0,81	2,07	6,74	8,15	38,86
[A1'']	64-81	66,66	14,37	4,67	0,14	0,70	1,57	2,18	0,08	0,84	2,14	6,53	7,89	38,07
[BC]	81-111	67,35	14,72	4,75	0,14	0,74	1,24	2,22	0,06	1,02	2,16	6,45	7,78	37,74
Погребенные дерново-карбонатные														
[Aca]	111-137	63,28	12,61	4,11	0,22	0,65	6,60	2,22	0,07	0,58	2,05	7,06	8,53	41,04
BCca	137-200	60,86	12,84	4,47	0,13	0,65	9,48	2,92	0,07	0,56	1,99	6,59	8,06	36,27

Таблица 4

Геохимические коэффициенты соотношения оксидов экспонированных и погребенных почв, разрез 2 (Комингерн I)

Горизонт	TiO ₂ Al ₂ O ₃	ClA	CaO+Na ₂ O+K ₂ O+MgO Al ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Na ₂ O K ₂ O	K ₂ O+Na ₂ O Al ₂ O ₃	Na ₂ O Al ₂ O ₃	CaO+MgO Al ₂ O ₃	MnO Al ₂ O ₃	MnO Fe ₂ O ₃	MnO+Fe ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ +MnO Al ₂ O ₃
Экспонированные почвы в насыпи												
Ad	0,08	64,02	1,10	1,10	0,65	0,30	0,12	0,61	0,02	0,09	1,09	0,24
A1	0,07	65,73	1,13	1,13	0,88	0,31	0,14	0,58	0,01	0,05	1,05	0,1
Погребенная почва – черноземная												
[A1]	0,07	69,14	1,22	1,22	0,60	0,26	0,10	0,56	0,01	0,03	1,03	0,22
[A1A2]	0,06	68,56	1,18	1,18	0,60	0,26	0,10	0,59	0,01	0,04	1,04	0,22
[A2B]	0,06	70,04	1,23	1,23	0,72	0,27	0,11	0,54	0,01	0,03	1,03	0,21
Погребенная дерново-карбонатная почва												
[Aca]	0,07	68,73	1,11	1,11	0,43	0,25	0,08	0,65	0,01	0,04	1,04	0,22
BCca	0,07	69,79	0,99	0,99	0,43	0,24	0,07	0,77	0,01	0,04	1,04	0,23



В экспонированных почвах насыпи коэффициент соотношения K_2O+Na_2O к Al_2O_3 оказался повышенным – 0,30–0,31, т. е. обогащенным калием и натрием, за счет привноса силикатного материала. В подкуранных черноземных почвах значение коэффициента понизилось до 0,26–0,27, оно подчеркивает накопление глинистой составляющей Al_2O_3 . В погребенных дерново-карбонатных почвах величина коэффициента понизилась, как и в фоновых почвах, до 0,25–0,24.

В подкуранных черноземных почвах отношение коэффициента Na_2O к Al_2O_3 составляет 0,10–0,11 и указывает на активную миграцию натрия по сравнению с алюминием. Подобная тенденция оказалась характерной и для погребенной дерново-карбонатной почвы с ещё более низким коэффициентом 0,08–0,07. В экспонированной почве в насыпи заметны неоднородные величины отношений – 0,14–0,12, что объясняется турбационными процессами, связанными с возведением насыпи (табл. 4).

В погребенных почвах отношение коэффициента $CaO+MgO$ к Al_2O_3 значительно выше, особенно в дерново-карбонатной почве – 0,65–0,77, и отражает высокую их карбонатность. В подкуранных черноземных почвах величины коэффициента выше – 0,54–0,59, чем в фоновых почвах, и указывают почти на нейтральную реакцию почвенного раствора. В экспонированных почвах значения коэффициента тоже оказались повышенными – 0,58–0,61 – чем в фоновых почвах, и отражают привнос силикатного карбонатного материала.

В погребенных почвах только в экспонированных горизонтах Ad отношение коэффициента MnO к Al_2O_3 составляет 0,02, что подчеркивает высокую биологическую активность. В подкуранных черноземной и дерново-карбонатной почвах величина коэффициента этих оксидов снижается до 0,01 (см. табл. 4).

В погребенных почвах расширенное отношение марганца и железа – 0,09 – характерно только для верхних горизонтов экспонированных почв. В подкуранных черноземных и дерново-карбонатных почвах значение коэффициента снижается до 0,03–0,04.

Соотношение Fe_2O_3+MnO к Al_2O_3 показывает, что железо и марганец на фоне содержания алюминия показывает слабое накопление железа и марганца, а также биологическую активность почв самых верхних экспонированных горизонтов – Ad – 0,24. В подкуранных черноземных и дерново-карбонатных почвах значение коэффициента снижается до 0,22–0,21 [11].

Заключение

Таким образом, проведенные сравнительные исследования современных и погребенных почв курганных захоронений луговской культуры ≈ 3500 л.н. выявили особенности их хронологического развития.

1. Современные почвы формируются под широколиственными лесами и имеют признаки лесного почвообразования.

2. Погребенные почвы перестали быть структурной единицей развития почвенного покрова, так как были «выключены» из сферы активного почвообразования ≈ 3500 л.н. и сохранили в своих свойствах информацию о комбинации факторов среды, преобладавших до момента погребения. Комплексный анализ морфологических признаков и свойств, отражающих условия почвообразования до погребения, позволил диагностировать формирование черноземов в атлантическое время (АТ) и степных карбонатных почв в раннем голоцене.

3. Современные темно-серые лесные почвы, прошедшие весь цикл голоценового почвообразования, имели подобное развитие в атлантическое время как и погребенные почвы, однако при залесении террасы в позднем голоцене они эволюционировали в серые лесные почвы.

Одной из главных проблем исследования данного направления является оценка возможности использования метода геохимических коэффициентов для проведения палеогеографических реконструкций природной среды. Суть метода состоит в сопряженном изучении современных почв и палеопочв разновозрастных археологических памятников, время сооружения которых определяется методическими подходами в археологии.

Для проведения реконструкции была установлена связь коэффициента выветривания в современных почвах с атмосферными осадками. Была получена функция линейной зависимости показателя CIA от среднегодового количества осадков: $CKO = 9,3 \times CIA - 179$, с величиной достоверности 0,96.

Реконструкция палеосреды в раннем, среднем и позднем голоцене показана на рисунке. В пределах подразделений голоцена выделены ритмы почвообразования и кривая изменения среднегодовой температуры для лесной зоны.

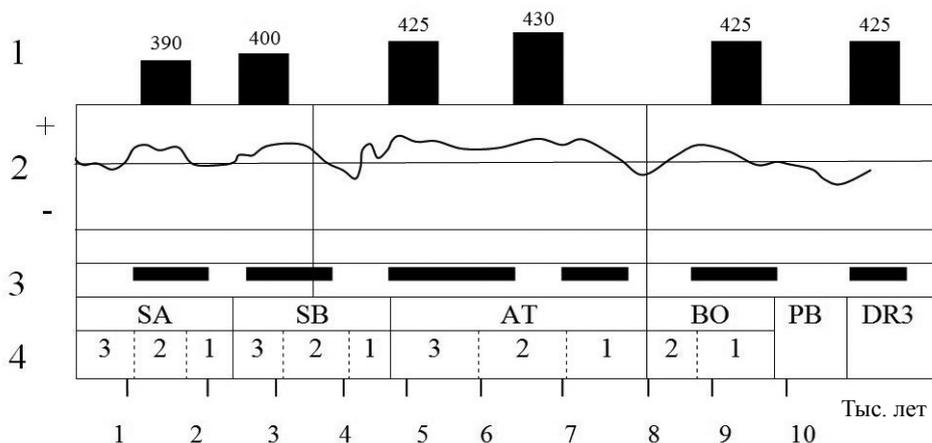
Генетические горизонты почв археологического памятника Коминтерновский курган I «привязаны» к датировкам развития луговской культуры ≈ 3500 л.н. на временной шкале суббореального периода голоцена, а дерново-карбонатные почвы, как нами ранее отмечалось, косвенно датированы ранним голоценом в соответствии с представлениями ряда авторов [17,18].

Таким образом, данные реконструкции показали:

1. Погребенные дерново-карбонатные почвы формировались при выпадении осадков порядка 425 мм/год.

2. Подкурная черноземная почва формировалась в атлантическое время с небольшим превышением выпадавших атмосферных осадков – 425–430 мм/год.

3. Экспонированные почвы в насыпи имели пониженные величины осадков – 390–400 мм/год.



Количество осадков и ритмы почвообразования в голоцене (в полевых работах принимал участие Н. Н. Солодков): 1 – осадки – реконструированы по коэффициентам выветривания и другим показателям; 2 – среднегодовая температура для южной лесной подзоны [15]; 3 – ритмы почвообразования по Сычевой [16] (темные полосы – стадии почвообразования, светлые промежутки – стадии литогенеза); 4 – подразделение голоцена дано в модификации Н. А. Хотинского [15] (SA – субатлантический период, SB – суббореальный период, AT – атлантический период, BO – борельный период, PB – пребореальный период, DP3 – поздний дриас)

4. Количество осадков в Татарстане составляет от 460 до 540 мм/год, т. е. превышает рассчитанные на 60–130 мм, если учитывать величины реконструкции только в позднеголоценовом периоде. Среднегодовые расчеты величин осадков зависят от выборки последних 10–20 реке 50 лет. Поэтому современные величины осадков включают изменения, происходящие в результате потепления климата за последние сто лет. Для Среднего Поволжья прирост осадков за 100 лет составляет ≈ 140 мм/год [19]. Поэтому если учесть постепенный прирост осадков за последние 100 лет, то можно оценить хорошую достоверность проведенных реконструкций.

Реконструкция палеоклиматических данных по коэффициенту выветривания (CIA) показала, что палеоусловия развития луговой КИО составляли 390–430 мм/год осадков, а также преобладание лугово-степной растительности.

Библиографический список

1. Александровский А. Л., Александровская Е. И. Эволюция почв и географическая среда. М., 2005. 223 с.
2. Геннадиев А. Н. Почвы и время: модели развития. М., 1990. 229 с.
3. Демкин В. А. Палеопочвоведение и археология: интеграция в изучении природы и общества. Пушкино, 1997. 213 с.
4. Дергачева М. И., Васильева Д. И. Палеопочвы, культурные горизонты и природные условия их формирования в эпоху бронзы в степной зоне Самарского Заволжья // Вопросы археологии Поволжья. Самара, 2006. С. 464–476.
5. Иванов И. В. Эволюция степной зоны в голоцене. М., 1992. 143 с.
6. Алексеев А. О., Алексеева Т. В. Оксидогенез железа в почвах степной зоны. М., 2012. 202 с.

7. Калинин П. И., Алексеев А. О. Геохимические характеристики погребенных голоценовых почв степей Приволжской возвышенности // Вестн. ВГУ. Сер. География, Геоэкология. 2008. № 1. С. 9–15.

8. Nesbitt H. W., Young G. M. Early Proterozoic climate of sand stone and munstone suites using SiO_2 content and $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ ratio // J. Geology. 1997. Vol. 105. P. 173–191.

9. Retallack G. Soils and Global Change in the Carbon Cycle over Geological Time // Treatise On Geochemistry. 2003. Vol. 5. P. 581–605.

10. Ломов С. П., Солодков Н. Н. Геохимические условия развития современных и погребенных почв Среднего Поволжья // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2016. Т. 16, вып. 1. С. 11–15.

11. Ломов С. П., Лыганов А. В., Хисяметдинова А. А., Спиридонова И. Н., Солодков Н. Н. Современные и погребенные почвы курганных захоронений лесостепной зоны Среднего Поволжья (на примере Коминтерновского кургана I) // Почвоведение. 2017. № 5. С. 558–568.

12. Спиридонова И. Н., Ломов С. П., Солодков Н. Н. Изучение почв курганных захоронений в Среднем Поволжье: сб. науч. тр. I междунар. науч.-практ. конф. Пенза, 2014. С. 183–188.

13. Чижевский А. А., Галимова М. Ш., Мельников Л. В., Хисамутдинова Р. А. Междисциплинарные исследования Коминтерновского кургана 2 эпохи поздней бронзы и стоянки каменного века // Археология и естественные науки Татарстана: в 4 кн. Казань, 2011. Кн. 4. С. 336–367.

14. Спиридонова И. Н., Ломов С. П. Погребенные черноземы курганных захоронений лесостепной зоны Среднего Поволжья: сб. материалов науч. конф. Воронеж, 2017. С. 473–477.

15. Хотинский Н. А. Голоцен Северной Евразии. М., 1987. 200 с.

16. Сычева С. А. Главный (2000-летний) ритм голоцена и его проявления в почвах и отложениях пойм Русской



равнины. География : проблемы науки и образования : LXIII Герценовские чтения. СПб., 2010. С. 324–329.

17. Величко А. А. Палеоклиматы и палеоландшафты внетропического пространства Северного полушария.

Поздний плейстоцен – голоцен : атлас-монография / под ред. А. А. Величко. М., 2009. 120 с.

18. Гугалинская Л. А., Алифанов В. М., Березина А. С.,

Березин А. Ю., Хисьяметдинова А. А., Попов Д. А., Ваганов И. М., Овчинников А. Ю., Кондрашин А. Г., Рапацкая К. М. Палеоэкология почвообразования на финально-палеолитическом поселении Шолма-1 (Приволжская возвышенность, Чувашское плато) // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2010. Т. 12, № 1. С. 1006–1010.

19. Ломов С. П. Почвы и климат Пензенской области. Пенза, 2012. 290 с.

Образец для цитирования:

Ломов С. П., Спиридонова И. Н. Геохимические условия современных и погребенных почв курганных захоронений лесостепной зоны Среднего Поволжья // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 1. С. 14–21. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-14-21.

Cite this article as:

Lomov S. P., Spiridonova I. N. Geochemical Conditions of Contemporary and Destroyed Soils of Curgenal Burials of the Forest-steppe Zone of the Middle Volga Region. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2018, vol. 18, iss. 1, pp. 14–21 (in Russian). DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-14-21.



УДК 911.375.64

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ И ПРИНЦИПЫ ТРАНСФОРМАЦИИ КУЛЬТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА ГОРОДА (на примере Саратова)

Ю. В. Преображенский, Л. В. Макарецва

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

Макарецва Людмила Валентиновна, кандидат географических наук, доцент кафедры экономической и социальной географии, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, milamak05@mail.ru

Рассматриваются территориальные аспекты формирования культурного пространства города по схеме «точка–линия–ареал». Выявляется главная культурная линия Саратова, рассматриваются потенциальные линии. Предложены принципы формирования культурного пространства города. Анализируется роль горожан в поддержании культурного пространства.

Ключевые слова: культурное пространство города, культурная ось, туризм, Саратов.

Spatial Aspects and Principles of the Transformation of the Cultural Space of the City (on the Example of Saratov)

Yu. V. Preobrazhenskiy, L. V. Makarceva

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

Lyudmila V. Makarceva, ORCID 0000-0001-8231-0608, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, milamak05@mail.ru

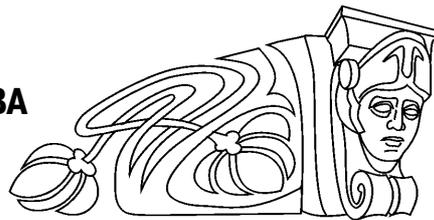
The spatial aspects of the formation of cultural space of the city according to the scheme «point-line-area» were examined. The main cultural line of Saratov was considered, some potential lines were revealed. The principles of formation of cultural space of the city were proposed. The role of citizens in maintaining a cultural space was examined.

Key words: cultural space of the city, cultural axis, tourism, Saratov.

DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-22-26

Вопрос формирования культурного пространства в отдельно взятом городе имеет ряд составляющих, которые нельзя обойти вниманием. Для географов крайне важна морфология пространства. Его наиболее значимыми элементами являются точечные, линейные и ареальные структуры. На примере городского культурного пространства покажем их соседство и эволюцию.

Определений культурного пространства немало и они достаточно многозначны, однако некоторые аспекты представляются географам слишком вольными. В частности, сложно согла-



ситься с тем, что культурное пространство является средой (см., например, [1, с. 45]), в которой происходят культурные процессы. Напротив, следует поддержать такую точку зрения, согласно которой культурное пространство само является результатом деятельности культурных процессов. В такой трактовке оно сближается с понятием культурного поля.

Если наложить карту (или скорее картоид, учитывая субъективные различия в определениях культуры, во владении знаками) культурного пространства на карту реального городского пространства, то первая едва ли накроет вторую целиком, без разрывов. Культурное пространство дискретно, неравномерно по толщине своей «ткани». Нарращивание такой ткани – одна из важных задач регионального управления. Как отмечает И. Е. Фадеева, «...именно социокультурные и знаково-символические аспекты регионального развития могут оказаться сегодня наиболее перспективными, определяя идентификационные процессы и формируя образ локального пространства» [2, с. 74].

В то же время рефлексия в отношении культурного пространства среди городского населения выражена слабо. Представляется, что горожанин ощущает себя не в качестве полноценного участника созидания, «ткача» культурного пространства, а как объект его влияния.

Схожий подход, как полагается, преобладает и среди чиновников, что затрудняет трансформацию культурной компоненты города. Показательно, что разного рода культурные «...городские инновации зачастую требуют не сложных технических решений, а смены мыслительных установок. ... Сдвиг парадигм, сосредоточение внимания на креативности влечет нововведения, которые постепенно становятся стандартами» [3, с. 30].

Морфология культурного пространства города закладывается планировочным каркасом, который, в свою очередь, «вписан» в рельеф, а также ориентирован по направлению подъезда (подвоза) к городу. В отношении Саратова определяющим стало положение улицы Московской. В 1812 году губернский землемер А. Решетников предложил план застройки города, в котором органично сочеталась сложившаяся планировка старого центра с классической сеткой улиц на новых территориях. Предложенная прямоугольная уличная сеть была расположена под углом в 45 градусов к волжскому берегу, за основу взято направление главной улицы города – Московской. В прибреж-



ной части города получила продолжение уличная сеть, основанная на системе взвозов (Бабушкин, Троицкий и Князевский), которые поднимались от волжских пристаней к улице Чернышевской. «Нарезка» кварталов, площадей сохранилась по настоящее время.

Таким образом, культурный каркас опирается на регулярную планировку, прежде всего на те улицы, где для пешеходов предусмотрено достаточно обширное пространство. Это как в чистом виде пешеходные улицы (пр. Кирова, ул. Волжская, пешеходные ярусы Набережной Космонавтов), так и улицы с проходящими вдоль их оси аллеями Рахова и Астраханская. Привлекательность последним придают промежуточные пункты – Городской парк и Детский парк, которые можно считать культурно-рекреационными узлами. Нужно признать, что практика создания пешеходных пространств в Саратове, на наш взгляд, достаточно разумна, однако требует обязательного дополнения в виде пространства социального.

Этапом, предваряющим формирование культурного пространства, является создание (или выделение) **точечных объектов**, которые можно рассматривать как имеющие культурную ценность.

В последние годы для привлечения туристов во многих городах-миллионерах, а также крупных и некоторых средних городах активно идёт установка различных статуй. Часто непонятно, кого (или что) они изображают и какова их связь с городом. Такие статуи внедрены в разных местах городов по остаточному принципу, в малой степени связаны с окружающим городским культурным ландшафтом и часто «выпадают» из него, нарушая его целостность (достижение которой само по себе является отдельным вопросом). Данного рода деятельность – точечное возмущение культурного пространства, радиусом примерно равное расстоянию до объектива фотокамеры.

Саратов также не избежал этой участи. Так, современное городское культурное пространство центра олицетворяют новые арт-объекты, пример тому дизайнерские скамейки около площади Гагарина, скульптура «Одноклассники» на Набережной Космонавтов (автор В. А. Пальмин), скульптура «Городовой» на улице Волжской (автор А. Щербаков), Старый трамвай маршрута № 6 «Вокзал–Волга», здесь же памятный камень Хачкар в память об улице Армянской (прежнее название ул. Волжская), на проспекте Кирова памятник Саратовской Гармошке (автор В. А. Пальмин), памятник песне «Огней так много золотых...» (автор Н. Бунин).

Арт-объекты, появившиеся в областном центре за последние годы, в отличие от других городов делают городскую среду более комфортной, они выразительны, гармоничны, имеют определенную идею. На наш взгляд, перечисленные памятники и арт-объекты вписались в городское пространство, не вызывая у местных жителей

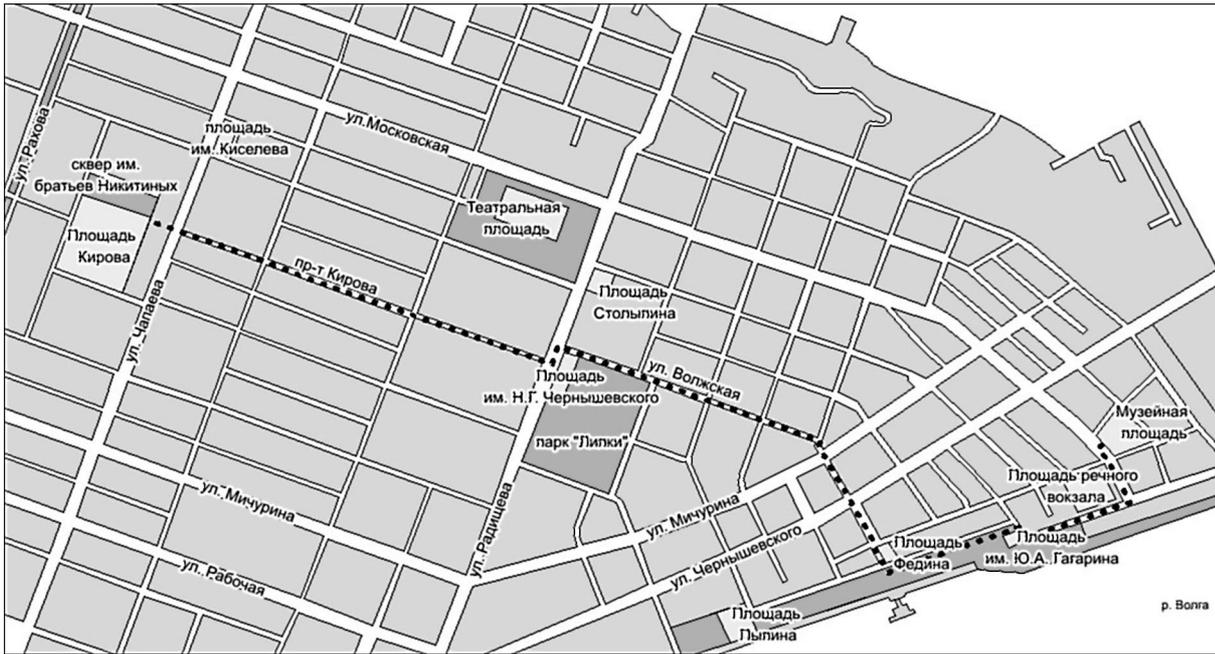
и гостей города раздражения. В Н. Новгороде, например, арт-объекты расположены слишком скученно и скорее мешают пройти. Возможно, больший эффект они принесли бы в более культурно «тонких» (продолжая метафору с тканью культурного пространства) районах города.

Более эффективная по сравнению с точечной трансформация культурного пространства осуществляется при объединении точечных объектов в линии, своеобразном «нализывании бусин на нитку». Безусловно, наглядным примером такого рода являют две туристические линии в г. Пермь [4]. Другой пример – г. Санкт-Петербург, где вопрос с линиями элегантно решён прокладыванием туристических маршрутов по рекам и каналам, на которые ориентированы фасады зданий (а в последние годы и некоторые арт-новоделы (вроде скульптуры Чижика-пыжика)), линейные элементы культурного пространства здесь изначально были вписаны в городскую среду. Впрочем, относительная кратковременность работы таких линий, ограниченная летними месяцами, вынуждает прибегать к более традиционным путям.

Среди упомянутых «бусин» могут быть как исторические объекты, так и объекты советского времени и последней четверти века. Так, из городской застройки выделяется Музейная площадь с самобытным обликом (Свято-Троицкий собор, здание музея краеведения, здание русской православной гимназии, здание филиала Приволжской железной дороги), площадь Чернышевского (здание консерватории, архиерейский ансамбль, здание колледжа искусств), улица Московская до улицы Радищева с домами в стиле русского классицизма, проспект им. Кирова с дореволюционными строениями. Среди объектов советского времени выделяются здания и объекты, имеющие отношение к личности Ю. А. Гагарина.

Наметим культурную линию пешеходного пространства по старому центру города, объединив точечные объекты в линию, тем самым заложив основу для формирования культурного каркаса (рисунок). Итак, отдельные достопримечательности, как уже было отмечено, расположены на Музейной площади, где сохранились уникальные памятники зодчества, которые находятся под охраной государства. Отсюда пешеходный маршрут пролегает по Набережной Космонавтов – визитной карточке областного центра.

Спускаясь вниз к Волге, пешеходная линия доходит до площади Гагарина, где находится культурный объект – памятник первому космонавту Ю. А. Гагарину, чье имя вписано в летопись Земли Саратовской. Далее линия проходит по третьему ярусу (зеленый пояс древонасаждений и цветников) до современного арт-объекта – скульптуры «Одноклассники». Поднимаясь к четвертому ярусу (жилой массив), линия ведёт к памятнику К. А. Федина, рядом с которым находится музей этого саратовского писателя. По ходу маршрута



Пешеходный туристический маршрут по основной культурной линии Саратова (сост. А. Ю. Романовой)

обращает на себя внимание один из развлекательных точечных объектов – скульптура «Городовой». Далее линия следует по ул. Волжской, которая сохранила часть старой дореволюционной застройки. Здесь в память армян, которые заселяли эту улицу, установлен камень Хачкар.

Следуя далее по линии, можно увидеть на ул. Волжской, дом 21 ИТР-1, выполненный в стиле конструктивизма (1937 г.), а также расположенное на противоположной стороне здание архитектора В. А. Люкшина – бывшая гинекологическая лечебница (ныне магазин «Все для здоровья»). Нельзя не обратить внимание и на двухэтажный особняк Э. Бореля (арх. П. М. Зыбин), ныне в здании располагается Дворец бракосочетания. Заслуживает внимания и особняк Ростовцева (Волжская, 20), выполненный в неоклассическом стиле. Особняк саратовского мукомола И. П. Шмидта, построенный по проекту архитектора К. А. Дулина в 1910–1913 годах, также расположен на ул. Волжской. Специалисты определяют стиль застройки города как классицизм, растворенный в более поздних застройках, но зодчество той эпохи не стало лицом Саратова [5].

В глубине улицы стоит здание (Волжская, 30), которое положило начало комплексу построек духовного ведомства – архитектурному ансамблю в стиле эклектики (бывший жилой дом саратовского архиерея). Замыкают улицу архиерейское подворье и храм «Утоли мои печали». Старой планировкой была заложена липовая аллея (ныне Сад Липки), которая является любимым местом горожан. Линейный элемент культурного пространства здесь изначально был вписан в городскую среду.

Следующей остановкой, примыкающей к культурной оси на маршруте, является площадь

Н. Г. Чернышевского с одноименным памятником. Рядом, соединяя две улицы, стоит один из ярких памятников архитектуры здание консерватории (арх. С. Каллистратов) с готическими элементами и приемами модерна. Силуэт этого здания служит эмблемой саратовской архитектуры и связан с историей города. Другой арт-объект – памятник Саратовской Гармошке – лишь дополняет линию маршрута.

На углу ул. М. Горького и проспекта Кирова взгляд останавливается на здании с флюгером. Это бывшая гостиница «Россия» (ныне здание находится в аварийном состоянии). На противоположной стороне – здание бывшей гостиницы «Европа» (находится в аварийном состоянии после пожара).

Далее по маршруту: на проспекте Кирова сохранился дом (Кирова, 22) первого кинотеатра в Саратове – «Гранд-Мишель», на противоположной стороне расположено здание (в стиле неоклассицизма) бывшего ломбарда (арх. В. Карпенко), рядом – монументальное здание бывшей гостиницы «Астория» (ныне «Волга») (арх. С. Каллистратов). Одним из точечных объектов следует признать памятник песне «Огней так много золотых...», расположенный напротив.

Обращает на себя внимание особняк братьев Никитиных (арх. А. Салько), основателей саратовского цирка, расположенный на углу проспекта и ул. Вольской. Замыкает линию маршрута конструктивное здание Крытого рынка (арх. В. Люкшин). Масштабное, гармонично цельное здание, построенное в 1914–1916 годах, оно и сейчас привлекает своей архитектурой. Линию можно продолжить далее по ул. Вавилова вплоть до пересечения с улицей Астраханской.

Намеченная нами ось пересекается с двумя потенциальными культурными линиями (пока



только на некоторых отрезках) на улицах Астраханская и Рахова. Вероятно, стоит рассмотреть задачу проведения пешеходной улицы для их объединения (например, по улице Советской).

Закрывать каркас с другой стороны будет ул. Ленина (ныне ул. Московская) с образцовыми домами постройки в период после 1812 года, в эпоху классицизма. Наконец, ещё одной потенциальной линией может служить Волга с прогулочными и туристскими теплоходами, личными яхтами и катерами. Подобной – водной – активности городу недостаёт уже десятилетиями.

Таким образом, предлагаемая линия маршрута обращена не только к архитектурному наследию города, но и к современному дизайну городской среды, которая создает уникальный колорит, атмосферу, отличающую Саратов от других городов страны.

При формировании культурных линий выделим принципы уникальности, ориентации на культурную коммуникацию, событийности, комфортности, рентабельности, экологичности. Уникальность предполагает достаточно плотное соседство исключительных объектов, прежде всего, конечно, зданий. В идеальном городе у домов отсутствуют номера, есть только имена: дом Устинова, дом Мельникова и т. д. Уникальность тесно связана с высокой историко-культурной ценностью, однако и относительно современные объекты также могут быть уникальными (отдельный вопрос в их эстетической ценности и функциональности).

Ориентация на культурную коммуникацию предполагает соответствующие условия, в которых индивиды могут сосредоточиться на взаимодействии, включающем развлечение, обучение, творчество. Взаимодействие, связанное с торговлей, должно носить подчинённый, сервисный характер. Данный принцип предполагает внимание к созданию и наполнению общественных пространств города, где появляется возможность осуществлять подобную коммуникацию.

Принцип событийности состоит в насыщении выделенных осей культурными событиями, как регулярными (становящимися со временем традиционными), так и спонтанными, организованными по инициативе граждан, связанными с какими-то значимыми событиями в их жизни. Не случайно в пешеходной зоне саратовцев, которая является самой протяженной в стране, в последние годы администрация города проводит «Городские выходные», фестивали, флешмобы, все праздничные мероприятия.

Комфорт связан с особым темпом уличной жизни, имеющим «пешеходный такт». Поэтому культурные линии мы привязываем к пешеходным пространствам. Показателем комфортности является и то, насколько интересно и безопасно на этих улицах находиться детям.

Принцип самокупаемости сводится к тому, что существенная часть кафе, музеев, кинотеат-

ров, выставок и т. д. должна обеспечивать приток средств. Данный вопрос обращён к благосостоянию граждан, к уровню организации производства. Только меньшая часть соответствующей культурной инфраструктуры должна оплачиваться из бюджетных средств.

Принцип экологичности вполне очевиден. Он предполагает минимизацию различных видов загрязнения, в том числе шумового и ольфакторного (т. е. в виде запахов), которые самими горожанами не вполне осознаются как именно загрязнения.

Формирование своего рода культурного каркаса из линейных элементов, которые соединяют отдельные достопримечательности, культурно значимые объекты, – один из важных шагов по структурированию культурного пространства города. Здесь уже появляется определённый эффект повествования – линия «ведёт» горожанина, туриста, «рассказывая» ему ту или иную историю. Если точечный культурный объект удаётся поверхностного визуального контакта на время, необходимое для снимка, то «культурная ось», обращаясь к более глубокому смысловому уровню, вовлекает человека в культурное пространство, пробуждая культурную рефлексию.

Вопрос проведения культурных осей многоаспектен и актуален. С одной стороны, их формирование обусловлено историей города, его планировкой, они уже имплицитно заложены в нём. С другой стороны, очевидна необходимость «достраивания» линий, их дополнения более современными арт-объектами и культурно-развлекательной инфраструктурой в целом. Это связано и с практическими аспектами проведения пешеходной городской экскурсии («разрывом» на маршруте, который желательно заполнить), и с вовлечением многофункциональных (в том числе развлекательных¹) объектов по ходу маршрута (финансовый аспект, конечно, не остаётся без внимания), а также муниципальных культурных объектов, расположенных в стороне от привычных туристских маршрутов.

Наконец, на завершающем этапе эволюции культурного пространства происходит переход от сети (представленной «культурными линиями») к полному покрытию города культурной «тканью». Культурное пространство можно рассматривать в качестве ареала², одного среди многих на карте страны. Важным с этих позиций является вопрос повышения аттрактивности города [7], в том числе повышения туристического потенциала [8] и брендирования города и области в целом [9].

«Сплошное» культурное пространство как неотъемлемый компонент включает и самих горожан. Они являются его со-переживателями,

¹ В данной связи интересны особенности формирования квест-индустрии в городах России (см. [6])

² В действительности это только некая метафора, так как общественное культурное пространство существует, конечно, только снаружи красных линий.



со-творцами. Такого эффекта нельзя добиться дирижистскими мерами, созидание горожанами культурного пространства идёт «снизу», однако при этом требует общецивилизационного роста культуры, трансформации мировосприятия, образования. Впрочем, локальные городские процессы оказываются комплементарными более масштабным процессам, происходящим в стране и в мире, до определённой степени определяя их.

Библиографический список

1. Орлова Е. В. Культурное пространство : определение, специфика, структура // Аналитика культурологии. 2010. № 15. С. 42–53.
2. Фадеева И. Е. Метасимволика культурных пространств : локальный текст в измерении цивилизационной семиотики // Человек. Культура. Образование. 2012. № 6. С. 73–88.
3. Гонтарева А. Е. Возрождение городских пространств посредством культурных проектов // Альтернативы регионального развития. 2011. № 2 (2). С. 23–30.
4. Пешеходные туристические линии Перми. URL: <http://lines.perm.ru/> (дата обращения: 11.10.2017).
5. Терехин С. О. Века и камни : (Памятники архитектуры Саратовской области). Саратов : Приволж. кн. изд-во, 1990. 152 с.
6. Лядова А. А., Преображенский Ю. В. Развитие квест-индустрии в России : пространственные аспекты // Вестн. ТвГУ. Сер. География и геоэкология. 2017. № 2. С. 81–92
7. Преображенский Ю. В. Атрактивность регионов и городов Поволжского экономического района // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2016. Т. 16, вып. 2. С. 72–77.
8. Макарецва Л. В., Щеглов Д. М. Туристический потенциал Саратовской области и условия его реализации // Изв. Алт. отд-ния Русского Географического Общества. 2014. № 35. С. 86–89.
9. Терентьева О. В., Лоцева Д. Ю., Щеглов Д. М. Выявление потенциальных туристских брендов как элемент позиционирования территории (на примере города Саратова и Саратовской области) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2015. Т. 15, вып. 1. С. 24–27.

Образец для цитирования:

Преображенский Ю. В., Макарецва Л. В. Территориальные аспекты и принципы трансформации культурного пространства города (на примере Саратова) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 1. С. 22–26. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-22-26.

Cite this article as:

Preobrazhenskiy Yu. V., Makarceva L. V. Spatial Aspects and Principles of the Transformation of the Cultural Space of the City (on the Example of Saratov). *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2018, vol. 18, iss. 1, pp. 22–26 (in Russian). DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-22-26.



ГЕОЛОГИЯ

УДК [567.31]: 551.763.31

О СТРАТИГРАФИЧЕСКОМ ЗНАЧЕНИИ ЭЛАСМОБРАНХИЙ (*Chondrichthyes*, *Elasmobranchii*) В СЕНОМАНЕ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ПОВОЛЖЬЯ

А. В. Бирюков

Алексей Владимирович Бирюков, ассистент кафедры исторической геологии и палеонтологии, Саратовский национальный исследовательский государственный университета имени Н. Г. Чернышевского, palaeoanacorax@gmail.com.

Приведен анализ стратиграфического распространения эласмобранхий в породах меловатской свиты (сеноман) Правобережного Поволжья (часть территории Пензенской, Саратовской и Волгоградской областей). Выделены четыре вспомогательных биостратиграфических подразделения в ранге слоев с фауной: «слои с *Cretoxyrhina vraconensis* и *Palaeoanacorax volgensis*» (нижнемеловатская подсвита), «слои с *Cretoxyrhina denticulata* и *Palaeoanacorax volgensis*» (нижняя часть среднемеловатской подсвиты), «слои с *Ptychodus decurrens* и *Squalicorax curvatus*» (верхняя часть среднемеловатской подсвиты) и «слои с *Ptychodus mammillaris* и *Squalicorax falcatus*» (верхнемеловатская подсвита).

Ключевые слова: сеноманский ярус, меловатская свита, Поволжье, эласмобранхии, зональная биостратиграфия.

On the Stratigraphic Significance of Elasmobranchs (*Chondrichthyes*, *Elasmobranchii*) in the Cenomanian of the Volga River Basin (Right Bank)

A. V. Biriukov

Aleksey V. Biriukov, ORCID 0000-0002-3828-661X, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, palaeoanacorax@gmail.com

The paper analyzes the stratigraphic distribution of elasmobranchs in the deposits of the Melovatka Formation (Cenomanian) from the right bank of the Volga (part of the Penza, Saratov and Volgograd regions). Four auxiliary biostratigraphic units have been recognized in the fossil-strata rank: «*Cretoxyrhina vraconensis* and *Palaeoanacorax volgensis*» (the lowermost of the Melovatka Formation), «*Cretoxyrhina denticulata* and *Palaeoanacorax volgensis*» (the lowermost of the middle member of the Melovatka Formation), «*Ptychodus decurrens* and *Squalicorax curvatus*» (the uppermost of the middle member of the Melovatka Formation), «*Ptychodus mammillaris* and *Squalicorax falcatus*» (the uppermost of the Melovatka Formation).

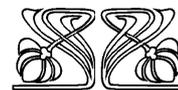
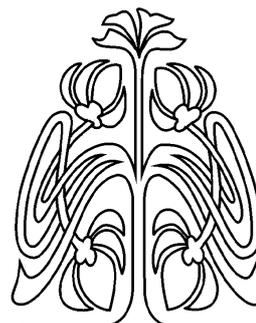
Key words: Cenomanian, Melovatka Formation, Volga Region, elasmobranchs, zonal biostratigraphy.

DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-27-40

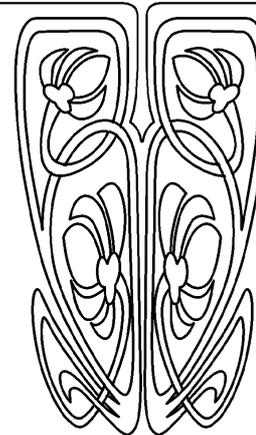
Введение

Сеноманские отложения широко распространены на территории правобережья Нижнего и Среднего Поволжья, в пределах Саратовской, Пензенской [1], Тамбовской [2] и Волгоградской областей [3] (рис. 1). Литологически они представлены терригенными породами – песками и алевритами, чрезвычайно бедными фоссилиями. В большинстве разрезов присутствуют 1–3 уровня концентраций – фосфоритовых горизонтов с большим количеством органических остатков [4].

В 1990-х гг. вырабатывается новая концепция выделения региональных стратиграфических подразделений, вследствие чего особое значение приобретает обоснование местных стратиграфических подразделений [5]. С этого момента любые исследования строятся



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ



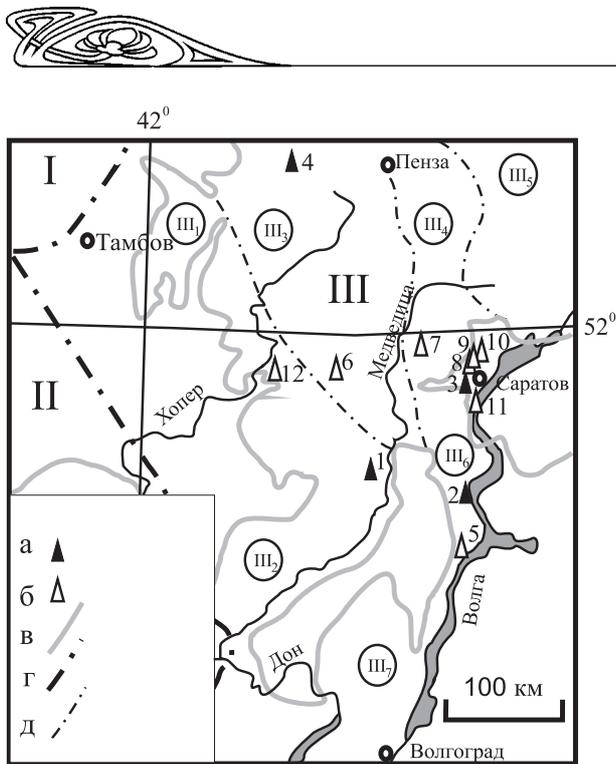


Рис. 1. Схема расположения исследованных разрезов: а – типовые разрезы для предлагаемых слоев с фауной эласмобранхий (1 – «Меловатка-5», 2 – «Нижняя Банновка», 3 – «Козловский карьер», 4 – «Каменка-2»); б – прочие разрезы (5 – «Иловля», 6 – «Безобразовка-1», 7 – «Карамышка», 8 – «Усиевича», 9 – «Клинический поселок», 10 – «Лысяя гора», 11 – «Шихан», 12 – «Большой Мелик»); в – границы структурно-фациальных зон (по Олферьеву, Алексееву, 2005 г.); г – границы современного распространения верхнемеловых отложений; д – границы субрегионов: I – Московская синеклиза; II – Воронежская антеклиза; III – Среднее и Нижнее Поволжье; III₁ – Воронежская антеклиза. Тамбовская моноклинал; III₂ – Воронежская антеклиза. Хопёрская моноклинал; III₃ – Волго-Уральская антеклиза. Муромско-Ломовский прогиб; III₄ – Волго-Уральская антеклиза. Западная часть Ульяновско-Саратовского прогиба; III₅ – Волго-Уральская антеклиза. Восточная часть Ульяновско-Саратовского прогиба; III₆ – Воронежская антеклиза. Приволжская моноклинал (южная часть Саратовского Поволжья); III₇ – Воронежская антеклиза. Приволжская моноклинал (Волгоградское правобережье)

именно на основе местных схем. Для южной части правобережного Поволжья была предложена трехчленная меловатская свита, сопоставляемая с сеноманским ярусом общей стратиграфической шкалы [6]. В пределах Тамбовской моноклинали нижнемеловатской подсвите соответствует полпинская свита [7]. Согласно Н. Ю. Зозыреву [8], нижнемеловатскую подсвиту слагают алевро-песчаные отложения, она соответствует фораминиферовой лоне *Gavelinella senomanica* (нижнесеноманский подъярус), среднемеловатская подсвита сложена алевро-глинистыми отложениями, соответствует нижней половине лоны *Lingulogavelinella globosa* и сопоставляется со среднесеноманским подъярусом, верхнемеловатская подсвита представлена песками, соответствует верхней половине той же лоны, что и

предыдущая, и сопоставляется с верхнесеноманским подъярусом (табл. 1).

В качестве основных проблем биостратиграфии сеномана на данной территории можно выделить:

- положение нижней границы (границы с альбом) и ее биостратиграфическое обоснование в разрезах терригенных пород;
- положение верхней границы (кровли) сеномана и ее биостратиграфическое обоснование;
- детальное биостратиграфическое обоснование расчленения интервала пород сеномана (меловатской свиты) на подразделения в ранге слоев с фауной;
- сопоставление выделяемых слоев с фауной с местными подразделениями (подсвитами).

Объективным препятствием в разрешении означенных вопросов являются:

- отсутствие естественных стратиграфически полных разрезов сеномана даже на уровне подъяруса, что в целом характерно для всех верхнемеловых отложений Поволжья;
- недоступность нижних интервалов сеномана и его границы с альбом (на фоне фациальной однородности альба и низов сеномана);
- минимальное фаунистическое разнообразие низов сеномана и подстилающего его альба (декаподы, эласмобранхии, морские рептилии) – массовое вселение новых форм началось лишь в середине сеномана;
- наличие региональных предтуронского и предсантонского размывов;
- изобилие внутриформационных перерывов (горизонтов конденсации), хотя именно к ним приурочено большинство фаунистических остатков;
- приуроченность подавляющего большинства фаунистических остатков к уровням концентрации;
- слабая охарактеризованность разрезов ископаемыми остатками представителей ортостратиграфических групп – остатки представлены единичными экземплярами, слабо изучены микрофауны.

Для меловатской свиты А. Г. Олферьевым и А. С. Алексеевым [7] были предложены два интервала слоев с фауной аммонитов (см. табл. 1), В. Б. Сельцером [9] – один. По бентосным фораминиферам Н. Ю. Зозырев [8] выделяет две лоны, по двусторчатым моллюскам Л. Н. Якушин и А. В. Иванов [10] выделили слой с фауной в среднемеловатской подсвите, по губкам в той же среднемеловатской подсвите Е. М. Первушовым [11] предложены два слоя с фауной. По химерам для всей меловатской свиты Е. В. Попов [12] выделяет три слоя с фауной. По морским рептилиям выделяются два слоя с фауной [13], причем для одного из них предлагается форма с открытой номенклатурой. Данный аспект способствует росту стратиграфического значения иных групп, в частности эласмобранхий.



История разработки биостратиграфических схем по эласмобранхиям. Попытки использовать ископаемую фауну акулловых рыб для решения стратиграфических вопросов предпринимались В. В. Меннером [14], М. И. Соколовым [15], Л. С. Гликманом, Р. А. Мертинене (Шважайте), В. И. Железко. Л. С. Гликман [16] обращал внимание на то, что представители рода *Ptychodus* Agassiz, 1838 появляются в верхнем сеномане (при двучленном делении). В 1970–1990-е гг. предложено несколько стратиграфических схем на основе эласмобранхий для территорий Поволжья, Литвы, Украины, Казахстана и Средней Азии. Основная роль при выделении биозон отводилась ламноидным акулам, особенно представителям семейства *Anacoracidae* как группы с высокой скоростью эволюции.

В 1971 г. опубликована зональная схема Л. С. Гликмана и Р. А. Шважайте для альба – турона Литвы, Поволжья и Средней Азии. Зона *Eoanacorax dalinkevichiusi* соответствует верхнему альбу, зона *Palaeoanacorax volgensis* – нижнему сеноману, зона *Palaeoanacorax obliquus* – верхнему (при двучленном делении), а нижнему турону – зона *Palaeoanacorax pamiricus* [17].

Тогда же для сеномана Западного Казахстана и Саратовского Поволжья Л. С. Гликман и В. И. Железко предлагают зоны *Palaeoanacorax volgensis*, *Palaeoanacorax subserratus* и *Palaeoanacorax obliquus*. Кроме того, для первой зоны отмечается наличие *Eostriatolamia acutidens* Glückman (nomen nudum), для второй – *Eostriatolamia arkhangelskii* Glückman (nomen nudum), для третьей – *Eostriatolamia subulata* (Agassiz, 1843) [18]. Констатируется совпадение верхней границы распространения *Paraisurus macrorhiza* (Pictet et Campiche, 1858) с верхней границей первой зоны. *Notidanus microdon* Agassiz, 1843, *Acrodus levis* Woodward, 1887 и *Pseudoheterodontus polydictios* (Reuss, 1846) фиксируются в первой и второй зонах, а *Ptychodus decurrens* Agassiz, 1839 – только в третьей. Здесь рассматриваются и транзитные для всех трех зон виды. К сожалению, выделенные зоны не сопоставлены авторами [18] ни с какими зональными схемами по другим группам фауны, не соотнесены с общей стратиграфической шкалой. Они ограничились лишь приуроченностью зон к тем или иным литологическим телам, что крайне затрудняет определение их границ и стратиграфического объема.

В статье Р. А. Мертинене [19] для альба и сеномана выделены три зоны: верхний альб – зона *Eoanacorax dalinkevichiusi*, нижний сеноман – зона *Palaeoanacorax volgensis*, верхний сеноман – зона *Palaeoanacorax obliquus*. Ею приводится четкое сопоставление зон по эласмобранхиям с зонами по аммонитам и фораминиферам, рассматриваются селахиокомплексы, характерные для каждой зоны (систематический состав, процентное соотношение таксонов внутри сообществ), и географическое распространение зон.

В. И. Железко [20] в верхнем альбе – туроне выделил шесть зон:

- зона L1 – *Eoanacorax dalinkevichiusi* – верхний альб;
- зона L2 – *Palaeoanacorax volgensis* – верхний альб – нижний сеноман;
- зона L3 – *Palaeoanacorax obliquus subserratus* – нижний сеноман;
- зона L4 – *Palaeoanacorax obliquus obliquus* – нижний – средний сеноман;
- зона L5 – *Palaeoanacorax pamiricus* – верхний сеноман – нижний турон;
- зона L6 – *Palaeoanacorax intermedius* – нижний турон.

Почти для каждой зоны автор приводит стратотипические разрезы, иногда с рассмотрением фауны беспозвоночных. Но далеко не всегда приводится перечень видов эласмобранхий, характерных для рассматриваемых биостратонов.

Однако выделение зон в сеноманских отложениях Поволжья противоречит стратиграфическому кодексу [21], поскольку для зон необходимо выполнение требования об их смыкаемости. В условиях приуроченности подавляющего большинства фауны к уровню концентрации (фосфоритовым горизонтам) внутри почти немых терригенных толщ прослеживание непрерывной зональной последовательности практически невозможно. Для литологически схожих отложений палеогена Зауралья Т. П. Малышкиной [22] предложено выделение слоев с фауной эласмобранхий. Кроме того, валидность многих видов-индексов ранее предложенных зон (например, *Palaeoanacorax obliquus subserratus* Glückman, 1980; *Palaeoanacorax obliquus obliquus* (Reuss, 1845); *Palaeoanacorax intermedius* Glückman, 1971) крайне сомнительна. Выделение новых био-стратиграфических единиц необходимо проводить в соответствии с современными данными по стратиграфии сеномана, согласно которым интервалы, считавшиеся ранее нижнесеноманскими, сейчас следует относить к среднему сеноману [8].

Несмотря на очевидную возможность использования эласмобранхий для стратиграфии сеноманских отложений Поволжья, стратиграфический потенциал данной группы до сих пор не реализован. Задачами данной работы стали рассмотрение таксономического состава эласмобранхий сеномана Поволжья в свете современных представлений о систематике группы в аспекте стратиграфического распространения видов и попытка выделения био-стратиграфических подразделений в ранге слоев с фауной.

Материал и методика. Ископаемый материал – зубы эласмобранхий сеноманского возраста (коллекция СГУ № 155) – собирався с конца 1980-х гг. Сборы проводились нами в составе исследовательской группы «Эласмодус» и другими лицами: преподавателями СГУ, юными геологами, коллекционерами-любителями, краеведами.

С 2011 по 2017 г. обработаны фоссилии из 12 местонахождений, расположенных в пределах



Приволжской и Хоперской моноклиналей Воронежской антеклизы, Ульяновско-Саратовского и Муромско-Ломовского прогибов Волго-Уральской антеклизы («Меловатка-5», «Нижняя Банновка», «Иловля» [23], «Безобразовка-1», «Каменка-2», «Карамышка», «Лысая гора», «Клинический поселок», «Усиевича», «Козловский карьер», «Шихан», «Мелик-1» [12]. Подавляющее большинство зубов (за исключением местонахождений «Иловля» и «Шихан») отобрано с уровней концентрации – из фосфоритовых горизонтов (из осыпей известна довольно незначительная доля находок). Из местонахождений «Нижняя Банновка», «Клинический поселок», «Усиевича», «Козловский карьер» обработан материал с двух стратиграфических уровней. В качестве типовых разрезов для предлагаемых слоев с эласмобранхиями были выбраны «Меловатка-5», «Нижняя Банновка», «Каменка-2», «Козловский карьер» (см. рис. 1, рис. 2).

Сбор ископаемого материала производился несколькими способами. Традиционно осуществлялся обход обнажений с целью осмотра осыпей и поверхностей выдувания. Из выбранных интервалов (чаще всего фосфоритовых горизонтов) происходи-

ла выемка объемных проб. На местонахождениях «Иловля» и «Шихан» выемка проб происходила с поверхностей выдувания вследствие отсутствия уровней концентрации. Объем пробы в среднем составлял 0,1 м³. Впоследствии производились отсев или отмывка проб на ситах с размером ячеек 2,5; 1 и 0,6 мм с разделением на размерные фракции. В камеральных условиях шёл отбор ископаемых остатков. Кроме зубов эласмобранхий подобный метод позволяет получить из разреза практически весь спектр фоссилий. При необходимости материал подвергался очистке посредством ультразвуковой ванны. Работа с образцами из мелкоразмерных фракций осуществлялась при помощи налобной лупы и бинокулярного микроскопа МБС-9.

Фауной эласмобранхий охарактеризованы уровни, соответствующие всем трем подъярусам сеномана (подсветам меловатской свиты). Определение стратиграфического положения разрезов и уровней внутри них проведено в соответствии с данными Н. Ю. Зозырева [8] как наиболее новыми на сегодняшний день. С 2011 по 2017 г. было обработано 97 проб. Определена систематическая принадлежность свыше 37 тыс. зубов.

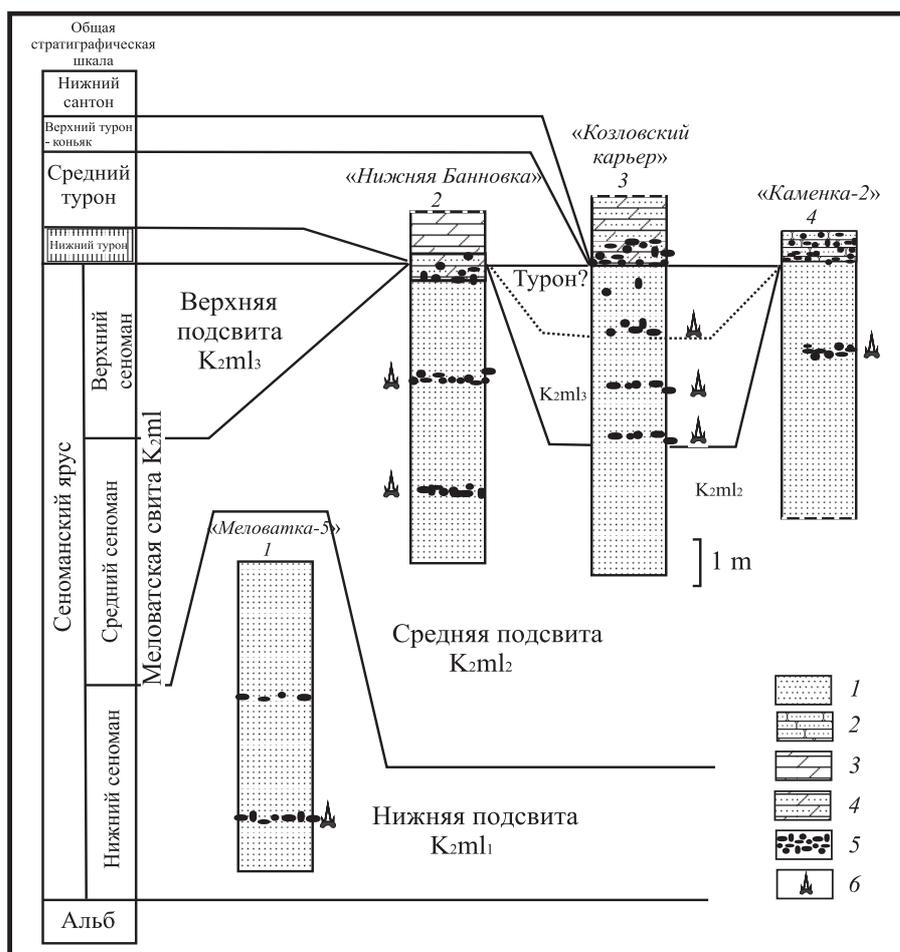


Рис. 2. Типовые разрезы предлагаемых подразделений («слоев с фауной» эласмобранхий): 1 – «Меловатка-5», 2 – «Нижняя Банновка», 3 – «Козловский карьер», 4 – «Каменка-2». 1 – пески; 2 – песчаники; 3 – мергели; 4 – мергели песчаные; 5 – фосфориты; 6 – эласмобранхии



В ходе исследования установлено, что сеноманское сообщество эласмобранхий в Поволжье включает 10 отрядов, 24 семейства, 35 родов, 41 вид. Присутствие представителей 13 родов и 18 видов в регионе установлено впервые [24].

Биостратиграфические результаты. Выявлены особенности вертикального распространения эласмобранхий (табл. 2). В целом меловатский комплекс эласмобранхий оказался возможным разделить на четыре подкомплекса: нижнемеловатский, нижнесреднемеловатский, верхнесреднемеловатский и верхнемеловатский. Подавляющее большинство видов транзитные для сеномана. Лишь два вида – *Cretoxyrhina vracoenensis* (Zhelezko, 2000) и *Paraisurus macrorhiza* (Pictet et Campiche, 1858) – не переходят рубеж ниже- и среднемеловатской подсвит. Два зуба *Paraisurus macrorhiza* (Pictet et Campiche, 1858) несут на себе следы явной окатанности. Можно предположить, что они перетолжены из подстилающих отложений [25].

Предлагаемые слои с фауной выделяются на основе совместного нахождения двух видов-индексов. В этом качестве выступают представители родов *Cretoxyrhina* Glückman, 1958; *Palaeoanacorax* Glückman, 1971; *Squalicorax* Whitley, 1939; *Ptychodus* Agassiz, 1838. Большой стратиграфический потенциал анакорацид и птиходонтид признавался еще предыдущими исследователями на основании высоких темпов эволюции представителей данных семейств [16, 17].

В отношении анакорацид мы придерживаемся мнения К. Э. Мартенса [26], отрицавшего последовательную смену видов в составе данного семейства. Появление новых видов среди анакорацид не приводило к вымиранию предковых форм, хотя и сказывалось на их количественном представительстве. Это подтверждается таксономическим составом комплексов эласмобранхий разного возраста [27]. Такая же закономерность характерна и для сеноманских птиходонтид.

Разграничению двух слоев с фауной эласмобранхий на рубеже ниже- и среднемеловатской подсвит также способствует смена представителей рода *Cretoxyrhina* Glückman, 1958. Полностью исчезает *Cretoxyrhina vracoenensis* и появляется *Cretoxyrhina denticulata* (Glückman, 1957).

Вспомогательную роль при выделении слоев с фауной эласмобранхий могут играть и другие представители сообщества эласмобранхий (может учитываться как первое, так и последнее появление того или иного вида). Кроме того, определенное значение может придаваться численному доминированию определенного таксона в интервалах пород конкретного возраста.

В общей сложности для меловатской свиты предлагается четыре биостратиграфических подразделения (табл. 3). Предлагаемые слои с фауной выглядят более дробными по сравнению с прежними подразделениями по эласмобранхиям, а также и с подразделениями по классическим руководящим формам (табл. 4).

1. Слои с *Cretoxyrhina vracoenensis* / *Palaeoanacorax volgensis* (нижнемеловатская подсвита).

Состав комплекса: *Cretoxyrhina vracoenensis*; *Cretolamna* cf. *catoxodon* Siverson, 2014; *Archaeolamna* cf. *kopingensis* (Davis, 1890); *Paraisurus macrorhiza*; *Pseudoscapanorhynchus compressidens* Herman, 1977; *Protolamna* cf. *sokolovi* Cappetta, 1980; *Eostriatolamia subulata*; *Johnlongia allocotodon* Siverson, 1996; *Pseudomegachasma casei* (Nessov, 1999); *Palaeoanacorax volgensis* Glückman, 1971; *Anomotodon principalis* Cappetta, 1975; *Polyacrodus* sp.; *Acrodus* sp.; *Synechodus dubrisiensis* (Mackie, 1863); *Paraorthacodus recurvus* (Trautschold, 1877); *Protosqualus glickmani* Averianov, 1997; *Squatina cranei* (Woodward, 1888); *Heterodontus canaliculatus* (Egerton in Dixon, 1850); *Cederstroemia* cf. *triangulata* Siverson, 1995; *Squatirhina draytoni* Guinot et al., 2012; *Turoniabatis cappettai* Landemaine, 1991.

Комплекс характерных видов: *Cretoxyrhina vracoenensis*, *Cretolamna* cf. *catoxodon*, *Archaeolamna* cf. *kopingensis*, *Pseudoscapanorhynchus compressidens*, *Protolamna* cf. *sokolovi*, *Eostriatolamia subulata*, *Johnlongia allocotodon*, *Pseudomegachasma casei*, *Palaeoanacorax volgensis*, *Polyacrodus* sp., *Synechodus dubrisiensis*, *Paraorthacodus recurvus*, *Squatina cranei*, *Cederstroemia* cf. *triangulata*.

Дополнительные характерные черты комплекса:

1. Последнее появление *Paraisurus macrorhiza* (хотя, судя по степени сохранности, оба обнаруженных зуба данного вида могут быть переотложены из подстилающих слоев) [28].

2. Численное доминирование *Archaeolamna* cf. *kopingensis*.

3. Отсутствие типично альбских форм.

Типовая коллекция. № 155, СГУ.

Типовой разрез. Комплекс описан из нижнего фосфоритового горизонта разреза «Меловатка-5» (рис. 2).

Распространение. Вид-индекс *Cretoxyrhina vracoenensis* (фототабл. 1, фиг. 1, 2, ср. [29]) известен из верхов верхнего альба – низов сеномана Западного Казахстана [30], альба Техаса [29], нижнего сеномана Поволжья (нижнемеловатская подсвита) [28]. Вид-индекс *Palaeoanacorax volgensis* (фототабл. 1, фиг. 3–7 ср. [31]) встречается в сеномане Поволжья [17], Западного Казахстана [32], Литвы [17], Украины [19]. Основанием для выделения слоев с фауной служит совместное нахождение видов-индексов.

2. Слои с *Cretoxyrhina denticulata* / *Palaeoanacorax volgensis* (нижняя часть среднемеловатской подсвиты).

Состав комплекса: *Cretoxyrhina denticulata*, *Cretolamna* cf. *catoxodon*, *Archaeolamna* cf. *kopingensis*, *Pseudoscapanorhynchus compressidens*, *Protolamna* cf. *sokolovi*, *Eostriatolamia subulata*, *Johnlongia allocotodon*, *Pseudomegachasma casei*, *Palaeoanacorax volgensis*, *Anomotodon principalis*, *Dwardius woodwardi* (Herman, 1977), *Polyacrodus* sp., *Acrodus* sp., *Lissodus* sp., *Synechodus dubrisiensis*, *Paraorthacodus*



recurvus, *Protosqualus glickmani*, *Squatina cranei*, *Heterodontus canaliculatus*, *Cederstroemia cf. triangulata*, *Protoscyliorhinus cf. bethrechiensis* (Herman, 1977), *Squatirhina sp.*, *Turoniabatis cappettai*.

Комплекс характерных видов: *Cretoxyrhina denticulata*, *Cretolamna cf. catoxodon*, *Archaeolamna cf. kopingensis*, *Pseudoscapnorhynchus compressidens*, *Protolamna cf. sokolovi*, *Eostriatolamia subulata*, *Johnlongia allocotodon*, *Pseudomegachasma casei*, *Palaeoanacorax volgensis*, *Dwardius woodwardi*, *Polyacrodus sp.*, *Synechodus dubrisiensis*, *Paraorthacodus recurvus*, *Protosqualus glickmani*, *Squatina cranei*, *Heterodontus canaliculatus*, *Cederstroemia cf. triangulata*, *Protoscyliorhinus cf. bethrechiensis*, *Squatirhina sp.*, *Turoniabatis cappettai*.

Состав комплекса меняется за счет исчезновения *Cretoxyrhina vracensis* и появления *Cretoxyrhina denticulata*, *Dwardius woodwardi*, *Cardabiodon cf. ricki*, *Protoscyliorhinus cf. bethrechiensis*, *Lissodus sp.* Численно (как и в последующих комплексах) преобладает *Eostriatolamia subulata*.

Типовая коллекция. № 155, СГУ.

Типовой разрез. Комплекс описан из нижнего и верхнего фосфоритовых горизонтов разреза «Нижняя Банновка» (слои 3 и 5 [13]) (см. рис. 2).

Распространение. Вид-индекс *Cretoxyrhina denticulata* (фототабл. 1, фиг. 8, фототабл. 2, фиг. 1; ср. [33]) фиксируется, начиная со среднего сеномана Поволжья [34], Западного Казахстана [32], Западной Европы [35], Северной Америки [33]. Основанием для выделения слоев с фауной служит совместное нахождение видов-индексов.

3. Слон с *Ptychodus decurrens* / *Squalicorax curvatus* (верхняя часть среднемеловатской подсвиты).

Состав комплекса: *Cretoxyrhina denticulata*, *Cretolamna cf. catoxodon*, *Archaeolamna cf. kopingensis*, *Pseudoscapnorhynchus compressidens*, *Protolamna cf. sokolovi*, *Eostriatolamia subulata*, *Johnlongia allocotodon*, *Pseudomegachasma casei*, *?Carcharias sp.*, *Palaeoanacorax volgensis*, *Squalicorax curvatus* (Agassiz, 1843), *Anomotodon principalis*, *Dwardius woodwardi*, *Polyacrodus sp.*, *Acrodus sp.*, *Lissodus sp.*, *Ptychodus decurrens*, *Synechodus dubrisiensis*, *Paraorthacodus recurvus*, *Protosqualus glickmani*, *Squatina cranei*, *Heterodontus canaliculatus*, *Cederstroemia cf. triangulata* Siverson, 1995, *Protoscyliorhinus cf. bethrechiensis*, *Turoniabatis cappettai*.

Комплекс характерных видов: *Cretoxyrhina denticulata*, *Cretolamna cf. catoxodon*, *Archaeolamna cf. kopingensis*, *Pseudoscapnorhynchus compressidens*, *Protolamna cf. sokolovi*, *Eostriatolamia subulata*, *Johnlongia allocotodon*, *Pseudomegachasma casei*, *Palaeoanacorax volgensis*, *Squalicorax curvatus*, *Dwardius woodwardi*, *Polyacrodus sp.*, *Acrodus sp.*, *Ptychodus decurrens*, *Synechodus dubrisiensis*, *Paraorthacodus recurvus*, *Protosqualus glickmani*, *Squatina cranei*, *Heterodontus canaliculatus*, *Cederstroemia cf. triangulata*, *Protoscyliorhinus cf. bethrechiensis*, *Turoniabatis cappettai*.

Комплекс обогащается за счет появления

Squalicorax curvatus, *?Carcharias sp.* и первого в сеномане региона представителя рода *Ptychodus* – *Pt. decurrens*. Возможно, сообщество соответствовало началу инвазии тетических форм на север.

Типовая коллекция. № 155, СГУ.

Типовой разрез. Комплекс описан из фосфоритового горизонта разреза «Каменка-2» (см. рис. 2).

Распространение. Вид-индекс *Ptychodus decurrens* (фототабл. 2, фиг. 2, ср. [36]) известен из среднего-верхнего сеномана Поволжья [16], Западного Казахстана [18], Западной Европы [37], Северной Америки [33], Индии [36], Нигерии [38]. Вид-индекс *Squalicorax curvatus* (фототабл. 2, фиг. 3, 4; ср. [33]) известен из среднего-верхнего сеномана Поволжья [17], Западного Казахстана [18], Украины и Литвы [19].

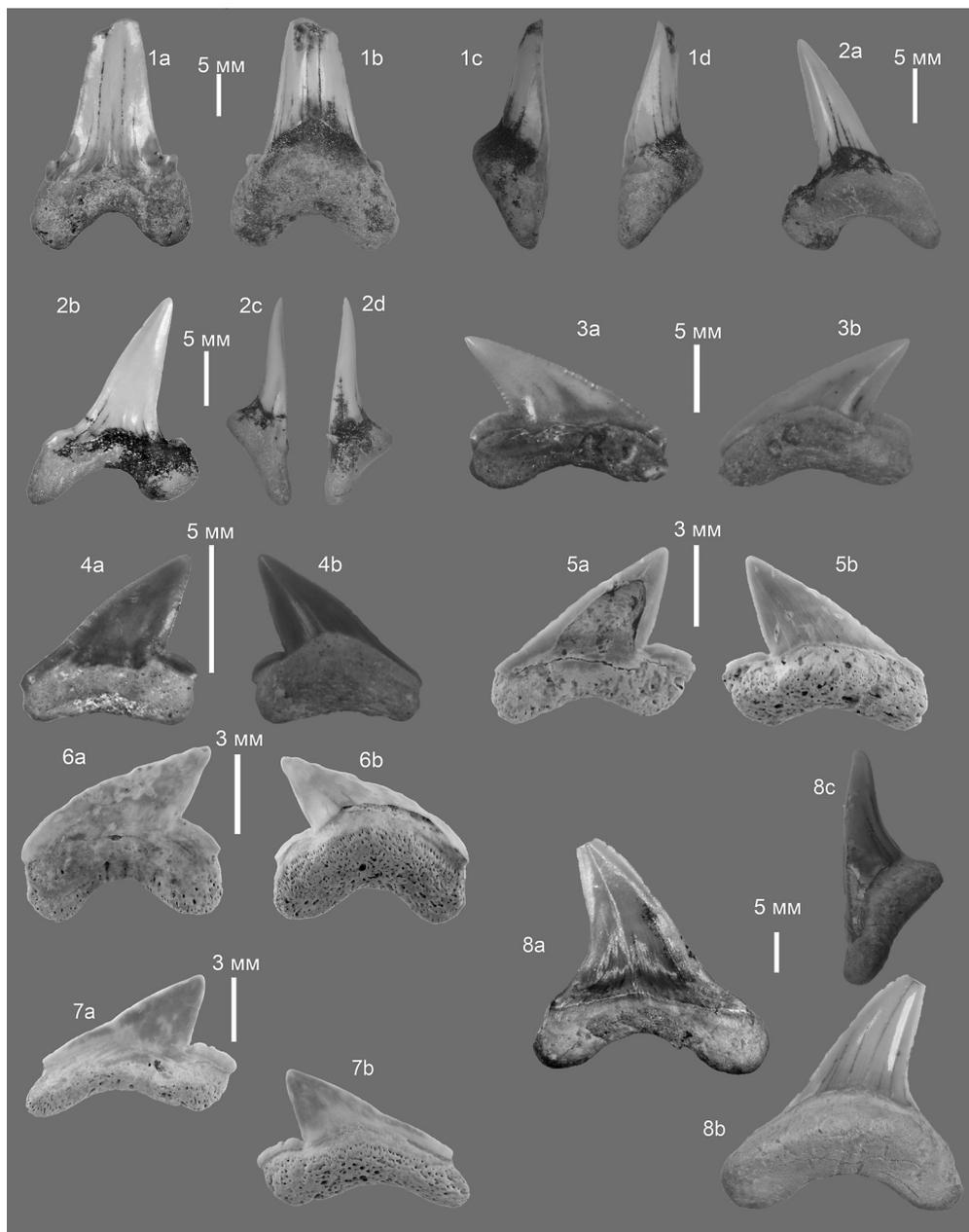
Основанием для выделения слоев с фауной служит совместное нахождение видов-индикаторов наряду с отсутствием таких типичных позднесеноманских видов, как *Ptychodus mammillaris* Agassiz, 1843 и *Squalicorax falcatus* (Agassiz, 1843).

4. Слон с *Ptychodus mammillaris* / *Squalicorax falcatus* (верхнемеловатская подсвита).

Состав комплекса: *Cretoxyrhina denticulata*, *Cretolamna cf. catoxodon*, *Archaeolamna cf. kopingensis*, *Pseudoscapnorhynchus compressidens*, *Protolamna cf. sokolovi*, *Eostriatolamia subulata*, *Johnlongia allocotodon*, *Pseudomegachasma casei*, *?Carcharias sp.*, *Palaeoanacorax volgensis*, *Palaeoanacorax obliquus*, *Squalicorax falcatus*, *Anomotodon principalis*, *Scapanorhynchus minimus* Landemaine, 1991; *Dwardius woodwardi*, *Cardabiodon cf. ricki*, *Polyacrodus sp.*, *Acrodus sp.*, *Lissodus sp.*, *Meristodonoides sp.*, *Ptychodus decurrens*, *Ptychodus mammillaris*, *Ptychodus latissimus*, *Synechodus dubrisiensis*, *Paraorthacodus recurvus*, *Gladioserratus magnus* Underwood et al. 2011, *Protosqualus glickmani*, *Squatina cranei*, *Heterodontus canaliculatus*, *Cederstroemia cf. triangulata*, *Cantioscyllium sp.*, *Galeorhinus glickmani* Popov et Lapkin, 2000, *Protoscyliorhinus cf. bethrechiensis*, *Squatirhina sp.*, *Squatirhina draytoni*, *Turoniabatis cappettai*.

Комплекс характерных видов: *Cretoxyrhina denticulata*, *Cretolamna cf. catoxodon*, *Archaeolamna cf. kopingensis*, *Pseudoscapnorhynchus compressidens*, *Protolamna cf. sokolovi*, *Eostriatolamia subulata*, *Johnlongia allocotodon*, *Pseudomegachasma casei*, *Squalicorax curvatus*, *Squalicorax falcatus*, *Dwardius woodwardi*, *Polyacrodus sp.*, *Acrodus sp.*, *Lissodus sp.*, *Meristodonoides sp.*, *Ptychodus decurrens*, *Ptychodus mammillaris*, *Synechodus dubrisiensis*, *Paraorthacodus recurvus*, *Protosqualus glickmani*, *Squatina cranei*, *Heterodontus canaliculatus*, *Cederstroemia cf. triangulata*, *Galeorhinus glickmani*, *Protoscyliorhinus cf. bethrechiensis*, *Squatirhina draytoni*, *Turoniabatis cappettai*.

Это наиболее таксономически и экологически разнообразный комплекс. Среди ламноидов появляются *Scapanorhynchus minimus*, *Squalicorax falcatus*, численность *Palaeoanacorax* резко падает. К гибодонтам добавляются



Фототаблица 1. Виды-индексы слоев с фауной эласмобранхий сеномана Правобережного Поволжья

Фиг. 1. *Cretoxyrhina vraconensis* (Zhelezko, 2000); передний первый (? второй) левый нижнечелюстной зуб, экз. СГУ № 155/200: а – лабиальный вид, б – лингвальный вид, с – мезиальный вид, d – дистальный вид. «Меловатка-5», нижний фосфоритовый горизонт.

Фиг. 2. *Cretoxyrhina vraconensis* (Zhelezko, 2000); передний третий левый нижнечелюстной зуб, экз. СГУ № 155/201: а – лингвальный вид, б – лабиальный вид, с – мезиальный вид, d – дистальный вид. «Меловатка-5», нижний фосфоритовый горизонт.

Фиг. 3. *Palaeoanacorax volgensis* Glückman, 1971; переднебоковой левый верхнечелюстной зуб, экз. СГУ № 155/202: а – лабиальный вид, б – лингвальный вид. Меловатка-5, нижний фосфоритовый горизонт.

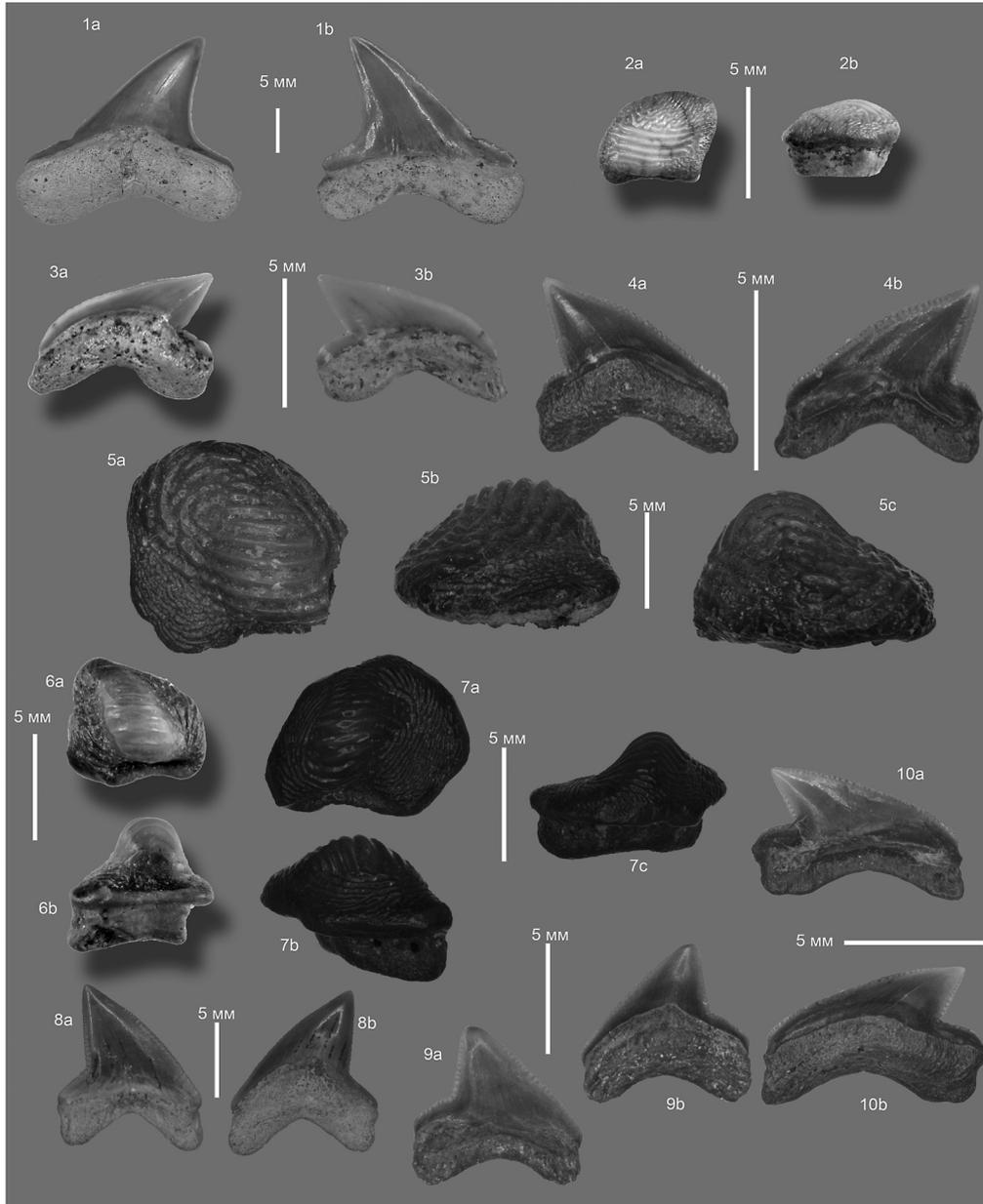
Фиг. 4. *Palaeoanacorax volgensis* Glückman, 1971; передний левый нижнечелюстной зуб, экз. СГУ № 155/203: а – лабиальный вид, б – лингвальный вид. «Меловатка-5», нижний фосфоритовый горизонт.

Фиг. 5. *Palaeoanacorax volgensis* Glückman, 1971, переднебоковой левый нижнечелюстной зуб, экз. СГУ № 155/204: а – лабиальный вид, б – лингвальный вид. Иловля.

Фиг. 6. *Palaeoanacorax volgensis* Glückman, 1971, передний левый нижнечелюстной зуб, экз. СГУ № 155/205: а – лабиальный вид, б – лингвальный вид. «Иловля».

Фиг. 7. *Palaeoanacorax volgensis* Glückman, 1971, задний левый нижнечелюстной зуб, экз. СГУ № 155/206: а – лабиальный вид, б – лингвальный вид. «Иловля».

Фиг. 8. *Cretoxyrhina denticulata* (Glückman, 1957), заднебоковой (?) восьмой левый верхнечелюстной зуб, экз. СГУ № 155/207: а – лабиальный вид, б – лингвальный вид, с – мезиальный вид. «Безобразовка», фосфоритовый горизонт № 0.



Фототаблица 2. Виды-индексы слоев с фауной элasmобранхий сеномана Правобережного Поволжья
Фиг. 1. *Cretoxyrhina denticulata* (Glückman, 1957), заднебоковой (?) шестой левый верхнечелюстной зуб, экз. СГУ № 155/208: а – лингвальный вид, б – лабиальный вид. «Большой Мелик», средний фосфоритовый горизонт.
Фиг. 2. *Ptychodus decurrens* Agassiz, 1839, переднебоковой правой нижнечелюстной зуб, экз. СГУ № 155/209: а – окклюзивный вид, б – дистальный вид. «Каменка-2».
Фиг. 3. *Squalicorax curvatus* (Agassiz, 1843), задний левый верхнечелюстной зуб, экз. СГУ № 155/210: а – лингвальный вид, б – лабиальный вид. «Каменка-2».
Фиг. 4. *Squalicorax curvatus* (Agassiz, 1843), передний левый верхнечелюстной зуб, экз. СГУ № 155/211: а – лингвальный вид, б – лабиальный вид. «Лысая гора».
Фиг. 5. *Ptychodus mammillaris* Agassiz, 1843, боковой правый нижнечелюстной зуб, экз. СГУ № 155/212: а – окклюзивный вид, б – лингвальный вид, с – мезиальный вид. «Карамышка».
Фиг. 6. *Ptychodus mammillaris* Agassiz, 1843, боковой правый верхнечелюстной зуб, экз. СГУ № 155/213: а – окклюзивный вид, б – дистальный вид. «Карамышка».
Фиг. 7. *Ptychodus mammillaris* Agassiz, 1843, боковой левый нижнечелюстной зуб, экз. СГУ № 155/214: а – окклюзивный вид, б – лабиальный вид, с – мезиальный вид. «Карамышка».
Фиг. 8. *Squalicorax falcatus* Agassiz, 1843, передний левый верхнечелюстной зуб, экз. СГУ № 155/215: а – лабиальный вид, б – лингвальный вид. «Клинический поселок».
Фиг. 9. *Squalicorax falcatus* Agassiz, 1843, заднебоковой левый верхнечелюстной зуб, экз. СГУ № 155/216: а – лабиальный вид, б – лингвальный вид. «Лысая гора».
Фиг. 10. – *Squalicorax falcatus* Agassiz, 1843, задний правый нижнечелюстной зуб, экз. СГУ № 155/217: а – лабиальный вид, б – лингвальный вид. «Лысая гора».



Meristodonoides sp., а состав птиходонтид расширяется за счет *Ptychodus mammillaris* и *Ptychodus latissimus* (хотя численность последнего крайне незначительна). Впервые фиксируется присутствие акул-нянек *Cantioscyllium* sp., кархариновых акул *Galeorhinus glickmani*. Вероятно, рост разнообразия вызван развитием миграции тетической фауны вследствие продвижения теплых морских вод в северном направлении.

Типовая коллекция. № 155, СГУ.

Типовой разрез. Комплекс характерных видов описан из нижнего фосфоритового горизонта разреза «Козловский карьер» (см. рис. 2).

Распространение. Вид-индекс *Ptychodus mammillaris* (фототабл. 2, фиг. 5, 6, 7; ср. [39]) известен из верхнего сеномана Поволжья [16], Западного Казахстана, Средней Азии [40], Западной Европы [35], Северной Америки [38]. Вид-индекс *Squalicorax falcatus* (фототабл. 2, фиг. 8, 9, 10, ср. [41]) известен из верхнего сеномана – турона Поволжья [34], Центральной России, Казахстана, Западной Европы, США, Африки [26]. Основанием для выделения слоев с фауной служит совместное нахождение видов-индикаторов.

Выводы

На фоне сильной обедненности сеноманских толщ Поволжья остатками руководящих форм беспозвоночных (аммониты, белемниты, иноцерамы) стратиграфическое значение фауны эласмобранжий возрастает. Вследствие обилия в разрезах немых интервалов и перерывов выделение биостратиграфических подразделений в ранге зон невозможно. Ранее предложенные схемы по эласмобранжиям неприменимы еще и вследствие невалидности некоторых видов-индексов. Вполне оправданно оперировать вспомогательными подразделениями уровня «слоев с фауной», дающими даже более дробное деление, чем слои по классическим биостратиграфическим группам (см. табл. 3). На основании анализа таксономического состава и вертикального распространения комплексов эласмобранжий предложены четыре «слоя с фауной». Данный вариант деления представляется более дробным, чем существующие на основе традиционных ортостратиграфических групп и по сравнению с ранее выделявшимися подразделениями по эласмобранжиям [17–20] (см. табл. 4). Поскольку распространение остатков эласмобранжий в сеномане не ограничивается Поволжьем [31], можно рассмотреть применение представленной схемы в пределах восточного склона Воронежской антеклизы.

Благодарности

Автор выражает искреннюю благодарность кандидату геолого-минералогических наук Е. В. Попову и доктору геолого-минералогических наук Е. М. Первушину за ценные замечания и пожелания при работе над статьей.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 14-05-00828).

Библиографический список

1. Геология СССР : в 48 т. Т. 11. Поволжье и Прикамье. Ч. I. Геологическое описание / ред. К. Р. Чепиков. М. : Недра, 1967. 872 с.
2. Геология СССР : в 48 т. Т. 46. Ростовская, Волгоградская, Астраханская области и Калмыцкая АССР. Ч. I. Геологическое описание / ред. Ф. А. Белов. М. : Недра, 1970. 668 с.
3. Геология СССР : в 48 т. Т. 6. Воронежская и смежные области. Ч. I. Геологическое описание / ред. А. А. Дубянский, С. А. Хакман. М. : Гос. изд-во геол. лит., 1949. 340 с.
4. Иванов А. В. Каталог местонахождений маринакулат. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1996. 106 с.
5. Иванов А. В. История представлений о стратиграфии сеноманских отложений Нижнего Поволжья и прилегающих территорий // Недра Поволжья и Прикаспия. 2007. Вып. 49. С. 32–48.
6. Первушов Е. М., Иванов А. В., Попов Е. В. Местная стратиграфическая схема верхнемеловых отложений правобережного Поволжья // Тр. / НИИ геологии Саратов. ун-та. Нов. сер. 1999. Т. I. С. 85–94.
7. Олферьев А. Г., Алексеев А. С. Стратиграфическая схема верхнемеловых отложений Восточно-Европейской платформы : объяснительная записка. М. : ПИН РАН, 2005. 204 с.
8. Зозырев Н. Ю. Меловатская свита (сеноман Правобережного Поволжья) : новые данные по стратиграфическому положению и объему // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2006. Т. 6, вып. 1. С. 39–48.
9. Сельцер В. Б., Иванов А. В. Атлас поздне меловых аммонитов Саратовского Поволжья. М. : Кн. дом «Университет», 2010. 152 с.
10. Якушин Л. Н., Иванов А. В. Краткий атлас поздне меловых двустворчатых моллюсков (Pectinoidea, Ostreoida) юго-востока Восточно-Европейской платформы. Саратов : Науч. книга, 2001. 116 с.
11. Первушов Е. М. Стратиграфическое значение поздне меловых губок // Тр. / НИИ геологии Саратов. ун-та. Нов. сер. 2002. Т. X. С. 56–66.
12. Попов Е. В. Меловые и палеоценовые химеровые рыбы (Holoscephali, Chimaeroidei) юга Европейской России : автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. Саратов, 2004. 24 с.
13. Первушов Е. М., Архангельский М. С., Иванов А. В. Каталог местонахождений остатков морских рептилий в юрских и меловых отложениях Нижнего Поволжья. Саратов : Гос. УНЦ «Колледж», 1999. 230 с.
14. Меннер В. В. Селяхии палеогена Мангышлака, Эмбы и Восточного Урала // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы, отд.-ние геол. 1928. Вып. 6 (3–4). С. 292–338.
15. Соколов М. И. Зубы акул как руководящие ископаемые при зональном расчленении меловых отложений Туранской плиты. М. : Недра, 1978. 70 с.
16. Гликман Л. С. О возрасте фосфоритового горизонта в кровле сеномана окрестностей Саратова по находкам зубов рыб // Учен. зап. Саратов. гос. ун-та. 1955. Т. XLV, вып. Геологический. С. 83–84.
17. Гликман Л. С., Шважайте Р. А. Акулы семейства



- Апачосасиде из сеномана и турона Литвы, Поволжья и Средней Азии // Палеонтология и стратиграфия Прибалтики и Белоруссии. Вильнюс, 1971. С 185–193.
18. Железко В. И., Гликман Л. С. О сеноманских отложениях Западного Казахстана и некоторых меловых акулах-склерофагах // Проблемы геологии Западного Казахстана. К 60-летию акад. Александра Леонидовича Яншина. Алма-Ата : Наука, 1971. С. 179–188.
19. Мертинене Р. А. Зональное расчленение альбских и сеноманских отложений западной части Восточно-Европейской платформы по зубам акул // Современное значение палеонтологии для стратиграфии. Л., 1982. С. 110–117.
20. Железко В. И. Зональная хроностратиграфическая шкала верхнего мела Евразии по акуловым рыбам // Ежегодник-96. Екатеринбург, 1997. С. 9–13.
21. Стратиграфический кодекс России. 3-е изд. СПб. : ВСЕГЕИ, 2006. 95 с.
22. Малышкина Т. П. Эласмобранхии западной окраины Западно-Сибирского палеогенового бассейна. Екатеринбург : ИГГ УрО РАН, 2006. 224 с.
23. Бирюков А. В. Сеноманские эласмобранхии (Chondrichthyes) Поволжья : разнообразие и биостратиграфическое значение // Меловая система России и ближнего зарубежья : проблемы стратиграфии и палеогеографии : сб. науч. тр. / под ред. Е. Ю. Барабошкина. Симферополь : Черноморпресс, 2016. С. 67–69.
24. Бирюков А. В., Попов Е. В., Малышкина Т. П. Новое местонахождение сеноманских хрящевых рыб (Elasmobranchii, Holocerphali) в Волгоградском Поволжье // Интегративная палеонтология : перспективы развития для геологических целей : материалы LXIII сессии Палеонт. о-ва при РАН СПб. : ВСЕГЕИ, 2017. С. 170–171.
25. Бирюков А. В. Комплекс эласмобранхий (Chondrichthyes) из нижнего сеномана Поволжья // Меловая система России и ближнего зарубежья : проблемы стратиграфии и палеогеографии : сб. науч. тр. / под ред. Е. Ю. Барабошкина и др. Владивосток : Дальнаука, 2014. С. 55–58.
26. Мартенс К. Э. Систематика и эволюция акул семейства Апачосасиде (Chondrichthyes, Lamniformes). Магистерская дис. СПб., 2000. 147 с.
27. Попов Е. В., Бирюков А. В. Early and middle cenomanian Elasmobranchs from the Volga region, Russia // SVP 75th Annual Meeting. Dallas, 2015. P. 197.
28. Бирюков А. В. Новые данные по таксономическому составу ламноидных акул (Elasmobranchii : Lamniformes) в нижнем сеномане Поволжья // Геологические науки – 2014 : материалы всерос. науч.-практ. конф. Саратов : Изд-во СО ЕАГО, 2014. С. 26–27.
29. Siverson M., Ward D. J., Lindgren J., Kelley L. S. Mid-Cretaceous Cretoxyrhina (Elasmobranchii) from Mangyshlak, Kazakhstan and Texas, USA // Alcheringa. 2013. Vol. 37 (1). P. 87–104.
30. Железко В. И. Эволюция зубных систем акул рода *Pseudoisurus* Gluckman, 1957 – крупнейших меловых пелагических хищников // Материалы по стратиграфии и палеонтологии Урала : сб. науч. тр. Екатеринбург: УрО РАН, 2000. Вып. 4. С. 136–141.
31. Гликман Л. С. Эволюция меловых и кайнозойских ламноидных акул. М. : Наука, 1980. 248 с.
32. Kennedy W. J., King C., Ward D. J. The upper Albian and lower Cenomanian succession at Kolbay, eastern Mangyshlak (southwest Kazakhstan) // Bull. de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Science de la Terre. 2008. Vol. 78. P. 117–147.
33. Underwood C. J., Cumbaa S. L. Chondrichthyans from the Cenomanian (Late Cretaceous) bonebed, Saskatchewan, Canada // Palaeontology. 2010. Vol. 53(4). P. 903–944.
34. Бирюков А. В., Попов Е. В. Комплексы эласмобранхий (Chondrichthyes) из нижнего и среднего сеномана Поволжья // Современные проблемы палеонтологии : материалы LXI сессии Палеонт. о-ва при РАН. СПб. : ВСЕГЕИ, 2015. С. 141–142.
35. Guinot G., Underwood C. J., Cappetta H., Ward D. J. Sharks (Elasmobranchii: Euselachii) from the Late Cretaceous of France and the UK // J. of Systematic Palaeontology. 2013. Vol. 11 (6). P. 589–671.
36. Verma O., Prasad G. V. R., Goswami A., Parmar V. Ptychodus decurrens Agassiz (Elasmobranchii : Ptychodontidae) from the Upper Cretaceous of India // Cretaceous Research. 2012. Vol. 33 (1). P. 183–188.
37. Diedrich C. G. Facies related phylostratigraphy of the benthic neoselachian Ptychodus from the Late Cretaceous (Cenomanian/Turonian) of the Pre-North Sea Basin of Europe // Cretaceous Research. 2013. Vol. 41. P. 17–30.
38. Vullo R., Courville P. Fish remains (Elasmobranchii, Actinopterygii) from the Late Cretaceous of the Benue Trough, Nigeria // J. of African Earth Sciences. 2014. Vol. 97. P. 194–206.
39. Hamm S. A. Systematic, stratigraphic, geographic, and paleoecological distribution of the Late Cretaceous shark genus Ptychodus within the Western Interior Seaway // Unpublished MS thesis. Dallas, 2008. 434 p.
40. Мертинене Р. А., Несов Л. А. Остатки хрящевых рыб мела Средней Азии и Казахстана как источник сведений о возрасте и генезисе отложений. Палеонтология и детальная стратиграфия и корреляция // Тр. 28-й сессии Всесоюз. Палеонт. о-ва. Ташкент, 1982. С. 35–41.
41. Cumbaa S. L., Shimada K., Cook T. D. Mid-Cenomanian vertebrate faunas of the Western Interior Seaway of North America and their evolutionary, paleobiogeographical, and paleoecological implications // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2010. Vol. 295 (1–2). P. 199–214.

Образец для цитирования:

Бирюков А. В. О стратиграфическом значении эласмобранхий (Chondrichthyes, Elasmobranchii) в сеномане Правобережного Поволжья // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 1. С. 27–40. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-27-40.

Cite this article as:

Biriukov A. V. On the Stratigraphic Significance of Elasmobranchs (Chondrichthyes, Elasmobranchii) in the Cenomanian of the Volga River Basin (Right Bank). *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2018, vol. 18, iss. 1, pp. 27–40 (in Russian). DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-27-40.



УДК 551.763.3: 550.384

ПЕРВЫЕ МАГНИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО МААСТРИХТУ ГОРНОГО КРЫМА (Бахчисарайский район)

А. А. Гужикова

Гужикова Анастасия Андреевна, инженер лаборатории Петрофизики, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, blackhole3@yandex.ru

По двум разрезам карбонатного маастрихта – Чахмахлы и Такма в Бахчисарайском районе Республики Крым получены представительные данные о магнитной восприимчивости и ее анизотропии до и после прогревов до 500°C, а также других петромагнитных параметрах. В изученных разрезах установлены магнитозоны нормальной и аномальной полярности, проведено их сопоставление с магнитостратиграфической шкалой. По характеристическим компонентам, соответствующим нормальной полярности, рассчитан виртуальный магнитный полюс, значимо отличающийся от одновозрастных полюсов для стабильной Европы.

Ключевые слова: верхний мел, маастрихт, Крым, магнитостратиграфия, палеомагнетизм, анизотропия магнитной восприимчивости, космическое вещество.

First Magnetostratigraphic Data on the Maastrichtian of Mountain Crimea (Bakhchysarai Region)

A. A. Guzhikova

Anastasia A. Guzhikova, ORCID 0000-0001-5669-7116, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, blackhole3@yandex.ru

The representative data about magnetic susceptibility, its anisotropy before and after heating up to 500°C and other petromagnetic characteristics were received on two sections of carbonate sediments of Maastrichtian – Chahmahly and Takma, located in Bakhchysarai region of the Republic of Crimea. In the studied sections there were established the magnetozone of normal and anomalous polarity, the comparison of determined zones with Geomagnetic Polarity Time Scale was conducted. In accordance with the directions of characteristic components, corresponding to normal polarity there was calculated a virtual magnetic pole that has a significant difference with the same age VGP for a stable Europe.

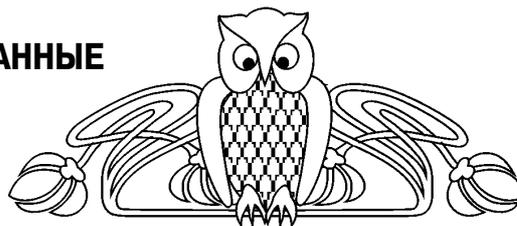
Key words: Upper Cretaceous, Maastrichtian, Crimea, magnetostratigraphy, paleomagnetism, anisotropy of magnetic susceptibility, cosmic matter.

DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-41-49

Введение

В 2014–2016 гг. проведено детальное петромагнитное и палеомагнитное изучение двух разрезов маастрихта Юго-Западного Крыма в пределах Внутренней (Второй) гряды Крымских гор.

Разрез овраг Чахмахлы (точка наблюдения 3042: 44°46'58.6" с.ш., 33°57'52.3" в.д.) располо-



жен в Бахчисарайском районе Республики Крым (рис. 1) близ с. Трудолюбовка на территории полигона учебных геологических практик студентов Московского и Санкт-Петербургского университетов. Разрез сложен белыми мелоподобными мергелями в нижней части и светло-серыми слабоалевритистыми мергелями в верхней. Подробное литологическое описание разреза и обоснование возраста пород опубликованы ранее А. С. Алексеевым (Alekseev) и Л. Ф. Копаевич (Kopaevich) [1]. Граница кампанского и маастрихтского ярусов, по мнению авторов, должна располагаться внутри зоны *Angulogavelinella gracilis* (LC18-19) по бентосным фораминиферам (БФ), установленной в основании разреза (см. рис. 2). Находки ростров белемнита *Belemnitella conica* Arkhangelsky несколько выше кровли этой зоны подтверждают версию о соответствии низов разреза пограничному интервалу кампана – маастрихта [1] (см. рис. 2).

Разрез овраг Такма (точка наблюдения 3043: 44°48'21" с.ш., 34°00'03" в.д.) находится у с. Скалистое Бахчисарайского района, примерно в 4 км к северо-востоку от разреза Чахмахлы. Оба разреза очень схожи в литологическом отношении. Детальное описание разреза Такма и сведения о магнитной восприимчивости пород приведены в работе Б. И. Сизанова, А. В. Рудаковой, Р. Р. Габдуллина [2].

Элементы залегания определены по кровле характерного плотного мелоподобного мергеля: азимут падения – 325°, угол – 11°.

Методика работ

В 2014 г. в разрезах Чахмахлы и Такма для магнитостратиграфического анализа были отобраны ориентированные штUFFы через каждые 0.9–2.7 м мощности. В разрезе Чахмахлы взяты штUFFы с 92 уровней (см. рис. 2), в интервале мощностью 122 м, а в разрезе Такма – с 51 уровня в интервале мощностью 44 м (см. рис. 2). Каждый штUFF распиливался на 4 образца кубической формы размером 2x2x2 см. Основа разреза (пачка XIX, внутри которой расположена граница кампана–маастрихта [1]) оказалось недоступным для изучения.

Образцы со всех уровней подвергнуты измерениям объемной магнитной восприимчивости (K), анизотропии магнитной восприимчивости (АМВ) до и после прогрева проб при температуре 500°C в течение часа, естественной остаточной

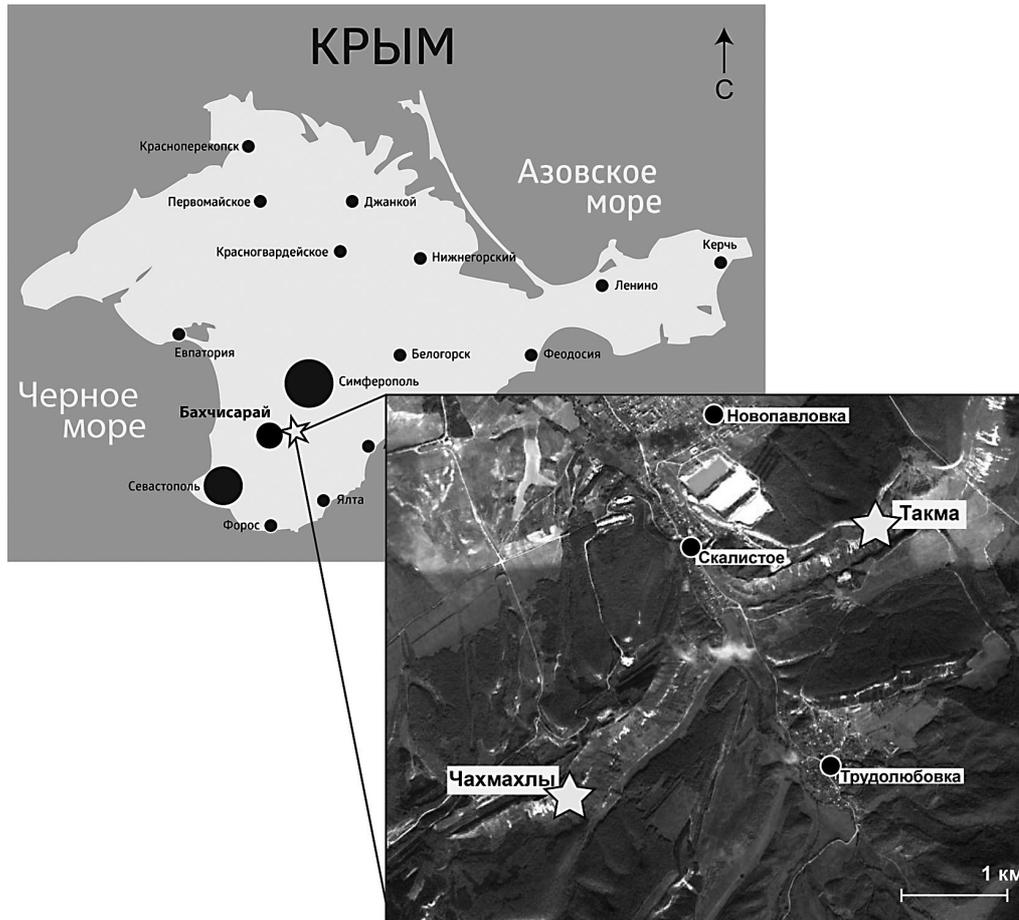


Рис. 1. Схема расположения изученных разрезов маастрихта (разрезы обозначены звездочками)

намагниченности (J_n), опытам магнитного насыщения с последующим определением остаточной намагниченности насыщения (J_{rs}) и остаточной коэрцитивной силы (H_{cr}), а также палеомагнитному анализу.

Палеомагнитные исследования проводились по стандартной методике [3] и заключались в последовательных магнитных чистках переменным полем (до 50–80 мТл с шагом 5–10 мТл) с последующим компонентным анализом J_n .

Измерения магнитной восприимчивости (каппаметрия) велись на каппабридже MFK1-FB, намагниченности – на спин-магнитометре JR-6. Прогрев образцов с целью последующих измерений их АМВ (термокаппаметрия) проводился в муфельных печах СНОЛ 6/11-В. Для магнитного насыщения использовался регулируемый электромагнит, обеспечивающий интенсивность поля до 700 мТл. Магнитные чистки проводились на криогенном магнитометре 2G-Enterprises и на демагнетизаторе LDA-3AF с последующими замерами J_n на JR-6. Анализ данных АМВ осуществлялся с помощью программы Anisoft 4.2, компонентный анализ палеомагнитных данных – в программе Remasoft 3.0. Выборочные образцы исследовались на микроанализаторе «ТЕСКАН-ВЕГА II».

Результаты исследований

Магнитная минералогия и петромагнетизм

По результатам магнитного насыщения в изученных разрезах повсеместно фиксируется магнитомягкая фаза, характерная для тонкодисперсного магнетита: J_{rs} приобретает в полях до 100 мТл, а разрушается при 20–40 мТл (рис. 3, а). Результаты микрондогового анализа 3 образцов с разных стратиграфических уровней (обр. 3042/31, 3042/79 и 3042/83) из разреза Чохмахлы подтверждают наличие в образцах магнетита, в основном в виде магнетитовых сферул субмикронной размерности (см. рис. 3, б). Кроме них микрондоговый анализ обнаружил железные (реже железоникелевые) чешуйки (иногда с микрочастицами вольфрама) и силикатные микросферы, а также частицы ильменита, в некоторых случаях пирротина (FeS) (см. рис. 3, б). Химический состав (Fe, Ni, W), субмикронная размерность и форма частиц (чешуйки, сферулы) характерны для метеоритной пыли и в совокупности с данными магнитного насыщения являются основанием для того, чтобы признать космогенные магнетит и железо главными носителями намагниченности.

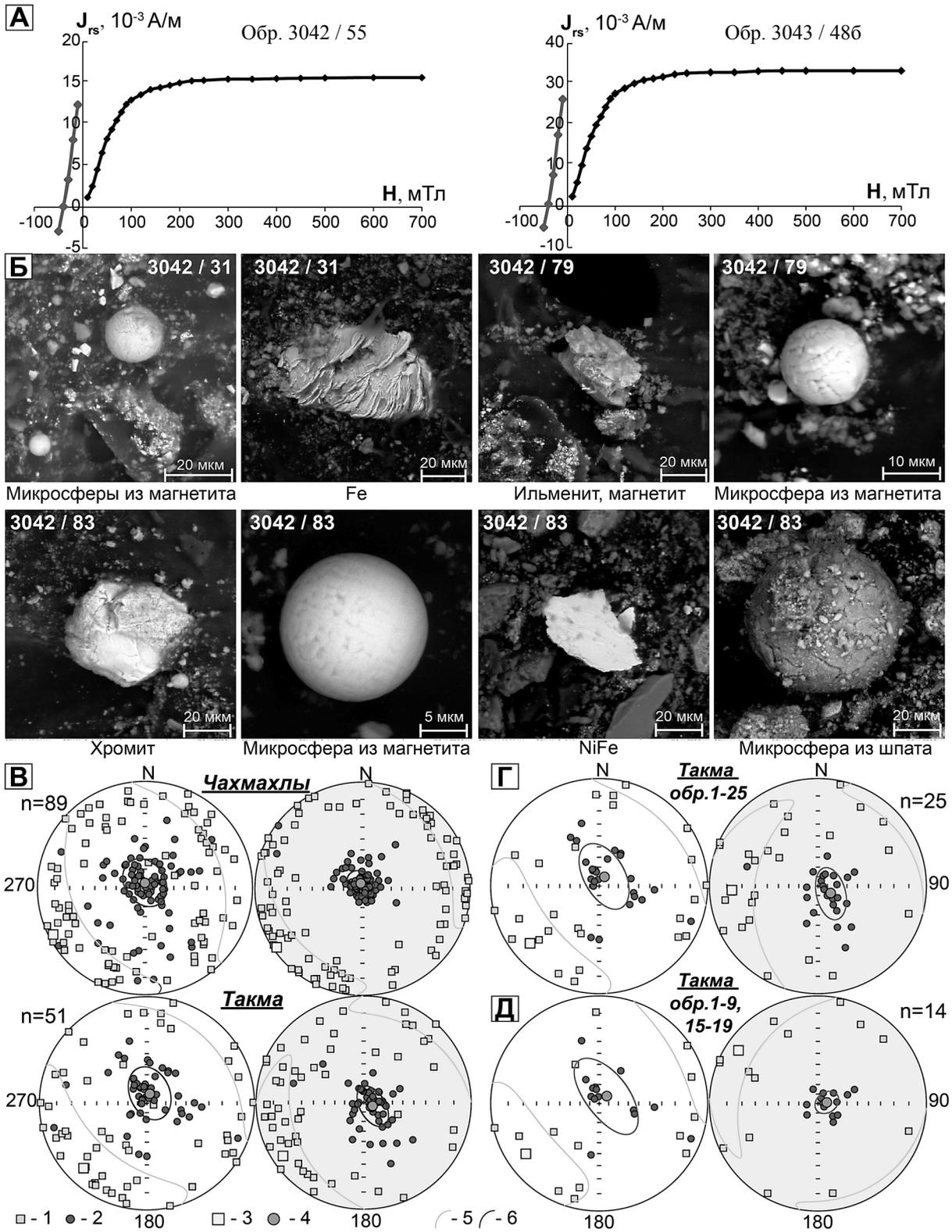


Рис. 3. Результаты магнито-минералогического анализа: **А** – кривые магнитного насыщения и разрушения; **Б** – результаты микрозондового анализа; **В–Д** – данные по анизотропии магнитной восприимчивости в виде стереограмм (в стратиграфической системе координат) проекций длинных (K1) и коротких (K3) осей АМВ до (слева) и после (справа) прогрева образцов на 500°C по разрезам Чахмахлы и Такма (**В**), по интервалу разреза Такма, по которому имеются данные о степени биотурбированности пород [2], по всем образцам (**Г**) и после исключения образцов, соответствующих наиболее интенсивно биотурбированным уровням (**Д**). Условные обозначения: проекции осей: 1 – длинных (K1), 2 – коротких (K3); 3, 4 – проекции средних направлений K1 и K3 соответственно; 5, 6 – овалы доверия для K1 и K3 соответственно



Отложения очень слабомагнитные: магнитная восприимчивость и естественная остаточная намагниченность варьируют от 0.4 до $3.7 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ и от 0.003 до $0.2 \cdot 10^{-3}$ А/м соответственно (за исключением единичного случая – обр. 3042/66-б, где J_n достигает $2.6 \cdot 10^{-3}$ А/м) (см. рис. 2, а). С точки зрения закономерностей в распределении петромагнитных данных характерной особенностью изученных разрезов являются выразительные тенденции к возрастанию K , J_n , J_{rs} в сочетании с отчетливым убыванием значений параметра K/J_{rs} вверх по разрезу (см. рис. 2). Аналогичные петромагнитные тренды отмечены в верхнемаастрихтской карбонатно-терригенной толще у с. Нижняя Банновка Саратовского Поволжья, в которой содержится большое количество микро-частиц железа, никеля, интерметаллидов и магнетитовых сферул [4], характерных для метеоритной пыли (см. рис. 2). Совпадение петромагнитных тенденций в разновозрастных осадочных толщах разных геоструктур свидетельствует о глобальном характере события, обусловившего сходство магнитных свойств удаленных разрезов. В связи с этим можно предположить, что особенности петромагнитного строения верхов маастрихта и в Поволжье, и в Крыму связаны с обогащением осадка космогенным веществом вследствие усиления метеоритной бомбардировки Земли в конце мелового периода [5].

Повышенное содержание ферромагнитных космогенных частиц субмикронной размерности в осадке не приводило к существенному увеличению K , но обусловило уменьшение K/J_{rs} , пропорциональное среднему размеру ферромагнитных зерен, и возрастание J_n за счет хорошей ориентировки метеоритной пыли по геомагнитному полю. Небольшое отличие петромагнитной характеристики крымских маастрихтских карбонатных толщ от поволжских проявляется в заметном возрастании магнитной восприимчивости в верхах разрезов (см. рис. 2). Это может быть связано с наличием более сильномагнитного (по сравнению с Поволжьем) источника размыва в Юго-Западном Крыму. В перспективе по мере накопления подобных материалов петромагнитные характеристики могут использоваться в качестве глобального изохронного корреляционного репера событийной природы.

Изучение АМВ по двум разрезам показало, что, несмотря на хаотичное распределение осей эллипсоидов АМВ во многих образцах, в большинстве случаев проекции коротких осей (К3) концентрируются в центре стереопроекции, а длинных осей (К1) – равномерно распределены вдоль ее экватора, что характерно для осадков, формировавшихся в спокойной гидродинамической обстановке (рис. 3, в). Однако после прогрева образцов до 500°C степень концентрации К3 около центра стереограмм в разрезе Чахмахлы значительно возрастает за счет превращения FeS_2 в сильномагнитный магнетит при температуре свыше 400°C , и магнитные текстуры становятся ближе

к идеальной осадочной магнитной текстуре (см. рис. 3, в). Мы предполагаем, что пирит выполняет раковины фораминифер плоской формы, поэтому распределение осей АМВ после термической обработки приобретает вид, характерный для плоских ферромагнитных частиц, осаждавшихся при отсутствии гидродинамических воздействий [6].

В разрезе Такма степень концентрации проекций К3 в центре стереограммы сильно не различается до и после прогрева (рис. 3, в, з). Однако после исключения из анализа наиболее интенсивно биотурбированных пород кучность К3 после нагрева возрастает также значимо, как и в разрезе Чахмахлы (рис. 3, д) (сведения об индексе биотурбаций отложений, заключенных между образцами 3043/1 и 3043/25 (рис. 3, з, д) взяты из работы [2]). Возможно, это связано с тем, что максимально биотурбировались наименее вязкие и, следовательно, легкоподвижные осадки. В таком случае значительный разброс К3 можно объяснить вязкопластичными деформациями на стадии даиогенеза, тем более что магнитная текстура наиболее биотурбированных отложений в Такме типична для подводно-оползневых деформаций.

Палеомагнетизм

Несмотря на малые значения J_n , благодаря измерениям на криогенном магнитометре, во многих образцах удалось выделить характеристические компоненты (**ChRM**) приемлемого качества с максимальным углом отклонения менее 15° (как правило, менее 10°) (см. рис. 2). В большинстве образцов **ChRM** закономерно группируются в северных румбах нижней полусферы, что соответствует нормальной (N) полярности геомагнитного поля (рис. 4, а). В остальных случаях либо выделенные компоненты имеют аномальные направления (рис. 4, б), либо компоненты J_n выделить невозможно (рис. 4, в).

N -компоненты намагниченности в обоих разрезах характеризуются хорошими показателями палеомагнитной статистики: кучность направлений (k) более 15, радиус доверия на 95%-ном уровне, значимости (α_{95}) менее 4° (рис. 4, з). Среднее направление по выборке значимо отличается от направления современного поля, наклонение которого на широте изученных разрезов составляет 63.1° . Значимость различия векторов оценивалась согласно [7], для современного поля в качестве n взято количество обнажений (2), за α_{95} принята максимальная амплитуда вековой вариации (10°) [8]. Виртуальный магнитный полюс, рассчитанный по среднему направлению, значимо отличается от стандартных полюсов для стабильной Европы с возрастом 65–75 млн лет [9] (рис. 5).

Аномальные направления характеризуются хаотичным распределением (k менее 1.5° , α_{95} почти 50°), но их общей особенностью является то, что большинство векторов проецируются на верхнюю полусферу (рис. 4, з). Некоторые из

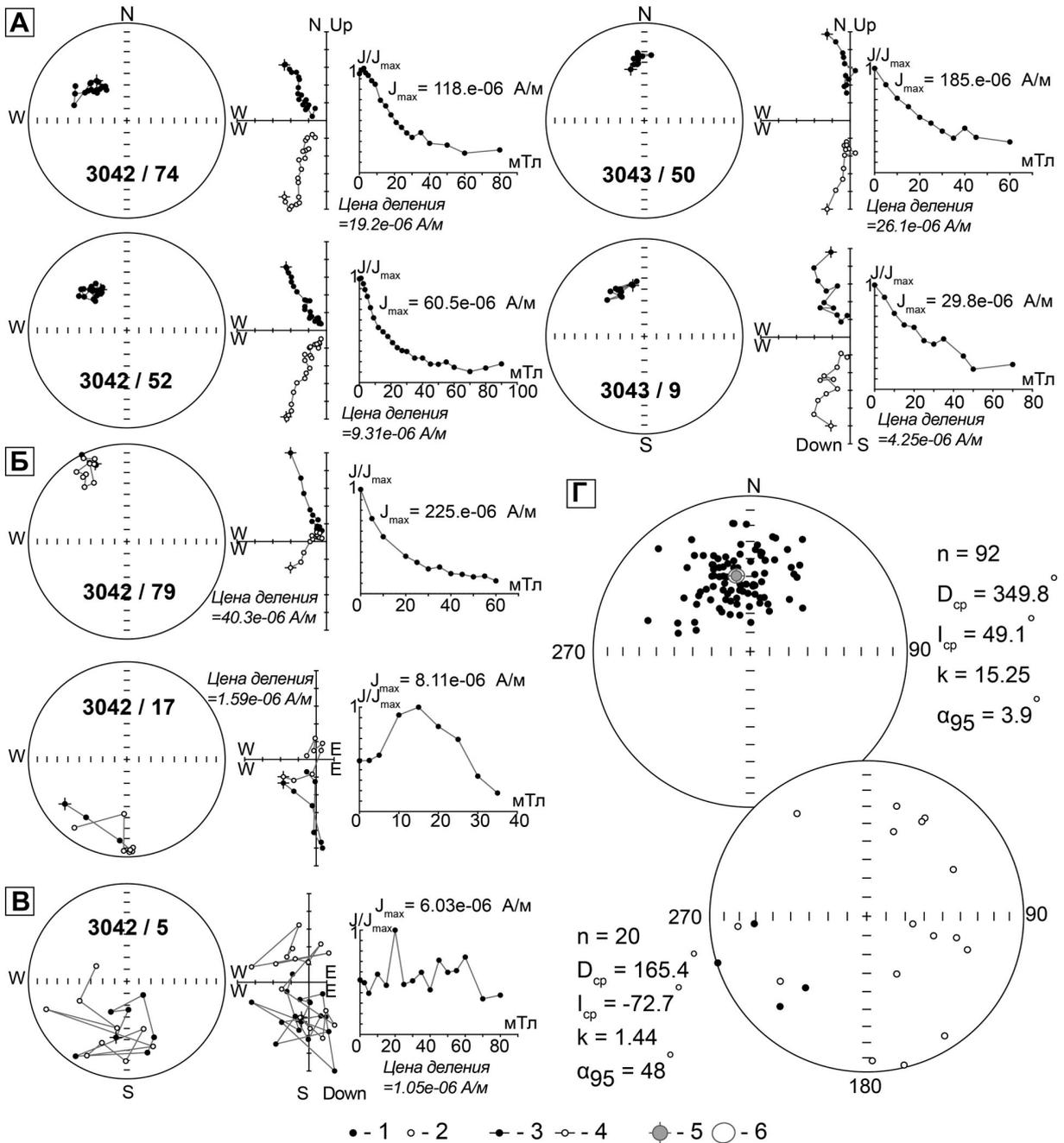
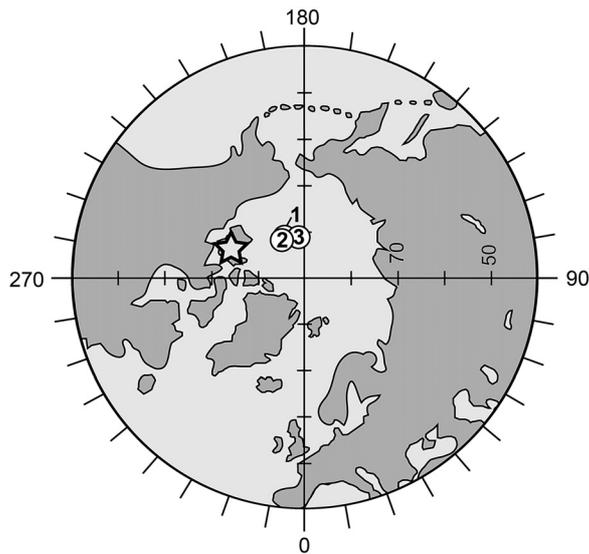


Рис. 4. Результаты палеомагнитных исследований в стратиграфической системе координат: А–В – результаты компонентного анализа (слева направо: стереографические изображения изменения векторов J_n в процессе магнитных чисток, диаграммы Зийдерверльда) для образцов с ChRM, соответствующей нормальной (А), аномальной (Б) полярности и для образцов, в которых компоненты J_n выделить невозможно (В); (Г) – стереопроекции совокупностей ChRM, соответствующих прямой (верхняя) и аномальной (нижняя) полярности с показателями палеомагнитной статистики: n – число образцов в выборке; D_{cp} , I_{cp} – среднее палеомагнитное склонение и наклонение соответственно, k – палеомагнитная кучность, α_{95} – радиус круга доверия вектора. Условные обозначения: 1, 2 – проекции J_n на нижнюю и верхнюю полушеры соответственно; 3, 4 – проекции J_n на горизонтальную и вертикальную плоскости соответственно; 5, 6 – среднее палеомагнитное направление и круг доверия



		Lat	Lon	A_{95}
★	Разрезы Чахмаклы и Такма (N-магнитозоны)	73.2	246.0	4.2
①	64.0 млн лет (осреднение 5 млн лет) [9]	81.3	188.6	3.6
②	68.3 млн лет (осреднение 5 млн лет) [9]	80.0	213.2	4.8
③	75.4 млн лет (осреднение 5 млн лет) [9]	79.8	209.5	7.2

Рис. 5. Положение и характеристики виртуальных магнитных полюсов для маастрихта Горного Крыма (звездочка) и одновозрастных полюсов для стабильной Европы [9] (кружки с цифрами). Lat, Lon, A_{95} – широта, долгота и радиус круга доверия соответственно для среднего ВМП

ChRM, расположенных в южных румбах верхней полусферы, близки к направлениям, характерным для обратной (R) полярности геомагнитного поля (см. рис. 4, з).

В разрезе Такма и большей части разреза Чахмаклы (обр. 3042/36 – 3042/92) доминирует нормальная полярность, в то время как подавляющее большинство аномальных направлений и все немногочисленные R-направления сосредоточены в низах разреза Чахмаклы (3042/1 – 3042/35) (см. рис. 2, б). Поэтому палеомагнитная колонка Чахмаклов дифференцирована нами на две магнитозоны: верхнюю, мощностью 91 м, нормальной полярности и нижнюю, мощностью 31 м, аномальной полярности (см. рис. 6). Учитывая приуроченность аномальных направлений к одному интервалу разреза, можно предположить, что они обусловлены наличием в породах первичной J_n обратного знака и представляют собой векторную сумму древней компоненты и стабилизированной вторичной составляющей намагниченности. Однако для того, чтобы убедиться в правоте этой гипотезы, необходимо получить палеомагнитные данные по одновозрастным отложениям в соседних разрезах. Разрезу Такма соответствует только зона нормальной полярности (см. рис. 6).

Учитывая, что изученные интервалы разрезов соответствуют в основном маастрихтскому ярусу [1], выделенные в них N-магнитозоны однозначно опознаются как аналоги совокуп-

ности хронов 31n и 30 (см. рис. 6). Базируясь на сопоставлении полученных данных с Шкалой геомагнитной полярности (GPTS) [10] (см. рис. 6), можно утверждать, что интервалы разрезов Такма и Чахмаклы, характеризующиеся нормальной полярностью, относятся только к верхнему маастрихту, а не к нижнему, как предполагалось ранее [2].

Если зона аномальной полярности соответствует хрону 31r, то уровень подошвы маастрихта находится ниже изученной части разреза Чахмаклы (см. рис. 6), потому что в GSSP яруса (разрезе Терсис в Юго-Восточной Франции) нижняя граница маастрихта расположена ниже основания 31r [11]. Однако, учитывая предварительный характер магнитопольной интерпретации в этой части разреза, окончательные выводы делать преждевременно.

Заключение

В результате проведенных исследований впервые получены палеомагнитные и детальные петромагнитные данные по маастрихту Горного Крыма.

Графики петромагнитных параметров являются хорошим инструментом для детальной корреляции соседних разрезов. Идентичность петромагнитного облика верхов маастрихта в Горном Крыму и Поволжье [4], обусловленного концентрациями космогенных частиц, позволяет связать их с повышенным поступлением метеоритного вещества на Землю в конце мелового периода. Данные об анизотропии магнитной восприимчивости до и после прогрева могут интерпретироваться как индикатор особенностей минерального заполнения фораминифер [6], но это предположение нуждается в дополнительной проверке.

В изученных разрезах установлены зоны нормальной полярности, соответствующие совокупности хронов 31n и 30, позволившие обосновать позднемаастрихтский возраст охваченных ими отложений. Присутствие зоны аномальной полярности в нижней части разреза Чахмаклы предполагает возможность выявления аналогов хрона 31r при палеомагнитном изучении соседних разрезов.

Рассчитанный по нашим данным палеомагнитный полюс отличается от одновозрастных полюсов для стабильной Европы, что свидетельствует о перемещении Юго-Западного Крыма относительно Евразийского континента в послемеловое время. Однако индекс достоверности полюсного определения не высок – 4 из 7 возможных баллов [12]. Не исключено, что исследование других разрезов позволили бы кардинально повысить надежность палеомагнитных результатов за счет использования стандартных полевых тестов (тест инверсии, тест складки и др.). Поэтому доказательство наличия в маастрихте Юго-Западного Крыма магнитозоны обратного знака имело бы большое значение не только для стратиграфии, но и для геодинамических реконструкций.

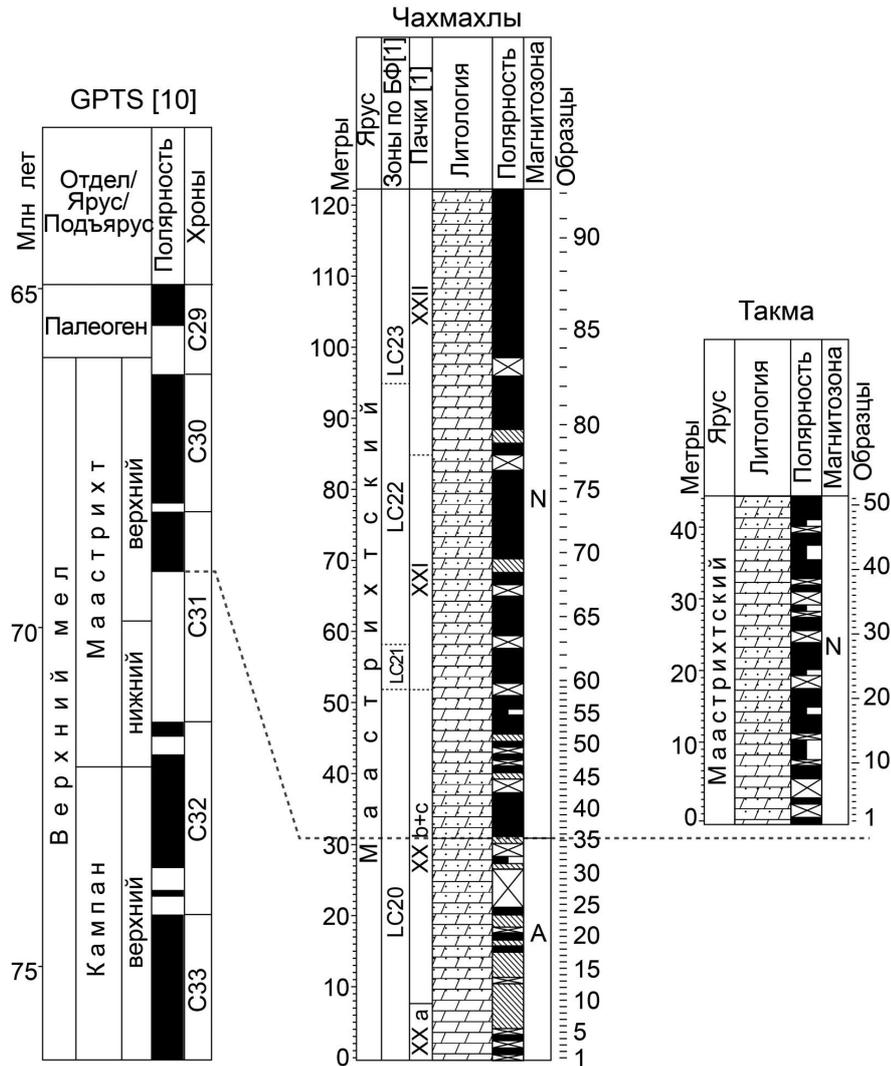


Рис. 6. Сопоставление магнитостратиграфических разрезов маастрихта Юго-Западного Крыма со Шкалой геомагнитной полярности (GPTS) [10]. Условные обозначения см. рис. 2

Благодарности

Автор благодарен всем сотрудникам лаборатории Главного геомагнитного поля и Петромагнетизма ИФЗ РАН (Москва) за предоставленную возможность измерений на криогенном магнитометре, В. А. Цельмовичу (геофизическая обсерватория «Борок» ИФЗ РАН, поселок Борок, Ярославская область) за микронзондовые исследования образцов, В. А. Грищенко, А. Ю. Гужикову и А. Г. Маникину (Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского) за участие в полевом изучении разрезов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 16-35-00219-мол а, № 16-35-00339-мол а и № 18-05-00784-мол а).

Библиографический список

1. Alekseev A. S., Kopaevich L. F. Foraminiferal biostratigraphy of the uppermost Campanian-Maastrichtian in SW Crimea (Bakhchisaray and Chakhmakhly sections) // Bull. Inst. Roy.

Sci. Natur. Belgique. Sci. Terre. 1997. Vol. 67. P. 103–118.

2. Сизанов Б. И., Рудакова А. В., Габдуллин Р. Р. Новая методика выделения ритмов и интерпретация их генезиса на примере нижнемаастрихтских отложений оврага Токма (Юго-Западный Крым, Украина) // Вестн. МГУ. Сер. 4, Геология. 2006. № 3. С. 25–31.

3. Молостовский Э. А., Храмов А. Н. Магнитостратиграфия и ее значение в геологии. Саратов, 1997. 180 с.

4. Гужиков А. Ю., Барабошкин Е. Ю., Беньямовский В. Н., Вишневская В. С., Копеевич Л. Ф., Первушов Е. М., Гужикова А. А. Новые био- и магнитостратиграфические данные по кампанским-маастрихтским отложениям классического разреза Нижняя Банновка (юг Саратовского Правобережья) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2017. Т. 25, № 1. С. 24–61.

5. Корчагин О. А. Ископаемые микрометеориты, микрокрититы и микрокрититы: методика исследований, классификация и импакт-стратиграфическая шкала // Стратиграфия в начале XXI века – тенденции и новые идеи. Очерки по региональной геологии России. М., 2013. Вып. 6. С. 112–142.



6. Гужикова А. А., Грищенко В. А., Глинских Л. А. Отражение особенностей минерального заполнения фораминифер в анизотропии магнитной восприимчивости // Трофимуковские чтения – 2017 : материалы Всерос. молод. науч. конф. с иностр. участием / Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука. Новосибирск, 2017. С. 19–22.
7. Debiche M. G., Watson G. S. Confidence limits and bias correction for estimating angles between directions with applications to paleomagnetism // J. Geophys. Res. 1995. Vol. 100, № B12. P. 24405–24430.
8. Бахмутов В. Г. Палеогеомагнитные вариации. Киев, 2006. 295 с.
9. Besse J., Courtillot V. Apparent and true polar wander and the geometry of the geomagnetic field over the last 200 Myr // J. Geophys. Res. 2002. Vol. 107 (11). P. 1–31.
10. Ogg J. G., Ogg G. M., Gradstein F. M. A Concise Geologic Time Scale. Elsevier, 2016. 242 p.
11. Odin G. S., Lamaurelle M. A. The global Campanian-Maastrichtian Stage boundary // Episodes. 2001. Vol. 24, № 4. P. 229–238.
12. Van der Voo R. Palaeomagnetism of the Atlantic, Tethys and Iapetus oceans. Cambridge, 1993. 412 p.

Образец для цитирования:

Гужикова А. А. Первые магнитостратиграфические данные по маастрихту Горного Крыма (Бахчисарайский район) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 1. С. 41–49. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-41-49.

Cite this article as:

Guzhikova A. A. First Magnetostratigraphic Data on the Maastrichtian of Mountain Crimea (Bakhchysarai Region). *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2018, vol. 18, iss. 1, pp. 41–49 (in Russian). DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-41-49.



УДК 553.98

АУТИГЕННЫЙ ДОЛОМИТ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТЫХ ПОРОД БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ – ПОКАЗАТЕЛЬ РЕЖИМА АКТИВНОГО СИНГЕНЕТИЧНОГО НАФТИДОГЕНЕЗА



**А. Д. Коробов, Е. Ф. Ахлестина, Л. А. Коробова,
М. П. Логинова, А. Т. Колотухин, В. М. Мухин**

Коробов Александр Дмитриевич, доктор геолого-минералогических наук, заведующий кафедрой геологии и геохимии горючих ископаемых, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, korob@yandex.ru

Ахлестина Екатерина Фоминична, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Отделения геологии НИИ ЕН, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, ahlestinakf@yandex.ru

Коробова Людмила Александровна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, korob@info.sgu.ru

Логинова Марина Павловна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, mp.loginova@mail.ru

Колотухин Анатолий Трофимович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, kolotuhinat@yandex.ru

Мухин Владимир Михайлович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, muchin@info.sgu.ru

Статья посвящена роли водородослевого материала баженовской свиты в образовании аутигенного доломита. Последний мог возникнуть в обстановке конвергентности двух процессов: гидротермального («выклинивающегося» в тыловых зонах) и катагенетического (фонового), порожденного кондуктивным теплопереносом. Развитие водородослевого доломита *in situ* показывает, что материнские породы переживали этап интенсивной (завершающей) генерации углеводородов (УВ).

Ключевые слова: водоросли, липиды, липоидные компоненты, аутигенный доломит, баженовская свита, гидротермы, источник магния, углеводороды.

**Aautygenic Dolomite High-carbon Radials Bajenovskaya
Switches – Indicator of the Regime Active Singenic
Naptidogenesis**

**A. D. Korobov, E. F. Ahlestina, L. A. Korobova,
M. P. Loginova, A. T. Kolotukhin, V. M. Mukhin**

Alexander D. Korobov, ORCID 0000-0002-9497-5030, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, korob@yandex.ru

Ekaterina F. Ahlestina, ORCID 0000-0001-5680-9472, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, ahlestinakf@yandex.ru

Lyudmila A. Korobova, ORCID 0000-0001-5900-7010, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, korob@info.sgu.ru

Marina P. Loginova, ORCID 0000-0003-2044-8040, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, mp.loginova@mail.ru

Anatoly T. Kolotukhin, ORCID 0000-0001-9247-864X, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, kolotuhinat@yandex.ru

Vladimir M. Mukhin, ORCID 0000-0002-99-39-7815, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, muchin@info.sgu.ru

The article is devoted to the role of algal material of the Bazhenov suite in the the formation of authigenic dolomite. Authigenic dolomite could form in the environment of convergence of two processes: hydrothermal («wedging out» in the rear zones) and catagenetic (background) generated by conductive heat transfer. The development of the algal dolomite *in situ* shows that the source rocks experienced the stage of intensive (final) hydrocarbons generation.

Key words: algae, lipids, lipoid components, authigenic dolomite, Bazhenov suite, hydrothermal fluid, source of magnesium, hydrocarbons.

DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-50-53

Проведенные за последние десятилетия исследования показали, что связь основных литологических характеристик баженовской свиты с нефтеносностью не устанавливается. Очевидно, первичные седиментационные факторы не имеют определяющего влияния на нефтеносность баженовской свиты. Совершенно иные результаты дает анализ распределения по площади палеотемператур периодов структурной перестройки – главного параметра, определяющего характер протекания эпигенетических, в том числе нефтегазогенерирующих, процессов рифтогенных осадочных бассейнов. Температура в сочетании с другими факторами играла чрезвычайно важную роль в возникновении продуктивных коллекторов баженовской свиты.

Гидротермы, порожденные тектонической перестройкой Западно-Сибирской плиты в позднем мелу – раннем палеогене, оказывали свое воздействие на нефтематеринские породы. Вы-



соконагретые растворы вызвали формирование новообразованных минералов и одновременно были ответственны за генерацию УВ, скорость возникновения которых резко увеличивалась. По мнению Е. А. Предтеченской, А. Д. Коробова и других геологов, вторичные доломиты из числа широко развитых здесь карбонатов являются индикаторами вертикальной миграции горячих глубинных флюидов. Последние проникали в осадочные толщи тектонически активизированных зон, где в значительной степени обуславливали нафтидогенез.

Петрографические наблюдения, подтвержденные рентгенофазовыми исследованиями, показали, что характер развития вторичного доломита в высокобитуминозных породах баженовской свиты неодинаков. В бесприточных скважинах данный минерал не обнаружен. В мало-, среднедебитных скважинах ($Q = 1,60 - 21,60$ т/сут) он наряду с другими минералами более или менее равномерно распределен в основной битуминозной массе, импрегнирует ее, создавая в шлифах своеобразную «картину ночного звездного неба». В случае высоких нефтепритоков ($Q \geq 80$ т/сут) количество новообразованного доломита резко возрастает и меняется характер его локализации. Важно подчеркнуть, что бесприточные скважины находятся на максимальном удалении от разломов, а наиболее продуктивная скважина пробурена непосредственно в зоне тектонического нарушения. Остальные мало-, среднедебитные скважины занимают относительно разломов промежуточное положение.

Возникновение доломита в черных сланцах трактуется разными геологами неодинаково. В частности, Я. Э. Юдович и М. П. Кетрис [1] утверждают, что доломит и его железистая разновидность анкерит в целом могут считаться типовыми минералами диагенеза черных сланцев. Выявление различий диагенеза черных сланцев, основанное на составе и количестве карбонатных новообразований, позволило этим авторам выделить три их типа: доманиковский, оксфордский и баженовский. Последний, естественно, представляет для нас особый интерес. Он характеризуется тем, что в осадках было очень мало карбоната или его не было вообще. По мнению С. Г. Неручева с соавторами [2], это является признаком незавершенного диагенеза, в котором аутигенное минералообразование прошло частично и не до конца. По мнению Г. В. Лебедевой [3], такое возможно только в высокоуглеродистых (высокобитуминозных) и малоглинистых осадках, где органическое вещество (ОВ) эффективно затормаживает диагенетическое минералообразование вследствие формирования органоглинистых комплексов. Это приводит к гидрофобизации глинистых частиц, а значит, к уменьшению эффективной пористости. Такое не связанное с цементацией или уплотнением снижение пористости кладет конец диагенетическому минералообразованию [2]. Во многом

схожая картина наблюдается на Пальяновском участке Красноленинского месторождения, где в битуминозных породах баженовской свиты существует острый дефицит глинистых минералов. Из этого вытекает важное следствие: водородослевым доломит баженовской свиты является не порождением диагенеза осадка, а результатом наложенных на уже сформировавшуюся породу процессов.

В условиях структурной перестройки именно разломы и оперяющая их трещиноватость были местом активного высачивания нагретых растворов и наиболее высокотемпературных преобразований пород. Гидротермы обусловили более полное созревание ОВ и поступление дополнительного минерального материала, включая УВ, со стороны. В зонах, удаленных от тектонических нарушений (периферийные (тыловые) участки конвективного теплопереноса), прогрев толщ был намного слабее, а перерождение отложений приобретало изохимическую направленность. Здесь оно начинало носить черты катагенеза, что позволяет говорить о конвергентности двух процессов – гидротермального (гидротермально-метасоматического) и катагенетического, порожденных фоновым кондуктивным теплопереносом. Рассмотрим вторичные преобразования для пород, удаленных от разломов, где они протекали в условиях, близких к закрытой системе.

Касаясь карбонатнакопления, важно подчеркнуть, что наряду с внешним источником магния, необходимого для возникновения вторичного доломита, в породах бажено-абалакского комплекса существует и внутренний его поставщик. Им являются, с одной стороны, смектиты и хлориты (минеральная составляющая), а с другой – разнообразные водоросли (органическое вещество). Однако, учитывая, что в породах баженовской свиты Красноленинского района глинистость не превышает 30%, а содержание ОВ достигает 40% [4], подробнее остановимся на рассмотрении роли низших растений в формировании доломита *in situ*.

Общеизвестно, что водородослевое органическое вещество является наиболее благоприятным для нефтеобразования. Связано это с тем, что главным источником УВ являются липидные и липоидные компоненты, которые могут в значительном количестве присутствовать в водорослях. Поскольку различные группы водорослей характеризуются большим разбросом содержания липидов (1–35%) [5], то и нефтематеринский потенциал ($\Pi_{\text{нм}}$) органического вещества зависит от состава групп водорослей основных поставщиков ОВ. Так, например, кремнистые породы фитогенного генезиса рассматриваются в качестве образований с повышенным $\Pi_{\text{нм}}$, что связано со значительным содержанием липидов в водорослях с кремниевой функцией – диатомовых, золотистых, перидинейх. Сюда же относятся породы, в формировании которых существенную роль играли известковые сине-зеленые водоросли [6].



По данным Ю. В. Брадучан с соавторами [7], основными продуцентами ОВ в баженовском море Западной Сибири были микрофитопланктон (диатомовые, зеленые, золотистые, пиррофитовые водоросли), зоопланктон (радиолярии), а также макроводоросли. В. В. Казаринов [8] в составе ОВ баженовской свиты различает фрагменты витринита, псевдовитринита и липоидные микрокомпоненты, слагающие основную массу коллоальгинита и гумосапросорбмикстита (преобладает сапропелевое ОВ). Кроме того, он диагностирует остатки лентовидных водорослей, водорослей типа «кокколитофорид» (синезеленых и золотистых), бурых многоклеточных микроводорослей, крупные остатки слоевищ ламинариевых водорослей и морских трав. Многие из вышеперечисленного встречено нами при описании шлифов, изготовленных из пород бажено-абалакского комплекса.

Установлено [9], что продуктивность бажено-абалакского комплекса Пальяновского участка Краснотенинского месторождения контролируется интенсивностью наложенного гидротермального преобразования, наиболее чутким индикатором которого является вторичный доломит. В этой связи возникает закономерный вопрос: не являются ли генерация нефти и аутигенное доломитообразование в породах баженовской свиты сопряженными процессами? Если допустить такое, то необходимо выяснить, содержат ли водоросли наряду с липидными и липоидными компонентами в своем составе кальций и магний, необходимые для автономного синтеза доломита в условиях гидротермального прогрева.

Исследования Б. И. Чувашова [10] показали, что водоросли, присутствующие в породах баженовской свиты (золотистые, зеленые, синезеленые и др.), относятся к категории известковых. Среди известковых водорослей известны разновидности, в которых отмечается кальцит с максимально известным для организмов содержанием $MgCO_3$ – до 30–35% [11, 12]. Связано это с их прижизненной способностью концентрировать соли магния [13]. При этом комплексные соединения Mg в растениях вообще и в водорослях в частности имеют более высокое содержание элемента, чем вещества конкретных клеток, например хлорофилла. Если количество магния в хлорофилле составляет 2,7%, то концентриро-

вание Mg в комплексах по сравнению с целыми клетками повышается в 10 раз [14]. Однако, несмотря на то что известковые водоросли в значительном количестве аккумулируют углекислый магний, в ископаемом состоянии магния обычно мало. Объясняется это тем, что в стенках растительных клеток $MgCO_3$ находится в виде изоморфной примеси $CaCO_3$ и легко вымывается при фоссилизации [15]. Видимо, в этом состоит одна из причин низкого содержания доломита в микроводорослевой породе Пальяновской площади, за исключением скважин, которые располагаются в зоне разлома. Зольный состав водорослей, которые постоянно встречаются в породах баженовской свиты и наблюдаются в исследованных нами скважинах Пальяновского участка, приводится в таблице. Из таблицы, составленной по материалам А. И. Ведринского и В. А. Ковды, видно, что во всех водорослях наряду с кальцием (6,91–23,10%) присутствует магний (1,70–5,58%).

Неоднократно отмечалось, что продуктивность баженовской свиты и возникновение аутигенного доломита контролируются степенью прогрева пород. Это соответствует экспериментальным исследованиям Дж. Р. Гольдсмита (Goldsmith) и Д. Л. Графа (Graf) [16], установившим, что для образования нормального доломита необходима повышенная температура (~200°C). При более низких температурах возникает протодоломит, близкий по структуре к доломиту. Протодоломиты содержат больше $CaCO_3$, чем настоящие доломиты. Важно подчеркнуть, что в обстановке тектоногидротермальной активизации Западно-Сибирской плиты происходит формирование углеводородов в нефтегазоматеринских толщах при следующих температурах [17]: нефть (60–170°C) → нефть+газоконденсат (150–200°C).

На основании вышеизложенного и наших наблюдений можно сделать принципиальные выводы:

1. Водорослевый аутигенный доломит баженовской свиты не является продуктом диагенеза. Он возник автономно за счет прогрева высокобитуминозных пород, содержащих Mg и Ca.

2. Факт наличия или отсутствия водорослевого доломита *in situ* свидетельствует о том, переживала или нет высокобитуминозная материнская толща баженовской свиты этап завершающей генерации УВ.

Зольный химический состав водорослей

Название группы (вида) водорослей	Зола, %	В % к золе									Литературный источник
		K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃	SiO ₂	Cl	
Зеленые (среднее из 9)	25,30	5,00	12,20	23,10	1,70	0,50	1,50	8,30	2,60	10,30	[18]
Бурые (среднее из 56)	27,80	18,20	12,30	8,60	3,20	0,70	1,20	6,30	1,00	20,00	
Багряные (среднее из 27)	20,00	11,00	14,80	7,00	4,20	0,60	1,60	12,70	0,70	6,70	
<i>Laminaria saccharina</i>	31,55	25,01	20,10	6,91	4,60	–	2,07	0,48	4,22	31,16	[19]
<i>Laminaria digitata</i>	27,72	24,51	16,00	11,78	5,58	–	1,88	11,08	4,08	29,30	



3. Территории, на которых развит водорослевый аутигенный доломит, необходимо рассматривать как области интенсивной (завершающей) генерации углеводородов баженовскими отложениями.

Библиографический список

1. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Геохимия черных сланцев. Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1988. 272 с.
2. Неручев С. Г., Рогозина Е. А., Зеличенко И. А. Нефтегазообразование в отложениях доманикового типа. Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1986. 247 с.
3. Лебедева Г. В. Вторичные изменения органомонтмориллонитовых соединений в доманикитах // Закономерности размещения коллекторов сложного строения и прогноз нефтегазосности. Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1985. С. 94–99.
4. Балушкина Н. С., Калмыков Г. А., Кирюхина Т. А. Закономерности строения баженовского горизонта и верхов абалакской свиты в связи с перспективами добычи нефти // Геология нефти и газа. 2013. № 3. С. 48–61
5. Барашков Г. К. Сравнительная биохимия водорослей. М. : Пищ. пром., 1972. 335 с.
6. Баженова О. К., Бурлин Ю. К. Роль исходного органического вещества в формировании нефтематеринского потенциала // Органическое вещество в современных и ископаемых осадках : тез. докл. VII Всесоюз. семинара. Ташкент, 1982. С. 46–58.
7. Брадучан Ю. В., Гурари Ф. Г., Захаров В. А. Баженовский горизонт Западной Сибири (стратиграфия, палеогеография, экосистема, нефтеносность) // Тр. / Ин-т геологии и геофизики. Новосибирск : Наука, Сиб. отд-ние, 1986. Вып. 649. С. 27–31.
8. Казаринов В. В. Вещественный состав органического вещества баженовской свиты Западной-Сибирской плиты // Органическое вещество в современных и ископаемых осадках : тез. докл. VII Всесоюз. семинара. Ташкент, 1982. С. 227–228.
9. Коробов А. Д., Коробова Л. А., Морозов В. П., Заграновская Д. Е., Захарова О. А. Аутигенный доломит высокобитуминозных баженовских отложений – показатель завершающей стадии генерации углеводородов // Нефтяное хозяйство. 2017. № 4. С. 41–43.
10. Чувашов Б. И. Состояние изученности и перспективы исследования известковых водорослей // Актуальные вопросы современной палеоальгологии. Киев : Наук. думка, 1986. С. 97–102.
11. Виноградов А. П. Химический элементарный состав морских водорослей // Тр. биогеохимической лаборатории АН СССР. 1935. Ч. 1, т. 3. С. 87–201.
12. Дегенс Э. Т. Геохимия осадочных образований. М. : Мир, 1967. 299 с.
13. Осипова А. И. Условия образования доломитов в Ферганском заливе палеогенового моря // Тр. / ГИН АН СССР. 1956. Вып. 4. С. 344–373.
14. Бойченко Е. А., Саенко Г. Н., Удельнова Т. Н. Эволюция концентрационной функции растений в биосфере // Геохимия. 1968. № 10. С. 1260–1264.
15. Маслов В. П. Водоросли и карбонатоосаждение // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1961. № 12. С. 81–86.
16. Goldsmith J. R., Graf D. L. Structure and Compositional Variations in Some Natural Dolomites // Journ. Geol. 1958. Vol. 66. P. 678–693.
17. Коробов А. Д., Коробова Л. А. Нефтегазоперспективный рифтогенно-осадочный формационный комплекс как отражение гидротермальных процессов в породах фундамента и чехла // Геология нефти и газа. 2011. № 3. С. 14–23.
18. Ковда В. А. Минеральный состав растений и почвообразования // Почвообразование. 1956. № 1. С. 6–38.
19. Ведринский А. И. Основы комплексной переработки беломорских ламинарий // Водоросли Белого моря : тр. Архангельского водорослевого НИИ. 1938. Вып. 107. С. 94–112.

Образец для цитирования:

Коробов А. Д., Ахлестина Е. Ф., Коробова Л. А., Логинова М. П., Колотухин А. Т., Мухин В. М. Аутигенный доломит высокоуглеродистых пород баженовской свиты – показатель режима активного сингенетического нефтидогенеза // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 1. С. 50–53. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-50-53.

Cite this article as:

Korobov A. D., Ahlestina E. F., Korobova L. A., Loginova M. P., Kolotukhin A. T., Mukhin V. M. Auutygenic Dolomite High-carbon Radials Bajenovskaya Swiches – Indicator of the Regime Active Singenic Naptidogenesis. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2018, vol. 18, iss. 1, pp. 50–53 (in Russian). DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-50-53.



УДК 550.4

ЛИТОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОД СОРТЫМСКОЙ СВИТЫ ПЯКХИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (север Западной Сибири)

Ю. В. Титов, С. В. Астаркин, О. П. Гончаренко,
В. В. Колпаков, О. В. Гудушкина

Титов Юрий Владимирович, геолог 1-й категории Отдела первичной обработки и хранения керн, Центр исследования керн и пластовых флюидов филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть», Тюмень, titovoil@k66.ru

Астаркин Сергей Васильевич, заведующий Лабораторией минералогии петрографии Отдела литолого-физических исследований, Центр исследования керн и пластовых флюидов филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть», Тюмень, sv.astarkin@rambler.ru

Гончаренко Ольга Павловна, доцент, доктор геолого-минералогических наук, заведующий кафедрой петрографии и минералогии, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, GoncharenkoOP@mail.ru

Колпаков Виталий Викторович, начальник Центра исследования керн и пластовых флюидов, филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть», Тюмень (Ханты-Мансийский автономный округ, г. Когалым), KolpakovVV@nipi.ws.lukoil.com.

Гудушкина Ольга Васильевна, техник 1-й категории Отдела первичной обработки и хранения керн, Центр исследования керн и пластовых флюидов филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть», Тюмень (Ханты-Мансийский автономный округ, г. Когалым), guduolga@yandex.ru.

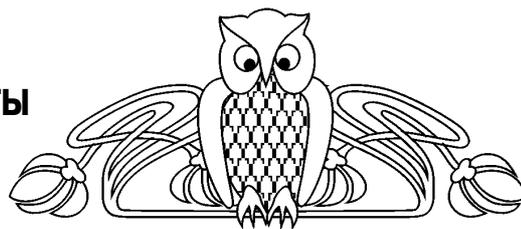
В статье приведена литогеохимическая характеристика пород сортымской свиты. Выявлено, что породы относятся к сиааллитам и гидролизатам, значения натриевого модуля и калиевого модуля указывают преимущественно на граувакковый состав отложений, содержащих гидрослюда + хлорит ± плагиоклаз. Степень зрелости поступивший в бассейн тонкой алюмосиликокластики была умеренной ($CI_A < 70$). Сортымский палеобассейн характеризовался небольшой глубиной с увеличением солёности с востока на запад. Исходя из медианных значений La_N/Yb_N и La_N/Sm_N и отношений La/Sc , Sc/Th , Cr/Th , Co/Th можно считать, что в сортымское время на водосборах доминировали гранитоиды.

Ключевые слова: Западная Сибирь, терригенные породы, сортымская свита, геохимические модули.

Lithochemical Properties of Terrigenous Rocks of Sortymsky Suite of Pyakhykhinskoye Field (North of Western Siberia)

Y. V. Titov, S. V. Astarkin, O. P. Goncharenko,
V. V. Kolpakov, O. V. Guduchkina

Yury V. Titov, ORCID 0000-0002-4205-9620, KogalymNIPneft Branch of LUKOIL-Engineering LLC in Tyumen, 19/18, Str. Central, Kogalym, 628481, Russia, titovoil@k66.ru



Sergey V. Astarkin, ORCID 0000-0002-5758-2123, KogalymNIPneft Branch of LUKOIL-Engineering LLC in Tyumen, 19/18, Str. Central, Kogalym, 628481, Russia, sv.astarkin@rambler.ru

Olga P. Goncharenko, ORCID 0000-0002-4731-8740, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, GoncharenkoOP@mail.ru

Vitaly V. Kolpakov, ORCID 0000-0002-2602-8728, KogalymNIPneft Branch of LUKOIL-Engineering LLC in Tyumen, 19/18, Str. Central, Kogalym, 628481, Russia, KolpakovVV@tmn.lukoil.com

Olga V. Guduchkina, ORCID 0000-0002-1425-8913 KogalymNIPneft Branch of LUKOIL-Engineering LLC in Tyumen, 19/18, Str. Central, Kogalym, 628481, Russia, guduolga@yandex.ru

The article represents lithochemical characteristics of rocks of sortymsky suite. It is revealed that the rocks belong to sialites and the hydrolysates, the values of Sodium Module and Potassium Module indicates on sediments of greywacke containing hydro-mica, chlorite, plagioclase. Degree the maturity received by a thin pool aluminosilicates was moderate ($CI_A < 70$). Sortymsky the basin was characterized by shallow depth with an increase in salinity of the East to the West. Proceeding from median value La_N/Yb_N и La_N/Sm_N , ratio La/Sc , Sc/Th , Cr/Th , Co/Th and etc it is possible to conceive, that in Sortymsky time the granitoids dominated in prevalence.

Key words: Western Siberia, terrigenous rocks, Sortymsky suite, geochemical modules.

DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-54-61

Отложения сортымской свиты в пределах центральной части Большехетской впадины объединяют осадки берриасского и валанжинского ярусов. На изучаемой территории осадки распространены в зоне сочленения двух фациальных районов – Тазовском и Уренгойском [1]. Входящие в ее состав песчаные и алевроитовые разности характеризуются фациальной изменчивостью, невыдержанностью фильтрационно-емкостных характеристик и высокой степенью постдиагенетических преобразований. Поэтому немаловажным вопросом является реконструкция доседиментационной истории осадков путем рассмотрения характера вариаций литогеохимических параметров.

Выполненные исследования основаны на химических анализах 70 образцов песчаников и 20 алевролитов пласта БУ₁₈ сортымской свиты Пякхинского месторождения. Содержание основных породообразующих оксидов и элементов-примесей определено в Центре исследования керн



на и пластовых флюидов г. Когалым. Кроме того, определение элементов-примесей из 4 образцов было выполнено методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP MS) в г. Екатеринбурге в Институте геологии и геохимии УрО РАН.

Песчаники характеризуются широкими вариациями содержания всех породообразующих оксидов (табл. 1). Так, медианное содержание оксида кремния в них составляет 64,56%, тогда как минимальное и максимальное содержание составляет соответственно 52,16% и 75,89%. Для оксидов алюминия, калия и натрия соответствующие параметры составляют (в %): Al_2O_3 – 13,55; 9,84 и 16,35; K_2O – 3,33; 1,16 и 8,70; Na_2O – 3,16; 1,23 и 5,16. Значительные вариации содержания основных породообразующих оксидов характерны и для алевролитов. Медианное содержание оксида кремния в них составляет 48,08%, тогда как минимальное и максимальное содержание SiO_2 различается почти в 2,6 раза (25,38% и 65,67%). Разброс тех же параметров для оксидов калия и натрия составляет соответственно 0,85 и 5,76, 1,12 и 3,16%. Минимальная величина содержания Al_2O_3 составляет 7,11%, максимальная – 17,67%, тогда как медианное значение равно 12,62%. Потери при прокаливании в исследованных образцах алевролитов составляют 9,1% (медианное значение), минимальная величина данного параметра 1,66%, максимальная 38,66%.

В целом содержание малых элементов в отложениях пласта БУ₁₈ сопоставимо с кларками в песчаниках (табл. 2). Как видно из приведенных данных, концентрации F, S, Li, B, Mn, Cu, Zn, Ga, Ge, Zr, Mo, Cd, Cs, Sn, Rb, Ce, Pr, Nd, Er, Tm чаще всего довольно близки к кларку. Ниже кларковой концентрации тяжелых редкоземельных элементов. Лишь некоторые элементы (F, Sc, Cl, V, Mn, Co, Ni, Se, Sr, Ba) содержатся в количествах, превышающих кларк в песчаниках иногда до 3–7 раз. В большей степени это связано с подвижностью элементов, способных легко переходить в раствор.

Известно, что содержание тех или иных оксидов само по себе не дает надежной и тем более исчерпывающей информации, поскольку

они представляют закрытую числовую систему: увеличение одного показателя приводит к снижению значений других. Поэтому неискаженную характеристику можно получить, пользуясь геохимическими модулями, т. е. отношением между содержанием оксидов [3]. Упомянутые модули, предложенные Я. Э. Юдовичем и М. П. Кетрис [4], использованы и для характеристики терригенных пород пласта БУ₁₈.

Из выполненных расчетов видно, что значения гидрализатного (ГМ) и алюмокремниевое (АМ) модулей имеют достаточно сходный характер (табл. 3). Медианное значение ГМ в песчаниках составляет 0,32 (min = 0,27, max = 0,37). Величина ГМ в алевролитах варьирует от 0,37 до 1,45 при медианном значении 0,77. Следовательно, в соответствии с классификацией Я. Э. Юдовича и М. П. Кетрис [4] песчаники пласта БУ₁₈ относятся к сиаллитам ($0,31 < ГМ < 0,50$), в некоторых случаях к силитам ($ГМ < 0,30$), алевролиты к гидролизатным породам, содержащим свободные оксиды алюминия, железа, марганца. Незначительное увеличение средних значений АМ и ГМ в песчаниках свидетельствует о поступлении в область седиментации все более зрелого в петрохимическом отношении кластического материала. Можно видеть, что для скважин 2012Р, 2013Р, 2015Р амплитуда разброса средних значений АМ и ГМ в алевролитах несколько увеличивается, причем в некоторых случаях даже превосходит норму гидрализатов ($> 0,55$). Это может быть связано, с одной стороны, с различным удалением от областей размыва, различавшихся составом и степенью преобразованности пород, с другой – активизацией тектонических процессов. Возможно также появление в области питания новых источников сноса [5].

Следует заметить, что в большинстве скважин вариации титанистого модуля (ТМ) не согласуются с его константами для различных фациальных обстановок. Так, вариации ТМ в песчаных породах отчетливо ниже, чем в алевролитовых: 0,02–0,06 против 0,03–0,10. В свою очередь, низкие значения ТМ в аркозах могут фиксировать источник сноса, сложенный породами кислого состава [5].

Таблица 1

Медианное, минимальное и максимальное содержание основных породообразующих компонентов в породах сортымской свиты, %

Характеристики	SiO_2	TiO_2	MnO	Fe_2O_3+FeO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Al_2O_3	P_2O_5	ППП
Песчаники											
Медиана	64,56	0,41	0,05	5,35	2,97	2,11	3,33	3,16	13,55	0,11	4,47
min	52,16	0,001	0,001	1,73	0,83	0,70	1,16	1,23	9,84	0,00	1,03
max	75,89	1,24	0,21	15,50	14,93	4,60	8,70	5,16	16,35	0,30	19,70
Алевролиты											
Медиана	48,08	0,78	0,16	14,61	5,77	2,95	2,95	2,16	12,62	0,20	9,10
min	25,38	0,26	0,04	3,44	0,55	1,61	0,85	1,12	7,11	0,03	1,66
max	65,67	1,71	0,60	50,40	36,80	4,29	5,76	3,16	17,67	0,46	38,66



Таблица 2

Среднее содержание малых элементов в нижнемеловых песчаниках пласта БУ₁₈, % мас.

Химический элемент	Кларк* в песчаниках	Среднее по скважинам	Скважины					
			2004P (n=5)	2007P (n=15)	2012P (n=5)	2013P (n=5)	2020P (n=16)	2020P** (n=4)
F	$2,4 \cdot 10^{-2}$	0,08	0,09	0,08	0,11	0,12	0,04	–
S	$2,3 \cdot 10^{-2}$	0,04	0,01	0,04	0,026	0,05	0,08	–
Li	$2 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	–	–	–	–	–	$1 \cdot 10^{-3}$
Be	$n \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	–	–	–	–	–	$1 \cdot 10^{-4}$
B	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	–	–	–	–	–	$3 \cdot 10^{-3}$
Sc	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	–	–	–	–	0,002	$4 \cdot 10^{-4}$
Ti	0,2	0,12	–	–	–	–	–	0,12
Cl	$1 \cdot 10^{-3}$	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	–	–
V	$2 \cdot 10^{-3}$	0,009	0,008	0,01	0,01	0,01	0,008	0,003
Cr	$3,5 \cdot 10^{-3}$	0,007	0,005	0,01	0,007	0,009	0,005	0,002
Mn	$4 \cdot 10^{-2}$	0,01	–	–	–	–	–	0,01
Co	$3 \cdot 10^{-5}$	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,0004
Ni	$2 \cdot 10^{-4}$	0,004	0,003	0,003	0,004	0,005	0,004	0,006
Cu	$1 \cdot 10^{-3}$	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,0008
Zn	$2,1 \cdot 10^{-3}$	0,004	0,003	0,004	0,0054	0,005	0,004	0,006
Ga	$1 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	–	–	–	–	–	$1,2 \cdot 10^{-3}$
Ge	$9,1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	–	–	–	–	–	$1 \cdot 10^{-4}$
As	$1 \cdot 10^{-4}$	0,005	0,01	0,005	0,006	0,006	0,001	$2,3 \cdot 10^{-3}$
Se	$5 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-5}$	–	–	–	–	–	$2 \cdot 10^{-5}$
Rb	$5,5 \cdot 10^{-3}$	0,010	0,009	0,01	0,011	0,012	0,01	0,007
Sr	$2 \cdot 10^{-2}$	0,073	0,07	0,06	0,087	0,090	0,06	0,035
Y	$4 \cdot 10^{-3}$	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,002	0,008
Zr	$2,2 \cdot 10^{-2}$	0,020	0,018	0,02	0,021	0,020	0,02	0,002
Nb	$n \cdot 10^{-6}$	0,001	–	0,001	0,001	0,002	0,001	$5 \cdot 10^{-4}$
Mo	$2 \cdot 10^{-5}$	$2,7 \cdot 10^{-5}$	–	–	–	–	–	$2,7 \cdot 10^{-5}$
Ag	$n \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	–	–	–	–	–	$1,2 \cdot 10^{-5}$
Cd	$n \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-6}$	–	–	–	–	–	$4 \cdot 10^{-6}$
Sn	$n \cdot 10^{-5}$	$7,9 \cdot 10^{-4}$	–	–	–	–	–	$7,9 \cdot 10^{-4}$
Sb	$n \cdot 10^{-6}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	–	–	–	–	–	$1,4 \cdot 10^{-4}$
Te	–	$2 \cdot 10^{-5}$	–	–	–	–	–	$2 \cdot 10^{-5}$
Cs	$n \cdot 10^{-5}$	$8,6 \cdot 10^{-4}$	–	–	–	–	–	$8,6 \cdot 10^{-4}$
Ba	$1,8 \cdot 10^{-2}$	0,104	0,092	0,10	0,10	0,10	0,13	0,09
Rb	$5,5 \cdot 10^{-3}$	0,009	0,009	0,009	0,01	0,01	0,01	0,007
La	$3 \cdot 10^{-5}$	0,004	0,0064	0,004	0,004	0,004	0,002	0,001
Ce	$9,2 \cdot 10^{-3}$	0,008	0,007	0,01	0,008	0,009	0,004	0,003
Pr	$8,8 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$	–	–	–	–	–	$4 \cdot 10^{-4}$
Nd	$3,7 \cdot 10^{-3}$	0,0014	–	–	–	–	–	0,0014
Sm	$1 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-4}$	–	–	–	–	–	$2 \cdot 10^{-4}$
Eu	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$6,4 \cdot 10^{-5}$	–	–	–	–	–	$6,4 \cdot 10^{-5}$
Gd	$1 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	–	–	–	–	–	$1,8 \cdot 10^{-4}$
Tb	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$2,7 \cdot 10^{-5}$	–	–	–	–	–	$2,7 \cdot 10^{-5}$
Dy	$7,2 \cdot 10^{-4}$	0,0001609	–	–	–	–	–	0,0001609
Ho	$2 \cdot 10^{-4}$	$3,1 \cdot 10^{-5}$	–	–	–	–	–	$3,1 \cdot 10^{-5}$
Er	$4 \cdot 10^{-4}$	$9,1 \cdot 10^{-5}$	–	–	–	–	–	$9,1 \cdot 10^{-5}$
Tm	$3 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	–	–	–	–	–	$1,2 \cdot 10^{-5}$

Химический элемент	Кларк* в песчаниках	Среднее по скважинам	Скважины					
			2004P (n=5)	2007P (n=15)	2012P (n=5)	2013P (n=5)	2020P (n=16)	2020P** (n=4)
Yb	$4 \cdot 10^{-4}$	$8,3 \cdot 10^{-5}$	–	–	–	–	–	$8,3 \cdot 10^{-5}$
Lu	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$	–	–	–	–	–	$1,1 \cdot 10^{-5}$
Hf	$3,9 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	–	–	–	–	–	$8 \cdot 10^{-4}$
Ta	$n \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-5}$	–	–	–	–	–	$3 \cdot 10^{-5}$
W	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	–	–	–	–	–	$5 \cdot 10^{-4}$
Tl	$8 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-5}$	–	–	–	–	–	$4 \cdot 10^{-5}$
Pb	$7 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	–	–	–	–	–	$1,5 \cdot 10^{-3}$
Bi	–	$3 \cdot 10^{-6}$	–	–	–	–	–	$3 \cdot 10^{-6}$
U	$4,5 \cdot 10^{-4}$	0,0004	0,0001	0,0011	0,0002	0,0002	0,0002	$8 \cdot 10^{-5}$
Th	$1,7 \cdot 10^{-4}$	0,001	0,001	0,0009	0,0011	0,001	0,001	$10 \cdot 10^{-3}$

Примечание. * Значение кларка взято из работы «Интерпретация геохимических данных», 2001. ** Определения по методу ICP MS.

Таблица 3

Значения геохимических модулей для терригенных отложений пласта БУ₁₈

Скважины	Количество проб	Модули							
		ГМ	АМ	ФМ	ТМ	НМ	ЩМ	КМ	НКМ
Песчаники									
2000П	3	0,34	0,23	0,12	0,02	0,23	1,18	0,19	0,42
2002П	4	0,37	0,24	0,16	0,06	0,19	0,87	0,22	0,43
2003P	4	0,27	0,19	0,12	0,05	0,12	0,72	0,17	0,29
2004P	5	0,28	0,21	0,10	0,02	0,25	1,80	0,15	0,40
2007P	16	0,30	0,21	0,11	0,02	0,26	0,99	0,28	0,54
2009P	4	0,34	0,24	0,13	0,04	0,17	0,78	0,23	0,40
2010P	3	0,37	0,24	0,16	0,05	0,19	0,83	0,23	0,42
2012P	5	0,33	0,23	0,13	0,02	0,20	1,06	0,19	0,39
2013P	5	0,33	0,23	0,13	0,02	0,22	1,24	0,18	0,40
2015P	5	0,35	0,18	0,18	0,05	0,26	0,48	0,58	0,84
2020P	16	0,29	0,20	0,10	0,04	0,25	1,13	0,22	0,48
Медиана		0,32	0,21	0,13	0,03	0,21	1,01	0,24	0,46
min		0,27	0,18	0,1	0,02	0,12	0,48	0,15	0,29
max		0,37	0,24	0,18	0,06	0,26	1,80	0,58	0,84
Алевриты									
2002П	7	0,44	0,27	0,21	0,06	0,17	0,80	0,21	0,38
2007P	4	0,37	0,24	0,18	0,03	0,21	0,76	0,28	0,49
2009P	1	0,56	0,25	0,35	0,06	0,20	1,00	0,20	0,40
2010P	1	0,38	0,24	0,19	0,05	0,18	0,62	0,29	0,48
2012P	1	1,25	0,33	1,00	0,04	0,12	0,87	0,14	0,26
2013P	2	1,23	0,28	1,00	0,04	0,16	1,74	0,10	0,26
2015P	2	1,45	0,26	1,25	0,1	0,15	0,28	0,54	0,69
2020P	2	0,48	0,26	0,22	0,09	0,20	0,95	0,21	0,41
Медиана		0,77	0,26	0,55	0,05	0,17	0,88	0,24	0,42
min		0,37	0,24	0,18	0,03	0,12	0,28	0,10	0,26
max		1,45	0,33	1,25	0,10	0,21	1,74	0,54	0,69

Примечание. ГМ – гидролизатный модуль; АМ – алюмокремневый модуль; ФМ – фемический модуль; ТМ – титановый модуль; НМ – натриевый модуль; ЩМ – щелочной модуль; КМ – калиевый модуль; НКМ – общая нормативная щелочность.



Значения отношения натриевого (НМ) и калиевого (КМ) модулей для песчаных разностей указывает преимущественно на граувакковые песчаники ($НМ > 0,20$), содержащие гидрослюда + хлорит \pm плагиоклаз ($0,10 < КМ < 0,30$). В алевролитах данные индикаторы классифицируются как терригенные отложения ($0,05 < НМ < 0,20$), включающие гидрослюда + хлорит. Вариации медианных значений натриевого и калиевого модуля, скорее всего, обусловлены увеличением в составе пород Na-K-содержащих компонентов, вероятно, связанных с размывом породных ассоциаций соответствующего состава. Медианные значения НКМ составляют 0,46, причем минимальное и максимальное отличаются более чем в 1,5 раза. В целом песчаники и алевролиты характеризуются как повышенно-щелочные. Основываясь на данных Ф. Дж. Петтиджона с соавторами [6], выявлено, что вся рассматриваемая совокупность песчаников сортымской свиты отвечает как аркозовому, так и грауваковому составу (рис. 1, а). Например, для скважин 2002П, 2003Р и 2009Р, 2010Р, расположенных в западной и восточной частях месторождения, свойственен аркозовый состав песчаников, для юго-восточной и центральной частей (2020Р, 2000П, 2012Р, 2013Р) – как грауваковый, так и аркозовый. При этом следует иметь в виду, что поля разных групп песчаников на классификационной диаграмме не совсем согласуются с соответствующими полями на подобной диаграмме петрографической классификации [7]. Это закономерно, так как при использовании данных химического состава большую роль играет цементирующее вещество и другие (аутигенные и аллотигенные) компоненты породы, которые в петрографических классификациях не учитываются. В нашем случае за счет глинистых минералов существенно увеличивается содержание Al_2O_3 на количество Na_2O , вероятно,

влияют цеолиты. Поэтому изученные породы по химическому составу преимущественно попадают в поле граувакк.

На классификационной диаграмме Ф. Дж. Петтиджона в координатах $\log(SiO_2/Al_2O_3) - \log(Na_2O/K_2O)$ фигуративные точки составов песчаников образуют поля, занимающие несколько классификационных ячеек, отвечающие грауваккам, лититам и в меньшей степени аркозам (рис. 1, б), что указывает на неполное созревание пород [8].

Важным показателем для оценки палеоклимата является индекс химического выветривания $CIA = 100 \times Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)$. Значения этого индекса в изучаемых отложениях в большинстве случаев составляют менее 70, что характерно для пород, в составе которых преобладает слабовыветрелый материал. Из этого следует, что климат на водосборах был достаточно близок к аридному. На существенную роль аридного климата и низкой зрелости песчаников указывает положение фигуративных точек функции процентного содержания SiO_2 к суммарному содержанию Al_2O_3 , K_2O и Na_2O (рис. 2, а).

Характер распределения таких элементов, как Th, Zr и Sc, позволяет предполагать, что при накоплении песчаников процессы переотложения не были определяющими [3]. Все точки проанализированных песчаников оказались сконцентрированными вдоль линии тренда, определяемой составом пород на палеоводосборах (рис. 2, б). Тренду же рециклинга, контролируемого высокими содержаниями в породах устойчивых к механическому истиранию зерен циркона, не соответствует ни один из образцов. Сравнительно высокие значения отношения Th/Sc в песчаниках указывают, что на палеоводосборах во время накопления отложений сортымской свиты преобладали породы кислого ряда.

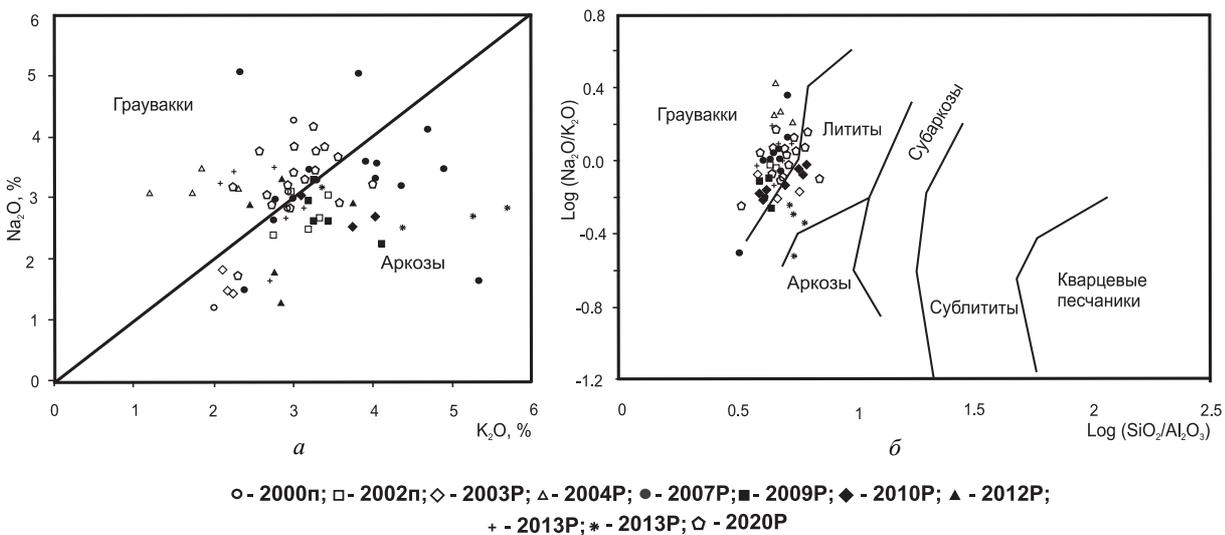


Рис. 1. Положение фигуративных точек составов песчаников сортымской свиты на диаграммах: а – Na_2O/K_2O ; б – $\log(SiO_2/Al_2O_3) - \log(Na_2O/K_2O)$

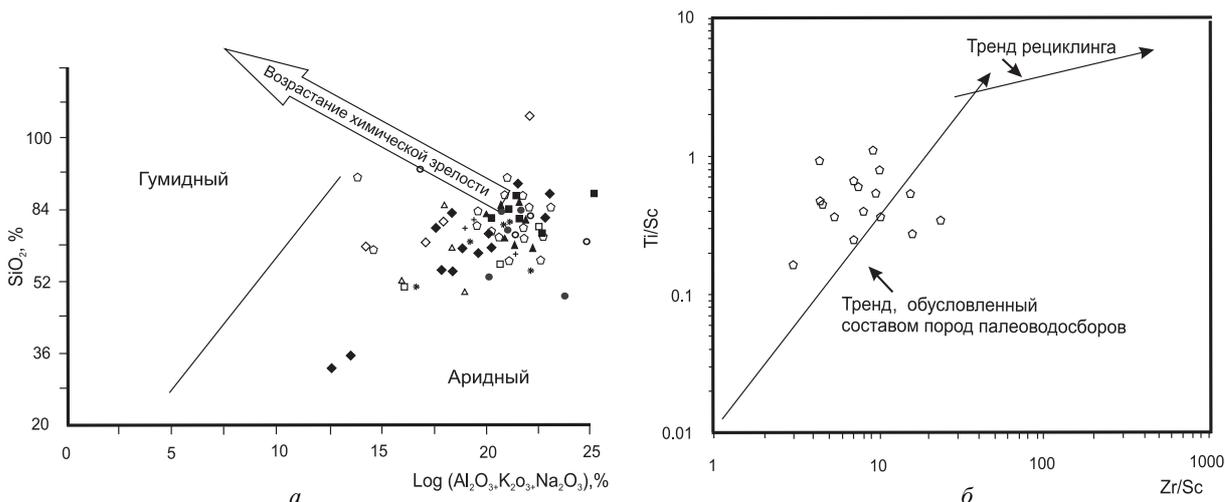


Рис. 2. Положение фигуративных точек составов песчаников сортымской свиты на диаграммах в координатах: а – $\text{SiO}_2 - (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$; б – $\text{Zr}/\text{Sc} - \text{Th}/\text{Sc}$. Условные обозначения см. рис. 1

Для характеристики состава материнских пород в области сноса использованы соотношения La/Sc , Sc/Th , Cr/Th , Co/Th , которые заметно различаются в разных типах пород [9]. Цифры (см. табл. 1, 2) свидетельствуют о том, что наибольшее сходство изучаемые отложения имеют с песчаниками, состоящими из обломков кислых пород. Такой же вывод следует из отношения Ti/Zr . Согласно [10] среднее отношение Ti/Zr для базальтов приближается к 70, для андезитов – 30, а для кислых вулканитов оно меньше (10–15). Так, в песчаниках сортымской свиты это отношение колеблется в среднем ~ 10 , что может свидетельствовать о наличии кислых пород в составе обломков.

В то же время отношение Ti/Zr может быть использовано для оценки дальности переноса терригенного материала [10]. Данный параметр отражает лучшую сохранность цирконов по сравнению с Ti -содержащими минералами при длительной транспортировке или многократном переотложении кластики. Породы, образованные недалеко от источников сноса, имеют более высокие значения указанного отношения, нежели породы, в составе которых присутствует материал разрушения того же источника сноса, но перемещенный на большее расстояние. В исследованных образцах отношение Ti/Zr варьирует от ~ 7 до ~ 14 , следовательно, рассматриваемые породы, по всей видимости, образованы недалеко от источников сноса или переработка обломочного материала при транспортировке его в конечный бассейн стока была небольшой.

С целью реконструкции солёности палеобассейна применялось отношение Sr/Ba [10], полученные данные во всех случаях меньше 1 и меняются от 0,47 до 0,90. Повышенные значения этого отношения характерны в целом для отложений западной части месторождения (скв. 2004Р, 2012Р, 2013Р), пониженные – северной и центральной

(скв. 2007Р, 2020Р). Отсюда можно полагать, что прилегающая к области сноса прибрежная часть была опреснена, а увеличение солёности происходило с востока на запад.

Считается [11], что процессы постседиментационного преобразования не оказывают существенного влияния на распределение редкоземельных элементов (REE). Поэтому с целью уточнения состава материнских пород и соответственно источников сноса для пород сортымской свиты проводилось изучение REE по керну скважины 2020Р.

Общее содержание REE (табл. 4) в проанализированных пробах варьирует от 41,93 до 161,0 г/т, что в целом типично для тонкозернистых терригенных пород [9]. Главными носителями REE, по-видимому, являются глинистые минералы и, возможно, слюды. Такую вероятность предполагает наиболее высокая концентрация REE (161,0 г/т) в образце с высоким содержанием глинистой составляющей. Отношение La_N/Sm_N варьирует от 4,3 до 4,8, в то время как соотношение тяжелых элементов (Gd_N/Yb_N) = 1,4–1,9. В целом соотношение легких и тяжелых элементов 11,9–14,5. Такое распределение ПЗЭ ($\text{La}_N/\text{Yb}_N > 8$ и $\text{Gd}_N/\text{Yb}_N > 1,5$) указывает на преобладании в областях питания кислых магматических образований [10]. Незначительное изменение отношения La_N/Yb_N свидетельствует о стабильности условий осадконакопления. Нормирование на хондрит REE в пробах характеризуется слабовыраженной европиевой аномалией ($\text{Eu}/\text{Eu}^*_{\text{медиан}} = 0,91$), что предполагает преобладание в областях размытия докембрийских кристаллических пород или пород, сформированных за счет ювенильного материала, не претерпевшего существенного преобразования в континентальной коре [10]. Среднее значение отношения Ce/Ce^* ($\text{Ce}/\text{Ce}^* = \text{Ce}_N/(\text{La}_N + \text{Pr}_N/2)$) = 0,98, что соответствует окраинноконтинентальным обстановкам осадконакопления.



В литературе для отложений морского генезиса часто используют нормирование по Sm в связи с тем, что морская вода является непосредственным источником REE в осадках и осадочных породах [11]. В нашем случае отмечается близость геохимического отношения песчаников сортымской свиты La/Sm (6,9–8,6), Ce/Sm (14,0–16,9), Yb/Sm (0,34–0,4), Y/Sm (3,06–3,29) с шельфовыми водами в прибрежной части бассейна (от 0 до 350 м).

Таким образом, на основе проведенного анализа геохимических данных можно сделать следующие выводы: проанализированные пробы песчаников и алевролитов сортымской свиты относятся к сиаллитам и гидролизатам, что предполагает относительно небольшую в целом преобразованность алюмосиликокластики процессами химического выветривания. На существенно аркозовый и граувакковый состав песчаников указывают классификационные диаграммы Ф. Дж. Петтиджона с соавторами, причем степень зрелости алюмосиликокластики, поступавшей в бассейн на протяжении формирования пласта БУ₁₈, была умеренной, о чем свидетельствуют индексы химического выветривания.

Таблица 4

Содержание REE, г/г, и геохимические коэффициенты в отложениях сортымской свиты нижнего мела

Элемент	Номер пробы			
	П2020-1	П2020-2	П2020-3	П2020-5
La	16,36	9,50	35,29	15,73
Ce	32,27	18,33	71,74	30,34
Pr	3,36	2,00	7,81	3,21
Nd	11,61	7,15	28,53	11,24
Sm	1,91	1,31	5,05	2,02
Eu	0,50	0,41	1,13	0,53
Gd	1,37	0,93	3,56	1,40
Tb	0,20	0,14	0,52	0,22
Dy	1,20	0,86	3,11	1,27
Ho	0,24	0,17	0,60	0,25
Er	0,72	0,49	1,70	0,73
Tm	0,10	0,07	0,24	0,10
Yb	0,64	0,52	1,52	0,66
Lu	0,09	0,07	0,21	0,09
ΣREE	70,56	41,93	161,00	67,78
LREE/HREE	14,46	11,91	13,06	13,39
ΣCe/ΣY	6,09	5,22	5,56	5,69
(La/Yb) _N	17,12	12,36	15,72	16,17
(Gd/Yb) _N	1,72	1,44	1,90	1,72
Ce/Ce*	0,99	0,96	0,99	0,97
Eu/Eu*	0,90	1,07	0,77	0,92

Примечание. Индекс N означает, что используются нормированные по хондритам величины.

В качестве источников сноса обломочного материала выступали кислые магматические образования кислого состава, расположенные к северу, северо-востоку от изучаемой территории. Осадконакопление происходило недалеко от источников сноса. Тем самым переработка обломочного материала при транспортировке его в приемный водоем была небольшой. Опреснение и увеличение солености происходили с востока на запад. В целом транзит терригенного материала в сортымский палеобассейн осуществлялся по двум макронаправлениям: с северо-востока из Енисей-Хатангского регионального прогиба и с востока с Сибирской платформы, что не противоречит общим представлениям о закономерностях осадконакопления в валанжин-берриасское время [12, 13]. Вероятно, часть осадков временами поступала также с Мессояхского пояса, который в валанжинское время возвышался над поверхностью Западно-Сибирского палеобассейна и активно разрушался.

Библиографический список

1. Решения 5-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины, принятые МРСС-90 14–18 мая 1990 г. и утвержденным МСК СССР 30 января 1991 г. Тюмень : ЗапСибНИГНИ, 1991. 54 с.
2. Интерпретация геохимических данных / под ред. Е. В. Склярова. М. : Интермет Инжиниринг, 2001. 288 с.
3. Алексеев В. П., Федоров Ю. Н., Маслов А. В., Русский В. И., Печеркин М. Ф., Пудовкина М. А. Состав и генезис отложений тюменской свиты Шаимского нефтегазодносного района (Западная Сибирь). Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2007. 209 с.
4. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Минеральные индикаторы литогенеза. Сыктывкар : Геопринт, 2008. 564 с.
5. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Геохимические индикаторы литогенеза (литологическая геохимия). Сыктывкар : Геопринт, 2011. 742 с.
6. Петтиджон Ф. Дж., Поттер П., Сивер Р. Пески и песчаники : пер. с англ. М. : Мир, 1976. 534 с.
7. Тутов Ю. В. Литолого-фациальная характеристика нижнемеловых отложений Большехетской впадины (по данным изучения пласта БУ18 Пяяхинского газоконденсатного месторождения) // Приоритетные и инновационные направления литологических исследований : материалы 9-го Уральского литологического совещания. Екатеринбург : ИГТ УрО РАН, 2012. С. 175–176.
8. Шванов В. Н. Петрография песчаных пород. Л. : Недра, 1987. 270 с.
9. Мизенс Г. А. Редкие элементы и особенности источников обломочного материала осадочных формаций девона и карбона в восточных зонах юга Урала // Геохимия. 2009. № 12. С. 1259–1278.
10. Маслов А. В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных : учеб. пособие. Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2005. 289 с.



11. Балашов Ю. А. Геохимия редкоземельных элементов. М. : Наука, 1976. 268 с.
12. Конторович А. Э., Еришов С. В., Казаненков В. А., Карагодин Ю. Н., Конторович В. А., Лебедева Н. К., Никитенко Б. Л., Попова Н. И., Шурыгин Б. Н. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в меловом периоде // Геология и геофизика. 2014. № 5–6. С. 745–776.
13. Найденов Л. Ф., Агалаков С. Е., Бакуев О. В. О геологическом строении и перспективах нефтегазоносности неокотских отложений Большехетской впадины и Мессояхского пояса мегавала // Нефтяное хозяйство. 2010. № 12. С. 83–85.

Образец для цитирования:

Титов Ю. В., Астаркин С. В., Гончаренко О. П., Колпаков В. В., Гудушкина О. В. Литогеохимическая характеристика терригенных пород сортымской свиты Пякяхинского месторождения (север Западной Сибири) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 1. С. 54–61. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-54-61.

Cite this article as:

Titov Y. V., Astarkin S. V., Goncharenko O. P., Kolpakov V. V., Guduchkina O. V. Lithochemical Properties of Terrigenous Rocks of Sortymsky Suite of Pyakyakhinskoye Field (North of Western Siberia). *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2018, vol. 18, iss. 1, pp. 54–61 (in Russian). DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-54-61.



УДК 631.41 : 614.76

СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ ГОРОДСКОГО ПАРКА ГОРОДА ВОЛЬСКА

**А. С. Шешнёв, В. Н. Ерёмин, Е. В. Прокофьева,
М. В. Решетников**

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

Ерёмин Виталий Николаевич, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий кафедрой общей геологии и полезных ископаемых, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, ereminvit@gmail.com

Прокофьева Екатерина Владимировна, аспирант кафедры общей геологии и полезных ископаемых, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, keti__@mail.ru

Решетников Михаил Владимирович, кандидат географических наук, заведующий лабораторией геоэкологии, доцент кафедры петрологии и прикладной геологии, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, rnv85@list.ru

Исследован почвенный покров на территории рекреационной зоны «Городской парк», расположенной в центральной части города Вольска Саратовской области. По результатам анализа концентраций подвижных форм тяжелых металлов выполнена оценка современного санитарно-гигиенического и эколого-геохимического состояния почв. Установлено превышение предельно допустимых концентраций по никелю, меди и цинку.

Ключевые слова: почва, загрязнение, тяжелые металлы, Вольск.

The Content of Mobile Forms of Heavy Metals in a Soil Cover of the City Park of Volsk Town

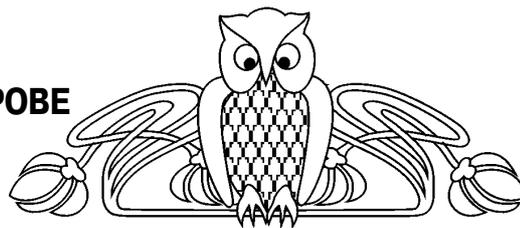
**A. S. Sheshnev, V. N. Eremin, E. V. Prokofeva,
M. V. Reshetnikov**

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

Vitaliy N. Eremin, ORCID 0000-0001-5784-6777, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, ereminvit@gmail.com

Ekaterina V. Prokofieva, ORCID 0000-0003-4927-3280, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, keti__@mail.ru

Mikhail V. Reshetnikov, ORCID 0000-0001-8298-029X, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, rnv85@list.ru



The soil cover in the territory of the recreational zone «City Park» located in the central part of the Volsk town of the Saratov region is investigated. The assessment of a current sanitary and hygienic and ecological and geochemical state of soils is executed by results of the analysis of concentration of mobile forms of heavy metals. Excess of threshold limit values on nickel, copper and zinc is established.

Key words: soil, pollution, heavy metals, Volsk.

DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-62-69

Введение

Город Вольск расположен в северной части Правобережья Саратовской области. Городской парк Вольска находится в центральной части города и ограничен на западе ул. Максима Горького, на севере территорией Вольского филиала Военной академии материально-технического обеспечения (ВФ ВАМТО), на востоке и юге ул. Красногвардейской с индивидуальной малоэтажной жилой застройкой (рис. 1).

На рубеже XVIII–XIX вв. за городской чертой Вольска купец А. П. Сапожников обустраивает собственную усадьбу, состоящую из двухэтажного кирпичного особняка и фруктового сада площадью около 6 га. В оранжерее произрастали деревья и кустарники, которые летом выставлялись в саду. В середине XIX в. усадьба переходит в собственность города, и с тех пор сад выполняет функции общедоступной рекреационной зоны.

В 2000 г. проведена реконструкция городского парка с детскими аттракционами на площади 7,8 га. В настоящее время официальное наименование городского парка – «Городской культурный центр». Он является структурным подразделением муниципального учреждения культуры «Централизованная клубная система» Вольского муниципального района. Отметим основные сведения из правового статуса территории.

В 1982 г. городской парк отнесен к числу государственных памятников природы местного значения. В качестве его характеристики приводятся данные о наличии 22 различных пород деревьев, в том числе можжевельника и дубов в возрасте 200 лет [1].

В 1991 г. был выделен памятник природы ботанической категории площадью 5 га с названием «Городской сад» [2]. Приведена следующая характеристика объекта: «Один из первых общественных садов прошлого – бывшее имение купца

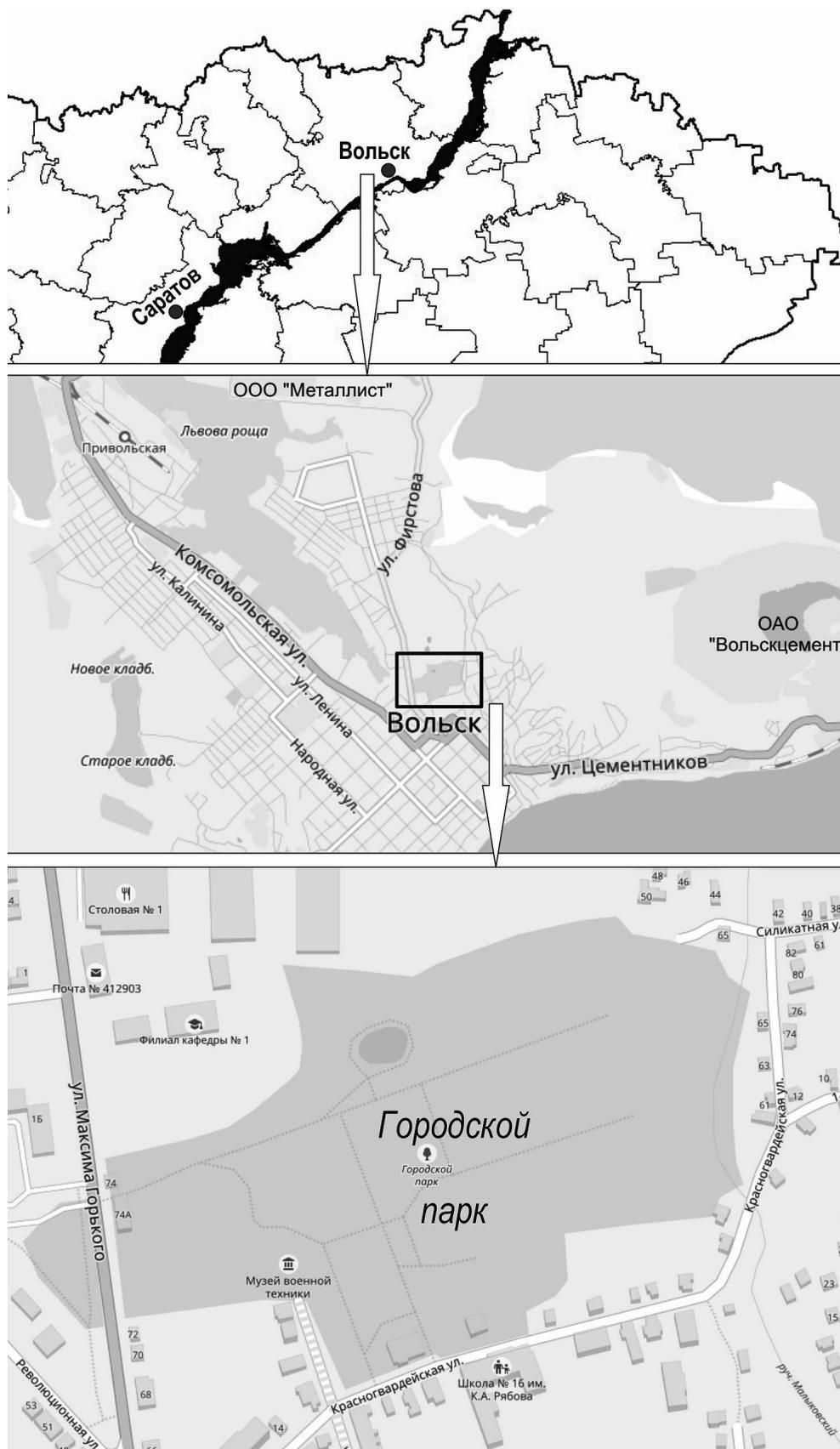


Рис. 1. Схема расположения территории Городского парка г. Вольска



Сапожникова. Единственный эталон усадебного комплекса в городе. Сохранился купеческий дом в стиле русского классицизма, отнесенный к памятникам истории и культуры. Парковая часть с р. Малыковкой дополняет усадебный комплекс и требует восстановления» [2, с. 13].

В постановлении Губернатора Саратовской области от 1997 г. городской парк в качестве памятника природы не упоминается [3]. Отсутствует объект и в перечне особо охраняемых природных территорий Саратовской области 2007 г. [4]. Таким образом, городской парк в качестве памятника природы местного значения существовал в течение 15 лет – в период 1982–1997 гг.

На современной схеме границ функциональных зон генерального плана муниципального образования «город Вольск Саратовской области» изучаемая территория относится к рекреационной зоне парков [5]. Площадь парка около 0,108 км². В конце 2016 г. разработан проект, а в апреле 2017 г. началась масштабная реконструкция городского парка.

В пределах парка расположены стадион, теннисный корт, парк аттракционов, музей военной техники и административно-хозяйственные постройки. Условно территорию можно разделить на две примерно равные части: западную, где расположены инфраструктурные объекты, и восточную, занятую древесно-кустарниковой растительностью. При этом древесно-кустарниковая растительность покрывает и западную часть парка, кроме стадиона, но имеет более разреженный характер из-за наличия построек и аттракционов. Древесный покров представлен достаточно давними насаждениями преимущественно клена и вяза.

Характеристика природных условий. Верхняя часть геологического разреза района городского парка сложена верхнемеловыми отложениями – трещиноватыми, кавернозными зеленоватыми и серовато-белыми мергелями и трещиноватым желтовато-серым и белым песчистым мелом. Верхнемеловые отложения перекрыты чехлом четвертичных образований. Элювиально-делювиальные отложения, представленные суглинками, распространены на большей части парка. Аллювиальные супеси и суглинки распространены на прирусловых участках; там же развиты техногенно-аллювиальные (аналог природных озерно-аллювиальных) образования, сформированные в период зарегулирования русел водотоков плотинами. На отдельных участках при планировке рельефа образованы маломощные антропогенные грунты.

В геоморфологическом отношении территория расположена на северо-западе «Вольского амфитеатра» – крупной котловины восточного макросклона Приволжской возвышенности, ограниченной водораздельными поверхностями и высотами и открывающейся в сторону Волги. Городской парк расположен в пределах водосбор-

ной площади р. Верхняя Малыковка, впадающей в Волгу в городской черте. Гидрографическая сеть представлена прудом, который расположен в северной части парка, и водотоками природно-техногенного характера.

Общий уклон рельефа с запада на восток, к долине р. Верхняя Малыковка, и составляет 3,5%, что соответствует крутизне склона около 2°. Гипсометрические отметки территории изменяются от 52 м у северо-западной границы парка до 36 м у его юго-восточного окончания.

Временный водоток выходит из коллектора, перпендикулярного ул. М. Горького, у западных границ парка, следует на юг, а далее на восток, огибая стадион, уходит в подземный коллектор на участке музея военной техники, а затем продолжается до юго-восточной части парка. В нижней части водоток подтапливает и заболачивает территорию, что подчеркивается влаголюбивой растительностью. Для ликвидации заболачивания в юго-восточной части парка следует провести обустройство временного водотока.

Постоянный водоток выходит на севере изучаемой территории из коллектора с территории ВФ ВАМТО и направляется на юго-восток и юг, следуя параллельно границам парка. За пределами юго-восточного окончания парка водоток впадает в основное русло малой р. Верхняя Малыковка, воды которой загрязнены по ряду компонентов [6]. Через водоток перекинута два мостика.

Вольск расположен в южной части лесостепной зоны Приволжской возвышенности. Лесостепной облик территории связан с повышенным гипсометрическим положением и почвами грубого механического состава, благоприятствующими произрастанию лесов. Согласно ландшафтному районированию Саратовского Правобережья [7] исследуемая территория относится к следующим таксономическим ландшафтными единицам: ландшафтная провинция – Приволжская возвышенно-равнинная лесостепная, подзона – южная лесостепь, район – Волго-Терешкинский, ландшафт – Терсинско-Новояблонский.

Современная ландшафтная структура горпарка во многом унаследована с начала XIX в. Сады с измененным видовым составом сохранились до настоящего времени.

Для территории г. Вольска характерны различные модификации черноземных почв. Наибольшее распространение имеют черноземы обыкновенные карбонатные глинистого и тяжелосуглинистого механического состава [8]. Кроме почв естественного сложения, развитых на большей части территории парка, имеются отдельные участки антропогенно-модифицированных почв. Повышенное уплотнение почв характерно для участков околотропинной сети. Вдоль северо-западной и северной границ парка почвы нередко замусорены. У восточных границ естественное сложение почв нарушено многочисленными следами проезда автотехники.



Методы исследований. Эколого-геохимические исследования почвенного покрова на территории Вольска проведены в работах М. В. Кудина [9] и М. В. Решетникова с соавторами [10].

На территории городского парка согласно ГОСТ 17.4.4.02-84 [11] выполнено геоэкологичес-

кое опробование почв с глубин 0–20 см. Заложено 20 площадок размером 5×5 м по равномерной сетке для выявления общей структуры геохимического поля почвенного покрова (рис. 2). Следует обратить внимание, что опробование выполнено нами в сентябре 2016 г., непосредственно перед началом работ по реконструкции парка.

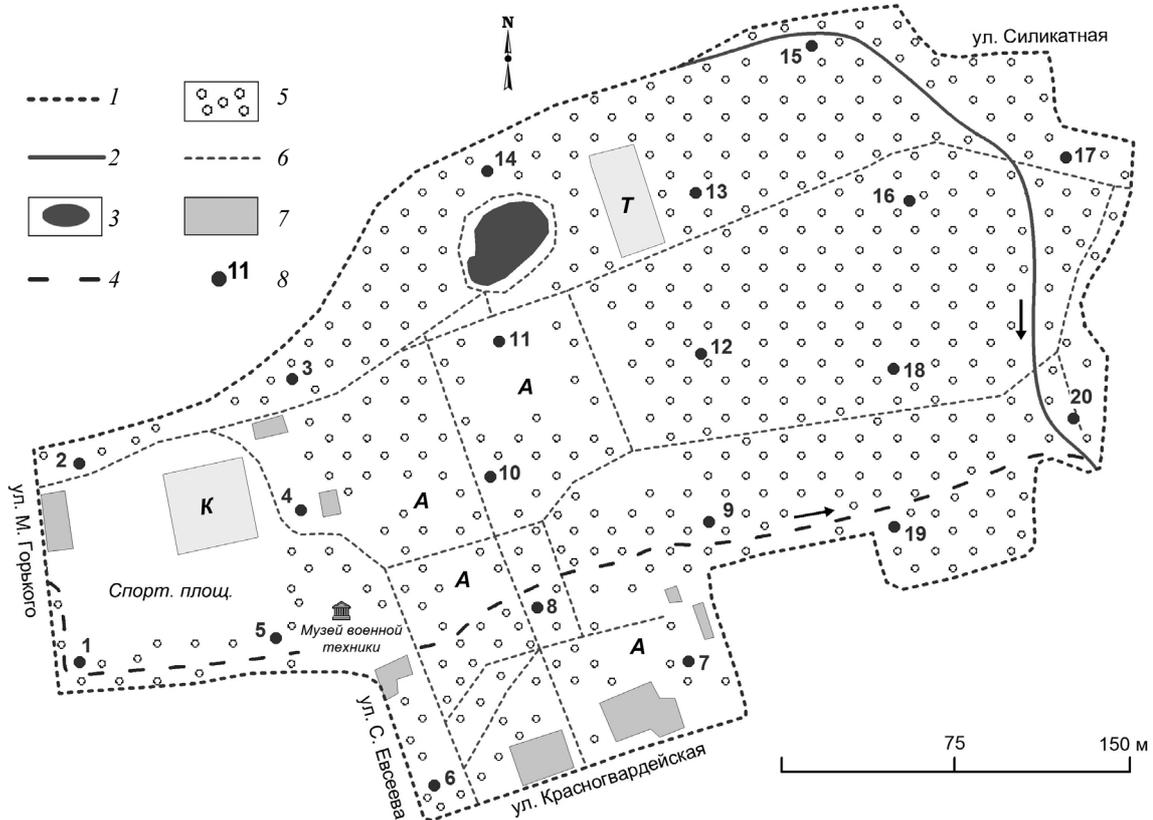


Рис. 2. Схема расположения площадок опробования почв на территории городского парка г. Вольска: 1 – границы парка; 2 – постоянный водоток; 3 – пруд; 4 – временный водоток; 5 – древесно-кустарниковая растительность; 6 – тропиновая сеть; 7 – здания; 8 – площадки опробования почв; А – аттракционы; К – теннисный корт; Т – танцевальная площадка

Методом атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенной атомизацией на спектрофотометре «Квант-2АТ» исследованы концентрации подвижных форм тяжелых металлов в почве, относящиеся к элементам I класса опасности: кадмия (Cd), свинца (Pb), цинка (Zn); II класса опасности: меди (Cu), никеля (Ni), хрома (Cr). Подвижные формы извлекались из почвы ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8. Определение содержания подвижных форм позволяет оценить опасность тяжелых металлов в трофических цепочках растения–животные–человек.

Поэлементная оценка степени химического загрязнения почвы по содержанию подвижных форм тяжелых металлов выполнена согласно СанПиН 2.1.7.1287-03 [12]. Данными требованиями к почвам для неорганических веществ I (Cd, Pb, Zn) и II (Cr, Cu, Ni) классов опасности выделяются следующие категории загрязне-

ния: допустимая – содержание вещества менее предельно допустимой концентрации (ПДК), опасная – от ПДК до K_{max} , чрезвычайно опасная – выше K_{max} . ПДК приняты в соответствии с действующими нормативами [13]. K_{max} – максимальное значение допустимого уровня содержания элемента по одному из четырех показателей вредности, установленных в МУ 2.1.7.730-99 [14].

Результаты и их обсуждение

В результате лабораторных работ определены концентрации подвижных форм тяжелых металлов (табл. 1).

Кадмий. Содержание кадмия находится в пределах нормативов, предлагаемых в литературных источниках: 0,5...1 мг/кг [15–18]. Только по площадке опробования № 13 при наиболее



Таблица 1

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвах на территории горпарка г. Вольска, мг/кг

Номер образца	Cd	Cr	Pb	Cu	Ni	Zn
1	0,27	1,91	4,24	13,09	6,36	69,14
2	0,13	1,12	4,32	5,75	2,32	56,17
3	0,41	1,26	1,89	3,73	11,18	420,54
4	0,33	2,06	3,03	10,28	11,17	60,01
5	0,21	1,71	1,78	8,57	12,32	30,02
6	0,48	1,97	4,58	10,71	11,56	80,32
7	0,37	1,11	3,95	9,18	6,49	59,30
8	0,23	1,92	1,50	7,08	11,09	28,74
9	0,34	0,68	2,15	4,91	17,56	50,04
10	0,29	0,88	2,79	5,85	15,36	63,79
11	0,43	1,76	2,78	6,13	12,69	92,35
12	0,25	1,42	1,79	7,64	13,05	54,50
13	0,55	2,04	2,83	11,99	9,42	114,54
14	0,13	0,75	0,72	3,45	5,56	21,42
15	0,30	1,41	1,87	8,25	14,78	32,97
16	0,35	1,79	2,13	18,90	16,68	363,13
17	0,40	1,53	2,08	6,74	24,83	33,91
18	0,36	1,94	2,13	10,69	16,57	53,44
19	0,37	1,84	2,50	9,01	21,79	51,54
20	0,32	1,67	1,90	9,26	12,36	47,19
ПДК	0,5–1*	6	6	3	4	23
Kmax	–	6	–	72	14	200

*Норматив ПДК для подвижных форм кадмия не установлен. Приводится по: [15–18].

жестком ПДК, равном 0,5 мг/кг, обнаруживается его незначительное превышение.

Хром и свинец. Концентрации хрома и свинца по всем площадкам опробования не превышают ПДК. Почвы относятся к допустимой категории загрязнения.

Медь. Концентрации изменяются в пределах 3,45–18,9 мг/кг. Все почвы на территории городского парка относятся к опасной категории загрязнения.

Никель. Выделяются три категории загрязнения: допустимая – локально вокруг площадки опробования № 2; опасная – площадная зона в западной и центральной частях парка и локально у площадки № 20; чрезвычайно опасная – площадная зона в восточной части. Наибольшее загрязнение характерно для восточной части парка с наименьшей антропогенной нагрузкой, покрытой древесной растительностью (рис. 3).

Цинк. Выделяются три категории загрязнения: допустимая – локально около площадки опробования № 14; опасная – обширная площадная зона на большей части парка; чрезвычайно опасная – локально в районе площадок № 3 и № 16 (рис. 4).

Для почв исследуемой территории элементарный геохимический ряд по концентрации подвижных форм тяжелых металлов имеет вид $Zn > Ni > Cu > Pb > Cr > Cd$.

Эколого-геохимические данные о концентрациях подвижных форм тяжелых металлов подвергнуты корреляционному анализу, результаты которого отражены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты корреляционного анализа

Химический элемент	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Cd	1	0,43	0,32	0,37	0,26	0,33
Cr		1	0,64	0,13	0,20	0,04
Cu			1	0,09	0,29	0,26
Ni				1	-0,36	0,03
Pb					1	-0,06
Zn						1

$n=20$ $p=0,01$ $r=0,53$

Анализ указывает на наличие значимой корреляционной связи лишь в системе Cr–Cu с коэффициентом 0,64.

Основным механизмом поступления тяжелых металлов в почвы парка выступает аэрогенная миграция от источников загрязнения – промышленных производств и в меньшей степени автотранспорта. К северу от территории исследований на расстоянии 2,5 км расположено предприятие

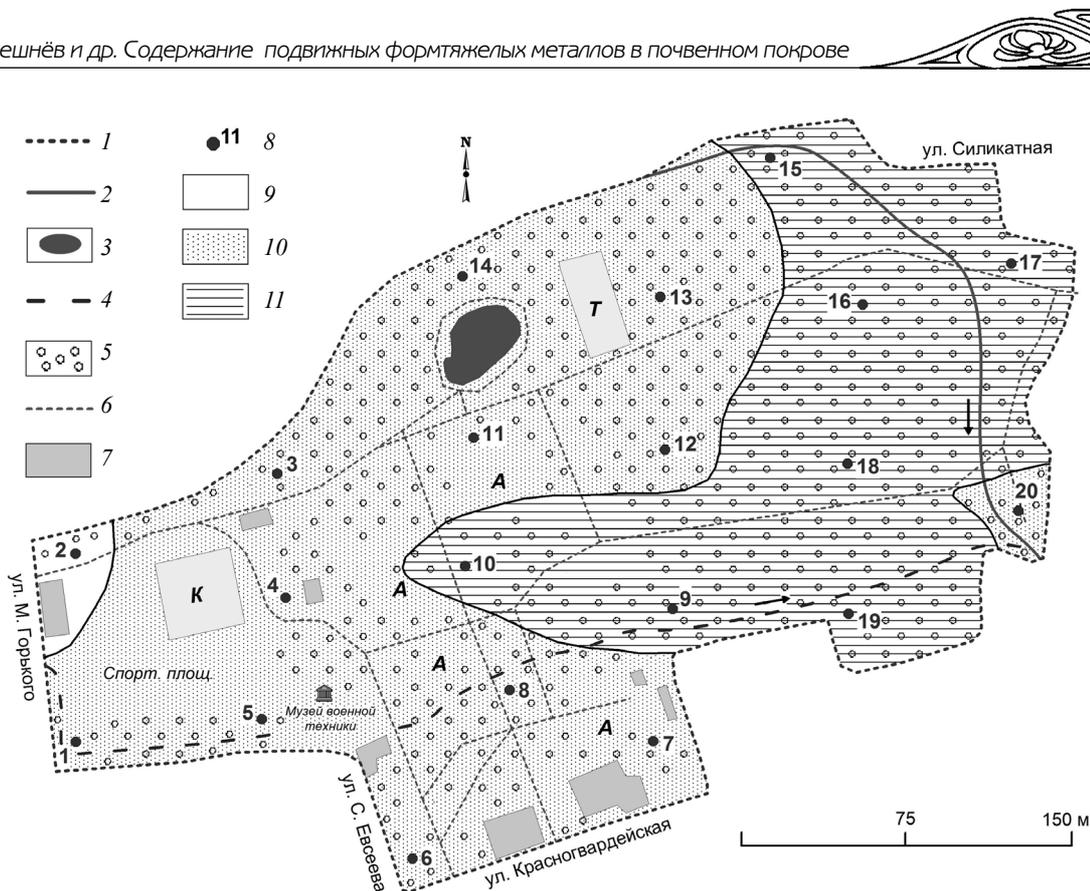


Рис. 3. Загрязнение почв никелем в подвижных формах на территории городского парка: А – аттракционы; К – теннисный корт; Т – танцевальная площадка; 1 – границы парка; 2 – постоянный водоток; 3 – пруд; 4 – временный водоток; 5 – древесно-кустарниковая растительность; 6 – тропинопная сеть; 7 – здания; 8 – площадки опробования почв; категории загрязнения: 9 – допустимая; 10 – опасная; 11 – чрезвычайно опасная

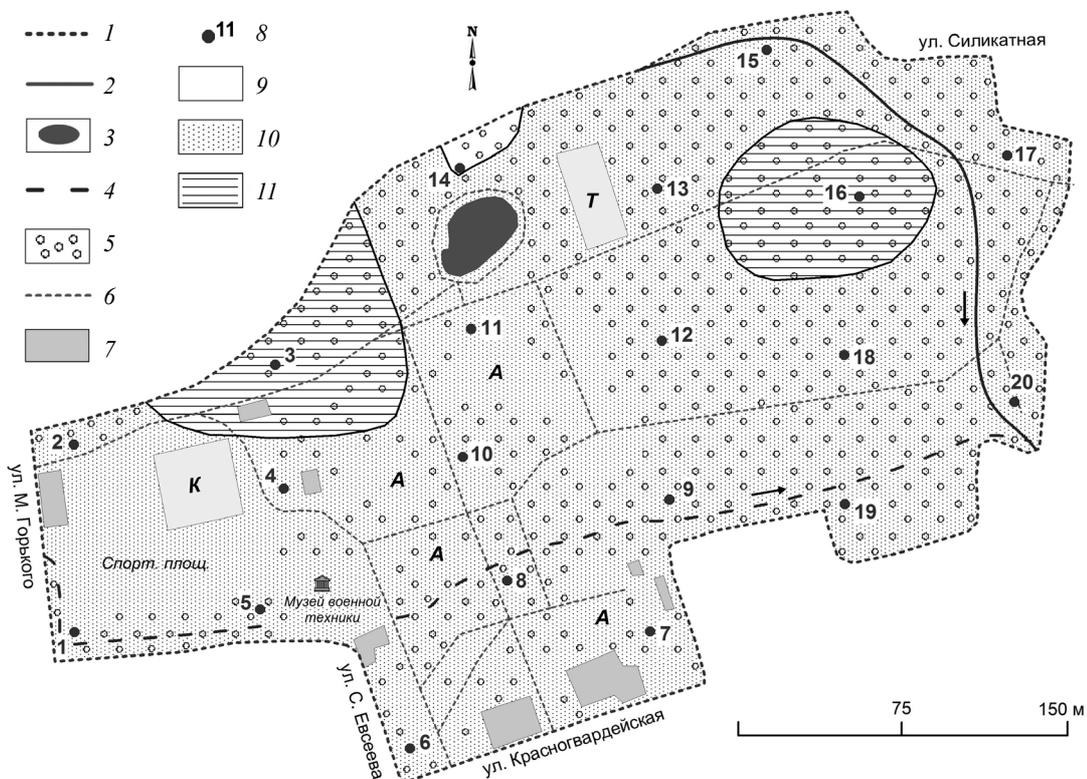


Рис. 4. Загрязнение почв цинком в подвижных формах на территории городского парка. Условные обозначения см. рис. 3



металлообработки ООО «Металлист», в 1,9 км к востоку – цементный завод ОАО «Вольскцемент» (см. рис. 1). Пылевые выбросы подобных производств служат источником поступления в окружающую среду, в том числе в почвы, значительных объемов свинца, цинка, кадмия, меди и других тяжелых металлов в высоких концентрациях [19–21].

Выводы

1. Городской парк как основная рекреационная зона г. Вольска достоин возобновления статуса регионального или местного памятника природы, учитывая ландшафтные и ботанические особенности его территории.

2. Для почв исследуемой территории по концентрации подвижных форм тяжелых металлов элементарный геохимический ряд имеет вид $Zn > Ni > Cu > Pb > Cr > Cd$.

3. По санитарно-эпидемиологическим показателям установлено превышение содержания подвижных форм тяжелых металлов в почвах над предельно допустимыми концентрациями для трех элементов – цинка, никеля и меди. По меди почвы на территории городского парка повсеместно относятся к опасной категории загрязнения, по никелю и цинку выделяются категории загрязнения от допустимой до чрезвычайно опасной. Источником деponирующего загрязнения почв могут являться многолетние выбросы веществ в атмосферу предприятия металлообработки ООО «Металлист» и цементного завода ОАО «Вольскцемент». Необходимо разработать комплекс мероприятий по санации почв в пределах зон опасного и чрезвычайно опасного загрязнения.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 17-77-10040).

Библиографический список

1. Об утверждении перечня государственных памятников природы местного значения : решение исполнительного комитета Саратовского областного Совета народных депутатов от 15.07.1982 № 342. Саратов, 1982. 13 с. URL: <http://oort.aari.ru/docРешение-исполнительного-комитета-Саратовского-областного-Совета-народных-депутатов-от-15071982-№> (дата обращения: 29.09.2017).
2. Об утверждении перечня государственных памятников природы местного значения : Решение исполнительного комитета Саратовского областного Совета народных депутатов от 27.12.1991 № 328. Саратов, 1991. 28 с. URL: <http://oort.aari.ru/docРешение-исполнительного-комитета-Саратовского-областного-Совета-народных-депутатов-от-27121991-№> (дата обращения: 29.09.2017).
3. Постановление Губернатора Саратовской области от 21.04.1997 г. № 321 «Об утверждении перечня Памятников природы регионального значения в Саратовской области» (в ред. Постановления Губернатора Саратовской области

от 21.10.2005 № 251, с изм., внесенными Постановлением Губернатора Саратовской области от 19.08.1997 № 665). Саратов, 1997. URL: http://oort.aari.ru/system/files/documents/...Saratovskoy-oblasti/N321_21-04-1997_0.pdf (дата обращения: 29.09.2017).

4. Особо охраняемые природные территории Саратовской области : национальный парк, природные микрозаповедники, памятники природы, дендрарий, ботанический сад, особо охраняемые геологические объекты / науч. ред. В. З. Макаров. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2007. 300 с.

5. Генеральный план МО город Вольск Саратовской области. Схема границ функциональных зон. Ростов н/Д : Южный градостроительный центр, 2010. URL: <http://minstroy.saratov.gov.ru/upload/iblock/684/Схема%20границ%20функциональных%20зон%2010000.jpg> (дата обращения: 26.10.2017).

6. Воронина М. К., Шешнёв А. С. Геоэкологическое состояние долины реки Верхней Малыковки // Недра Поволжья и Прикаспия. 2010. Вып. 62. С. 76–84.

7. Макаров В. З., Пичугина Н. В. Ландшафтное районирование Саратовского Правобережья // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2013. Т. 13, вып. 2. С. 13–16.

8. Почвенная карта Саратовской области // Эколого-ресурсный атлас Саратовской области. Саратов : Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов Саратовской области, 1996. 1 л.

9. Кудин М. В. Экогеохимическая характеристика региона с развитой цементной промышленностью // Саратов. науч.-мед. журн. 2011. Т. 7, № 1. С. 26–30.

10. Решетников М. В., Гейджер Д. Ф., Лазарева В. Ф., Шешнёв А. С. Эколого-геохимические исследования почв и оценка запыленности на территории г. Вольска (в зоне влияния ОАО «Вольскцемент») // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2011. Т. 11, вып. 1. С. 51–57.

11. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. М. : Изд-во стандартов, 1985. 12 с.

12. СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М. : Федер. центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. 19 с.

13. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. М. : Федер. центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. 15 с.

14. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест : метод. указания. М. : Федер. центр Госкомсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. 38 с.

15. Потапов А. Д., Сенющенко И. М. Геохимические исследования городских окражно-балочных территорий (на примере г. Брянск) // Геоэкология. 2010. № 3. С. 213–222.

16. Васильев А. А., Романова А. В. Железо и тяжелые металлы в аллювиальных почвах Среднего Предуралья. Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2014. 231 с.

17. Шигабаева Г. Н. Оценка содержания различных форм тяжелых металлов в почвах Тюменского заказника // Вестн. Тюм. гос. ун-та. Экология и природопользование. 2015. Т. 1, № 4. С. 115–122.



18. Байкалова Т. В., Байкалов П. С., Коротченко И. С. Содержание тяжелых металлов в почвенном покрове, листьях березы под воздействием промышленности г. Красноярска // Вестн. КрасГАУ. 2017. № 5. С. 123–130.

19. Заридзе М. Г. Эколого-геологическая оценка воздействия комплексов по добыче и переработке карбонатного сырья на природную окружающую среду (на примере Центральной России) : дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Воронеж, 2014. 194 с.

20. Казакова Н. А. Экологическая оценка состояния почвенно-растительного покрова в зоне техногенного загрязнения (на примере Ульяновского цементного завода) : дис. ... канд. биол. наук. Ульяновск, 2014. 145 с.

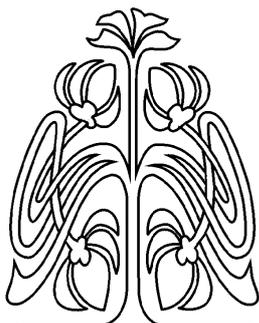
21. Федоров Ю. Н., Кудин М. В. Гигиеническая оценка атмосферы в экологически дестабилизированном районе цементной промышленности // Перм. мед. журн. 2010. Т. 27, № 6. С. 105–110.

Образец для цитирования:

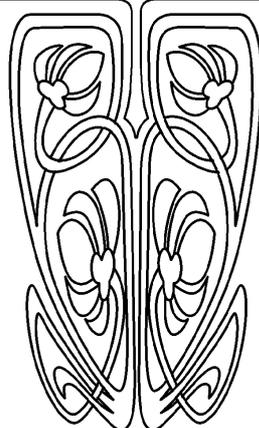
Шешнёв А. С., Ерёмин В. Н., Прокофьева Е. В., Решетников М. В. Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвенном покрове городского парка города Вольска // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 1. С. 62–69. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-62-69.

Cite this article as:

Sheshnev A. S., Eremin V. N., Prokofeva E. V., Reshetnikov M. V. The Content of Mobile Forms of Heavy Metals in a Soil Cover of the City Park of Volsk Town. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2018, vol. 18, iss. 1, pp. 62–69 (in Russian). DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-62-69.



ПОДПИСКА



Подписка на II полугодие 2018 года

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

Цена свободная.

Оформить подписку онлайн можно в Интернет-каталоге «Пресса по подписке» (www.akc.ru).

Адрес редакции:

410012, Саратов, Астраханская, 83

Тел.: +7(845-2) 51-45-49, 52-26-89

Факс: +7(845-2) 27-85-29

E-mail: izvestiya@sgu.ru

Адрес редколлегии серии:

410012, Саратов, Астраханская, 83,

СГУ имени Н. Г. Чернышевского,

Географический факультет

Тел.: +7(845-2) 21-07-95

Факс: +7(845-2) 51-54-49

E-mail: farik26@yandex.ru

Website: <http://geo.sgu.ru/>