



Решением Президиума ВАК Министерства образования и науки РФ журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых рекомендуется публикация основных результатов диссертационных исследований на соискание ученой степени доктора и кандидата наук

СОДЕРЖАНИЕ

Научный отдел

География

- Волков Ю. В.** Современные подходы и основные понятия территориальной охраны природы 3
- Волков Ю. В., Позднякова О. В.** Южный участок памятника природы «Змеёвы горы»: проблемы развития и функциональное зонирование 10
- Макаров В. З., Пичугина Н. В.** Сельскохозяйственное природопользование в полупустынном Саратовском Приузенье: история освоения и современная структура 17
- Макаров В. З., Хворостухин Д. П., Чумаченко А. Н.** Устойчивое развитие муниципальных районов: подходы к геоинформационной оценке 25
- Молочко А. В., Волков Ю. В.** Геоэкологический риск-анализ сети ООПТ (на примере Вольского муниципального района Саратовской области) 29
- Морозова С. В.** Характер циркуляции атмосферы в атлантико-евразийском секторе полушария как индикатор климатических изменений на Русской равнине (на примере зимы) 34
- Пряхина С. И., Гужова Е. И., Кузнецова С. А., Злобин Р. И.** Влияние глобального потепления на перезимовку озимых культур 37
- Лапина С. Н., Иванова Г. Ф.** Аномально холодная зима 2012 г. в Саратове как результат блокирующего антициклона на европейской территории России 40

Геология

- Ахлестина Е. Ф.** Литофации позднего мела Нижнего Поволжья 44
- Ахлестина Е. Ф., Московский Г. А.** Позднемеловые отложения Гремячинского месторождения калийных солей 50
- Букина Т. Ф., Яночкина З. А., Коробов А. Д.** Особенности глинистого вещества в позднетриасовых и юрских бассейнах Прикаспийского региона 53
- Губатенко В. П., Московский И. Г.** Аналитические решения трехмерных задач геоэлектрики 62
- Кухтинов П. Д., Кухтинов Д. А.** О региональном предпермском стратиграфическом несогласии в разрезах прибортовых зон Прикаспийской впадины 68
- Московский Г. А., Гончаренко О. П.** О роли процессов высаливания на заключительных стадиях галогенеза (на примере Гремячинского месторождения калийных солей) 74
- Навроцкий О. К., Тимофеев Г. И., Титаренко И. А., Писаренко Ю. А., Дибровá А. И., Глухова Е. В.** Газовые поля в зоне сочленения сложнопостроенных крупных геоструктурных блоков юго-восточной части Русской платформы (по региональному профилю Уварово-Свободный, Саратовская область) 77

Сведения об авторах

РЕДАКЦИОННАЯ
КОЛЛЕГИЯ

- Главный редактор**
Коссович Леонид Юрьевич
- Заместитель главного редактора**
Усанов Дмитрий Александрович
- Ответственный секретарь**
Клоков Василий Тихонович
- Члены редакционной коллегии**
Аврус Анатолий Ильич
Аксеновская Людмила Николаевна
Аникин Валерий Михайлович
Балаш Ольга Сергеевна
Бучко Ирина Юрьевна
Вениг Сергей Борисович
Волкова Елена Николаевна
Голуб Юрий Григорьевич
Дыльнов Геннадий Васильевич
Захаров Андрей Михайлович
Комкова Галина Николаевна
Лебедева Ирина Владимировна
Левин Юрий Иванович
Макаров Владимир Зиновьевич
Монахов Сергей Юрьевич
Орлов Михаил Олегович
Прозоров Валерий Владимирович
Федотова Ольга Васильевна
Федорова Антонина Гавриловна
Черевичко Татьяна Викторовна
Шатилова Алла Валерьевна
Шляхтин Геннадий Викторович

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
СЕРИИ

- Главный редактор**
Макаров Владимир Зиновьевич
- Заместитель главного редактора**
Коробов Александр Дмитриевич
- Ответственный секретарь**
Молочко Анна Вячеславовна
- Члены редакционной коллегии**
Гужиков Андрей Юрьевич
Гусев Виктор Александрович
Колотухин Анатолий Трофимович
Московский Георгий Александрович
Первушов Евгений Михайлович
Рихтер Яков Андреевич
Рыскин Михаил Ильич
Самонина Светлана Сергеевна
Скляров Юрий Андреевич
Чумаченко Алексей Николаевич

Зарегистрировано
в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций
Свидетельство о регистрации СМИ
ПИ № 77-7185 от 30 января 2001 года



ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ

Журнал принимает к публикации общетеоретические, методические, дискуссионные, критические статьи, результаты исследований по всем научным направлениям.

К статье прилагается сопроводительное письмо, внешняя рецензия и сведения об авторах: фамилии, имена и отчества (полностью), рабочий адрес, контактные телефоны, e-mail.

1. Рукописи объемом не более 1 печ. листа, не более 8 рисунков принимаются в редакцию в бумажном и электронном вариантах в 1 экз.:

а) бумажный вариант должен быть напечатан через один интервал шрифтом 14 пунктов. Рисунки выполняются на отдельных листах. Под рисунком указывается его номер, а внизу страницы – Ф.И.О. автора и название статьи. Подписанные подписи печатаются на отдельном листе и должны быть самодостаточными;

б) электронный вариант в формате Word представляется на дискете 3,5 или пересылается по электронной почте. Рисунки представляются в виде отдельных файлов в формате PCX, TIFF или GIF.

2. Требования к оформлению текста.

Последовательность предоставления материала: индекс УДК; название статьи, инициалы и фамилии авторов, аннотация и ключевые слова (на русском и на английском языках); текст статьи; библиографический список; таблицы; рисунки; подписи к рисункам.

В библиографическом списке нумерация источников должна соответствовать очередности ссылок на них в тексте.

Ведущий редактор
Бучко Ирина Юрьевна

Редактор
Малюткина Елена Анатольевна

Художник
Соколов Дмитрий Валерьевич

Верстка
Степанова Наталия Ивановна

Корректор
Крылова Елена Борисовна

Адрес редакции
410012, Саратов, Астраханская, 83
Издательство Саратовского университета

Тел.: (845-2) 52-26-89, 52-26-85

E-mail: izdat@sgu.ru

Подписано в печать 08.11.2012.
Формат 60x84 1/8.
Усл. печ. л. 10,23 (11).
Тираж 500 экз. Заказ 70.

Отпечатано в типографии
Издательства Саратовского университета

© Саратовский государственный
университет, 2012

CONTENTS

Scientific Part

Geography

- Volkov Yu. V.** Modern Methods of Approach and Main Conceptions of Territorial Nature Protection 3
- Volkov Yu. V., Pozdnyakova O. V.** The South Part of Nature Monument «Zmeevi Mountains»: Problems of Development and Functional Zoning 10
- Makarov V. Z., Pichugina N. V.** Agricultural Nature Management of Semi-desert Saratov Priuzenye: Development History and Modern Structure 17
- Makarov V.Z., Khvorostukhin D.P., Chumachenko A.N.** Sustainable Development of Municipal Districts: Approaches to Cartographical Assessment 25
- Molochko A. V., Volkov Yu. V.** Geoeological Risk-analysis of Protected Areas Network (with Volskiy Municipal District of Saratov Region as an Example) 29
- Morozova S. V.** The Atmosphere Circulation Character in Atlantic- Eurasia Sector of Hemisphere as an Indicator of Climatic Changes of Russian Plane (with Winter as an Example) 34
- Pryakhina S. I., Guzhova E. I., Kuznetsova S. A., Zlobin R. I.** The Impact of Global Warming on Wintering of the Winter Crops 37
- Lapina S. N., Ivanova G. F.** Abnormally Cold Winter of 2012 in Saratov as Result of a Blocking Anti-cyclone on European Territory of Russia 40

Geology

- Akhlestina E. F.** The Late Cretaceous Lithofacies of the Bottom Volga Region 44
- Akhlestina E. F., Moskovsky G. A.** The Late Cretaceous Deposits of Potassium Soils at the Gremyachinsk Field 50
- Bukina T. F., Yanochkina Z. A., Korobov A. D.** Features of the Clayey Matter from the Late Triassic and Jurassic Basins of the Pricaspian Region 53
- Gubatenko V. P., Moskovskiy I. G.** Analytical Solutions of Three-dimensional Geoelectric Problems 62
- Kukhtinov P. D., Kukhtinov D. A.** On the Regional Prepermian Unconformity in the Sections from the edge Zones of the Pricaspian Depression 68
- Moskovskij G. A., Goncharenko O. P.** On the Role of the Salting-out Processes at the Final Stages of Halogenesis (the Case of the Gremyachinskoye Potassium-Salt Field) 74
- Navrotckii O. K., Timofeev G. I., Titarenko I. A., Pisarenko Ju. A., Dibrová A. I., Glukhova E. V.** The Gas Poles in Conjunction Zones of the Large Geostructural Blocks of Complex Structure in the South-Eastern Part of the Russian Platform (within the Regional Uvarovo-Svobodniy Track, Saratov Region) 77

Information about the Authors 86



ГЕОГРАФИЯ

УДК 502.13

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

Ю. В. Волков

Саратовский государственный университет
E-mail: VolkovUV@info.sgu.ru

В статье рассматривается система современных подходов и сформировавшихся представлений о территориальной охране природы. Выявляются актуальные проблемы, существующие в научно-методическом и организационно-правовом аспектах территориальной охраны природы. Особое внимание отводится исследованию двух ключевых понятий: «система особо охраняемых природных территорий» и «природно-экологический каркас». Автором проводится анализ работ, посвященных данной тематике, определяются содержание, специфика и взаимосвязь указанных понятий.

Ключевые слова: территориальная охрана природы, особо охраняемые природные территории, система особо охраняемых природных территорий, природно-экологический каркас.

Modern Methods of Approach and Main Conceptions of Territorial Nature Protection

Yu. V. Volkov

The article represents complex of modern methods of approach and formed view about territorial nature protection. Topical problems that exist in scientific- methodical and organizational- legal aspects of territorial nature protection are explored. The particular attention is given to research of two key concepts: «Protected Areas complex» and «nature-ecological framework». Author explores works cover this subject area, identify content, specificity and interconnection of mentioned conceptions

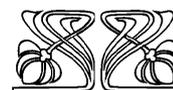
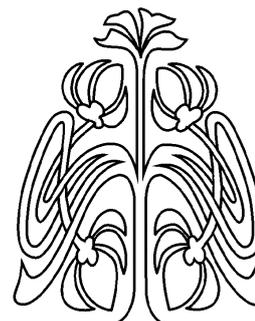
Key words: territorial nature protection, Protected Areas, Protected Areas complex, nature-ecological framework.

Предпосылки создания охраняемых (особо охраняемых) природных территорий возникли в разных странах во второй половине XIX века [1, 2]. Быстрое, неконтролируемое освоение обширных территорий на западе США привело к осознанию необходимости организации в 1872 году первого национального парка – Йеллоустонского – территории с особым статусом, где была запрещена любая хозяйственная деятельность [3–5]. В странах Европы в связи с бурной индустриализацией возникли общественные организации и государственные структуры, занятые выявлением и заповеданием наиболее живописных ландшафтов, территорий с уникальными природными объектами (горными породами, формами рельефа, флорой и фауной и т. д.), незатронутых хозяйственной деятельностью [6–8].

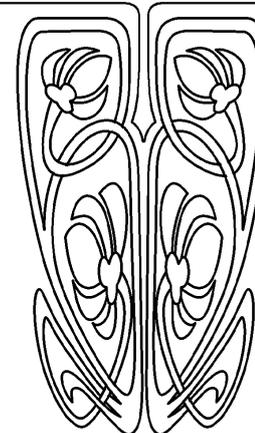
Идея поиска и сохранения «памятников природы» была сформулирована А. фон Гумбольдтом ещё в первой половине XIX века [9]. В России охраняемые территории с уникальными видами флоры и фауны, ценными лесами, минералами были выделены в качестве заповедников, заказников в конце XIX века, особенно активно данный процесс наблюдался в первые десятилетия советской власти [10–13].

Таким образом, идея особо охраняемых природных территорий (ООПТ) в современном понимании в разных странах мира существует более столетия и ныне реализована в форме различных категорий охраняемых территорий (т. е. территориальной охраны природы).

Вместе с этим по мере увеличения населения мира, нарастания антропогенного (техногенного) давления на природную среду все



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





более актуальной становится задача резервирования относительно слабо освоенных территорий, создания своеобразного фонда полуприродных экосистем на глобальном, региональном и локальном уровнях.

Решение данной задачи в полной мере невозможно в рамках сформировавшегося «классического» подхода к организации ООПТ, доминантной целью которого является «консервационно-эталонное» направление, сводящееся к поиску максимально сохранившихся территорий и установлению последующего строгого запрета на их использование. Однако в этом случае организация ООПТ затруднена в староосвоенных регионах, где отсутствует достаточное количество нетронутых хозяйственной деятельностью территорий. Указанная ситуация характерна для многих регионов Европейской России, что вызывает необходимость изменения подходов, корректировку целей, задач территориальной охраны природы.

Рассмотрим объект территориальной охраны природы, специфику современного понимания его свойств и характеристик.

Наряду с давно существующим и законодательно закрепленным понятием «особо охраняемые природные территории», введенным в оборот в 70-е годы XX века Н. Ф. Реймерсом и Ф. Р. Штильмарком [10, 14], появилось понятие «охраняемая природная территория» (ОПТ) – без слова «особо» [15]. Некоторыми исследователями не делается четких различий между этими двумя понятиями, они используются как синонимы либо одно замещает другое без соответствующих пояснений [16]. Существуют и другие подходы. Например, по Н. А. Соболеву, в ООПТ «... природопользование и управление состоянием природных объектов регламентируются специальными нормативными актами (а не на общих основаниях), установлен специальный режим природопользования, включающий полное или частичное, постоянное или временное ограничение природопользования...», а ОПТ представляют собой территории, где «...режим ограничений природопользования разработан не специально, а по шаблону, а границы в ряде случаев определяются по общим нормативам...» [15, с. 20]. Другими исследователями подчеркивается «консервационное направление», характерное, по их мнению, для ООПТ, имеющих установившийся юридический статус и классификацию, «где функции охраны находятся на первом месте, и поэтому в них поддерживается особо строгий режим» [17, с. 9].

В проекте концепции системы охраняемых природных территорий, предложенной Всемирным фондом дикой природы, ОПТ – это «природные территории/акватории, выделенные в целях охраны природы, для которых строго определены и четко регламентированы формы и способы использования природных ресурсов», а ООПТ – «ОПТ, подпадающие под юрисдикцию

Закона РФ “Об особо охраняемых природных территориях”» [18, с. 10].

В настоящее время разница между понятиями ООПТ и ОПТ отсутствует. Отметим, что различия между ОПТ и территориями с обычным режимом природопользования в организационно-правовом аспекте также не развиты, что мешает более широкому использованию первого понятия и внедрению его в природоохранную практику.

Появление более общего понятия – ОПТ, без подчеркивания «особого» режима охраны, связано с потребностью резервирования более или менее «природных» и «полуприродных» земель в хозяйственно освоенных регионах среди «культурных», а чаще «аккультурных» ландшафтов [19]. Ведь само понятие ООПТ возникло в период начальной рефлексии проблемы «экологически сбалансированного фонда земель», зарождения идей «пределов роста» цивилизации и необходимости устойчивого развития территории [20, 21].

Характерной особенностью первоначального становления территориальной охраны природы является скорее «объектное», «компонентное», нежели собственно «территориальное», «ландшафтное» землеохранение. Особо охраняемыми территориями – «памятниками природы» – объявлялись как крупные территории, так и отдельные объекты – элементы и компоненты природного и культурного ландшафта – геологические и гидрологические объекты, ботанические и фаунистические резерваты, ландшафтно-архитектурные и санаторно-оздоровительные объекты и пр. Данный объектно-точечный подход отличается несистемностью в организации ООПТ, как правило, с компонентно-биогеографическим уклоном, а не комплексным, ландшафтным. Многие российские ООПТ организованы по такому принципу, особенно ярко действие объектно-точечного подхода отразилось на организации заповедников [10, 19].

В настоящее время широкая объектно-разнокачественная трактовка ООПТ в нашей стране закреплена в Федеральном законе об ООПТ [23]. Законодательно закрепленная, широкая трактовка отражает определенную специфику отечественных ООПТ, которая на региональном уровне усиливается возможностью организации практически бесконечного многообразия категорий и форм ООПТ [23]. Таким образом, в настоящее время ООПТ представляют собой различного рода объекты (территории/акватории), которые можно с известной долей условности отнести по происхождению охраняемого объекта к двум крупным группам: природно-эталонные и природно-антропогенные (рис. 1).

Между тем необходимость более системного осмысления сути ООПТ, как упоминалось выше, обусловила появление понятия ОПТ как любой территории, требующей природоохранного статуса и понимаемой как альтернатива территории, активно включенной в хозяйственный оборот. Можно сказать, что ОПТ стала синонимом тер-

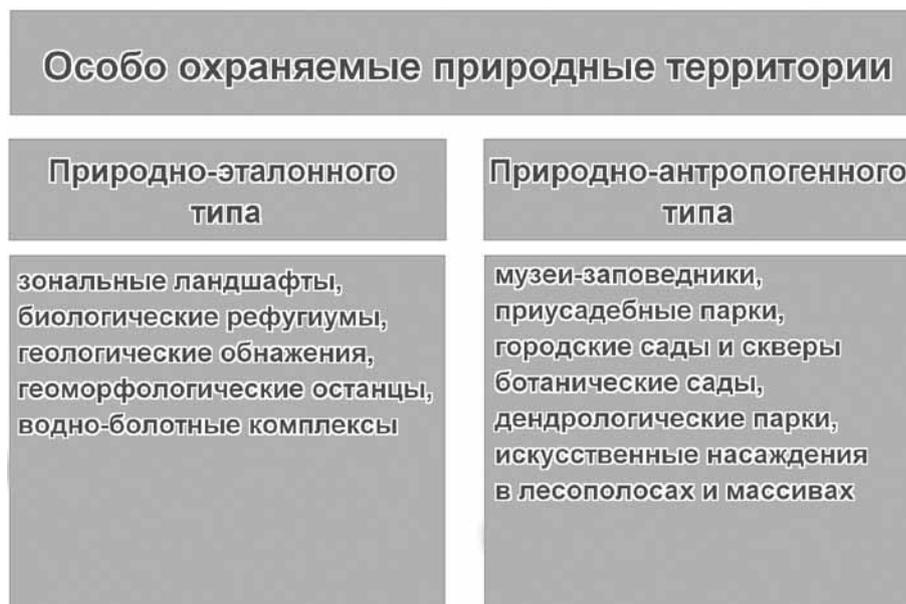


Рис. 1. Группы ООПТ по основным типам охраняемых объектов

ритории, выведенной из интенсивного хозяйственного использования и оберегаемой от этого в дальнейшем. По сути, это земли «экологического фонда» на разных уровнях землепользования: глобальном, региональном и локальном. Соответственно в отечественном природоохранении наметился переход от представлений о **сети** объектно-компонентных ООПТ к **системе** ОПТ. Появилось понятие «система ООПТ» и позже «система ОПТ», что собственно означает переход к этапу системно-ландшафтного понимания проблем образования и поддержания ООПТ всех территориальных рангов [16, 24–26].

Начиная с конца 70-х годов XX века разрабатывается концепция территориальной охраны природы, предполагающая создание систем ООПТ различного иерархического уровня [10]. По Н. Ф. Реймерсу, система ООПТ – определенное «сочетание природных (особо) охраняемых природных территорий (заповедников, заказников и др.) с эксплуатируемыми участками (полями, городами и т. п.), обеспечивающее поддержание экологического равновесия в пределах крупного региона» [27, с. 478]. В основных положениях данной концепции система ООПТ рассматривается как некий эволюционный этап становления сети. Система ООПТ должна содержать целый комплекс специфических структурно-функциональных свойств, нехарактерных для сети ООПТ. Главной предпосылкой развития данной концепции стала необходимость преодоления недостатков компонентного биогеографического подхода к организации ООПТ, господствующего в практике заповедного дела. Компонентный, биогеографический подход перестал удовлетворять возросшим требованиям к охране природы, в особенности в староосвоенных регионах. Перед системным ландшафтно-экологическим подхо-

дом стоят задачи по преодолению «островного» эффекта и вещественно-энергетического разрыва между объектами сети ООПТ [26]. Необходимо придание системности объектам сети ООПТ как части системы. В этом случае учет основных, базовых свойств природного ландшафта становится принципиальным. ООПТ как часть системы *должна обладать природной целостностью, достаточной площадью и автономностью и в то же время иметь соответствующие вещественно-энергетические связи с такими же по функциональному назначению территориями.*

Исключительно важными обстоятельствами, обозначенными некоторыми исследователями, следует считать пространственную взаимосвязь, территориальную непрерывность особо охраняемых природных объектов [26]. Практическая реализация данного положения вообще представляется непреодолимой, если учесть высокую степень освоенности некоторых регионов страны (особенно лесостепной и степной зон) [28].

Несмотря на то что формирование представлений о системе ООПТ началось более 30 лет назад, реализация на практике указанных выше положений по-прежнему затруднена, и прежде всего из-за своеобразия сложившихся традиций природопользования, степени хозяйственной освоенности территорий, устоявшихся природоохранительных практик [29].

В этой связи очевидна необходимость в сельскохозяйственных семиаридных регионах рассматривать ООПТ *как один из способов адаптации (оптимизации) природопользования, направленного в сторону сохранения и восстановления (реставрации, реабилитации) природных ландшафтов, их компонентов, с целью поддержания экологического равновесия на локальном, региональном или макрорегиональном уровнях.*



Подобный подход позволяет включать в традиционный набор природно-заповедного фонда не только эталонные (максимально сохранившиеся) участки природного ландшафта, но и хозяйственно преобразованные, обеспечивая тем самым его целостность и пространственную увязку, а также другие необходимые системные параметры. В то же время он позволяет использовать менее жесткий (запретительный) природоохранный режим.

Анализ литературы выявил все более растущий интерес к поиску оптимальных категорий и форм ООПТ, отвечающих современным природоохранным задачам [30].

Организация полноценной системы ООПТ базируется на *опорных (ключевых) узлах*, которыми являются эталонные природные комплексы, занимающие крупные таксономические единицы [31]. Степень развития сети ООПТ, её структурно-функциональную близость к системе ООПТ следует оценивать скорее по наличию подобных крупных узловых ООПТ.

Практически одновременно с возникновением понятия «система ООПТ» в отечественной научной и специальной литературе, прежде всего в сфере градостроительного проектирования, районной планировки, стало постоянно встречаться понятие «природный каркас» территории [32]. Истоки появления «каркасного» подхода связывают с идеей оптимальной организации городского пространства, возникшей еще в XVIII веке [25]. В зарубежной литературе данному понятию терминологически близка «экологическая сеть» (ecological nets или ecological network). Впрочем, экологическая сеть некоторыми исследователями также отождествляется и с системой ООПТ [33].

Наиболее часто используемыми словосочетаниями в отечественной литературе, обозначающими каркасный подход, являются: экологический каркас, природный каркас, ландшафтно-экологический каркас, природно-экологический каркас. Многими исследователями наиболее существенным свойством экологического каркаса считается его экосистемная и ландшафтная самодостаточность, а его главной функцией является поддержание экологического баланса территории [34].

Важным моментом, на котором следует остановиться, является анализ соотношения понятий «система ООПТ (ОПТ)» и «природно-экологический каркас». В районно-планировочной литературе система ОПТ состоит из ООПТ (природно-заповедные территории), а также других охраняемых территорий (зеленые зоны, рекреационные зоны, ресурсно-промысловые территории и др.), в целом это «природный каркас» района, а природно-заповедные территории – «природное ядро» такой единой системы [35]. Под «природным каркасом» в районной планировке В. В. Владимиров понимает «систему, обладающую наибольшей экологической устойчивостью (условиями лесовозобновления, разнообразием биогеоценозов, повышенной мозаичностью ландшафта, обеспе-

чением условий миграции животных и т. д.)» и выполняющую средозащитные, компенсирующие и санирующие функции [36]. При этом «ядром природного каркаса» он считает не просто отдельные ООПТ, а их систему, где площадь, занимаемая ей в освоенных районах, должна соответствовать площади природного каркаса в целом [36]. Обобщая представления на природный каркас, в районной планировке отметим, что выделение природного каркаса предлагается по формальным (т. е. обозначенным в законодательных актах, нормативных документах) признакам с назначенными функциями. Районно-планировочный подход представляет природный каркас территории – как часть территории, относительно слабо освоенной хозяйственной деятельностью, «природные ядра» территории, без анализа ландшафтной основы. Географы, напротив, отмечают, что базой природного каркаса территории является естественный остов ландшафтной структуры, выполняющий роль системы экологической компенсации, формируемой по принципу поддержания наиболее естественной структуры ландшафта [37].

Обобщим представления разных авторов о содержании и соотношении понятий «система ООПТ» и «природно-экологический каркас» (ПЭК) (таблица).

Таким образом, природно-экологический каркас и система ООПТ – понятия, отражающие основные направления и специфику современных подходов в территориальной охране природы (см. таблицу). Взаимосвязь данных понятий продемонстрируем в виде схемы (рис. 2).

Из схемы видно, что систему территориального природоохранения можно представить в виде двух подсистем, обеспечивающих экологическое равновесие (стабильность) какой-либо территории. Функции подсистемы «система ООПТ» сосредоточены на управлении эталонными природными комплексами, а подсистемы «природно-экологический каркас» – на управлении адаптивным природопользованием. При этом набор представленных блоков (элементов) двух данных подсистем может выполнять взаимосвязанные задачи. Обратим внимание, что одни задачи не противоречат другим, более того, на наш взгляд, не могут рассматриваться отдельно с точки зрения ландшафтно-экологического (геосистемного) подхода. Ключевыми элементами системы ООПТ являются эталонные (природные) объекты со строгим режимом охраны – «ядра» системы, второстепенными элементами – линейные экосистемы («коридоры»), обеспечивающие их вещественно-энергетическими и информационными связями, буферные зоны и территории экологической реставрации (реабилитации) – структурные элементы природно-экологического каркаса. С этой позиции элементы, входящие в систему ООПТ и природно-экологического каркаса, дополняют друг друга, выполняя перекрывающиеся функции.



Содержание понятий «система ООПТ» и «природно-экологический каркас»

Автор	Содержание понятия	Цели, задачи, основные функции	Структурные элементы и основные функциональные части природно-экологического каркаса	Объем и содержание понятий «система ООПТ» и «природно-экологический каркас»
М. Е. Кулишова. Экологические каркасы // Охрана дикой природы. 1999. № 3(14). С. 25–30	Под экологическим каркасом понимается система наиболее ценных по своим природным характеристикам участков территории, пространственно взаимосвязанных между собой	Экологический каркас является гарантом экологической устойчивости, условием экологического благополучия. Каркасная концепция служит методическим приемом выявления экологического потенциала. ПЭЖ является планировочной аргументацией территориального развития	Структурные элементы каркаса: оси, узловые структуры, ареальные структуры	Экологический каркас – более широкое понятие по сравнению с системой ООПТ. Экологические (природные) каркасы объективно существуют и функционируют, это версия системы ООПТ, к которой следует стремиться. Функциональные характеристики и предназначение у них аналогичны
А. Н. Иванов. Принципы организации региональных систем охраняемых природных территорий // Вестн. Моск. ун-та. Сер. геогр. 2001. № 1. С. 34–39	Под экологическим каркасом понимается совокупность геосистем (естественного и искусственного происхождения) в пределах какой-либо территории, выполняющих специфические экологические функции и пространственно связанных между собой	–	Ключевые «ядра», транспортные коридоры, буферные зоны, территории экологической реставрации	Экологический каркас – понятие более широкое, чем совокупность ОПТ, так как включает в себя не только охраняемые территории, но и другие природные и природно-антропогенные объекты, выполняющие специфические экологические функции
З. Г. Мирзаханова. Экологический каркас территории : назначение, пути реализации // Проблемы региональной экологии. 2000. № 4. С. 42–55	Экологический каркас представляет собой участки, объединенные в единую сеть, с регламентированным режимом природопользования, площадь которых соответствует нормативным требованиям конкретных природных зон	Форма, система управления природопользованием и природными ресурсами	Ядра (узлы), коммуникативные элементы	Каркас – стратегическая основа совершенствования системы ОПТ и рационального природопользования



Окончание таблицы

<p>Автор <i>А. В. Елизаров.</i> Экологический каркас – стратегия степного природопользования XXI века // Степной бюллетень. 1998. № 1 – № 2; 1999. № 3–4</p>	<p>Содержание понятия Экологический каркас территории – это совокупность экосистем с индивидуальным режимом природопользования для каждого участка, образующих пространственно организованную инфраструктуру, которая поддерживает экологическую стабильность территории, предотвращая потерю биоразнообразия и деградацию ландшафта</p>	<p>Цели, задачи, основные функции Экологический каркас это не форма охраны природы, а способ управления природопользованием, обеспечивающий длительное неистощительное сосуществование человека и используемых природных ресурсов</p>	<p>Структурные элементы и основные функциональные части природно-экологического каркаса <i>Функциональные части:</i> узлы (или ядра) и коммунальные элементы <i>Структурные элементы:</i> природные территории (степи, леса, луга и т. п., все, что сохранило природный облик); реставрационный фонд (антропогенные территории (обычно пашня), но такие, на которых с целью воссоздания единой инфраструктуры экологического каркаса необходимо восстановить природную среду. Например, мероприятия по реставрации степных пастбищ); искусственные элементы (чуждые историческому ландшафту, но нужные для поддержания экологического равновесия в условиях интенсивной хозяйственной деятельности. Например, полевые защитные лесополосы в степной зоне)</p>	<p>Объем и содержание понятий «система ООПТ» и «природно-экологический каркас» Традиционные формы ООПТ ориентированы на сохранение наиболее хорошо сохранившихся природных участков, единичных объектов или отдельных элементов территории (часто лишь с эстетическими целями)</p>
<p><i>Н. А. Соболев.</i> Предложения к концепции охраны природных территорий // Охрана дикой природы. 1999. № 3 (14). С. 20–24</p>	<p>Природный каркас – экологически непрерывный комплекс (система) природных сообществ, не испытывающий отрицательных последствий фрагментации ландшафта благодаря своим большим суммарным размерам и высокой интенсивности информационного и вещественно-энергетического взаимодействия между сообществами</p>	<p>Выполнение средообразующей функции, предотвращение деградации и изоляции природных сообществ</p>	<p>Ключевые природные территории (КПТ) – природные территории, непосредственно обеспечивающие поддержание экологического баланса, сохранение природных комплексов и их компонентов, биологического разнообразия; буферные территории – территории, защищающие КПТ от внешних воздействий; транзитные территории – территории, благодаря которым поддерживается экологическая связь между КПТ; территории экологической реставрации – территории, на которых производится восстановление природных сообществ</p>	<p>Экологический каркас (по сути – система ООПТ) или экологическая сеть – система функционально взаимосвязанных природных территорий (природный каркас), защищенная необходимыми для этого правовыми нормами. Основная задача – поддержание (восстановление) природного каркаса</p>

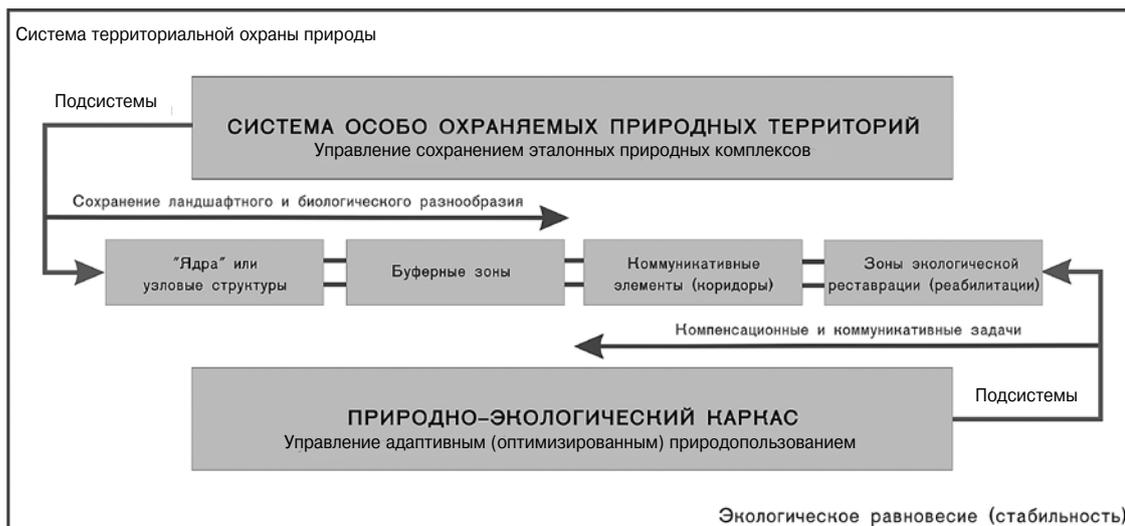


Рис. 2. Взаимосвязь понятий «система ООПТ» и «природно-экологический каркас»

Теория и практика организации и управления ООПТ в России прошла путь от создания объектно-компонентных ООПТ до современного территориально-ландшафтного развития, с которым связано возникновение понятий «система ООПТ», «природно-экологический каркас». Развитие второго этапа связано с необходимостью решения природоохранных проблем, возникающих в староосвоенных регионах. Истоки возникновения понятий указывают на различные «точки отсчета» у системы ООПТ и каркасного подхода. Образно выражаясь, организация систем ООПТ происходит по пути поиска «того, что осталось», а природно-экологического каркаса – по пути поиска «того, что требует восстановления». Таким образом, проектирование природно-экологического каркаса ориентируется на потенциально возможное, «идеальное» размещение видов и форм охраняемых объектов, позволяющих обеспечить экологическую стабильность региона, а система ООПТ – на максимально сохранившиеся объекты и территории.

Библиографический список

1. *Lerche H.-J.* Die Teufelsmauer bei Weddersleben und Warnstedt // 150 Jahre Schutz der Teufelsmauer. Tagung und Festveranstaltung am 8.06.2002 in Weddersleben. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt / red. K. George, H.-J. Lerche. Halle, 2002. S. 6–11.
2. *Brüggemeier F.-J.* Umweltgeschichte in Deutschland. Ein Überblick // Umwelt und Geschichte in Deutschland und Großbritannien. Environment and History in Britain and Germany / hrsg. von F. Bosbach, J.I. Engels, F. Watson. Prinz-Albert-Studien. Band 24. München, 2006. S. 47–59.
3. *Ant H.* Daten zur Geschichte des Naturschutzes // Naturschutz, Erholung, Landentwicklung. Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege. Verhandlungen Deutscher Beauftragter für Naturschutz und Landschaftspflege. Band 21 / Hrsg. von Dr. W. Erz. Bonn ; Bad Godesberg, 1972. S. 124–135.
4. *Schoenichen W.* Naturschutz als völkische und internationale Kulturaufgabe. Eine Übersicht über die allgemeinen, die geologi-

5. *Ott K., Potthast T., Gorke M., Nevers P.* Über die Anfänge des Naturschutzgedankens in Deutschland und den USA im 19. Jahrhundert // Jahrbuch für Europäische Verwaltungsgeschichte 11. Naturnutzung und Naturschutz in der europäischen Rechts- und Verwaltungsgeschichte. Baden-Baden, 1999. S. 1–55.
6. *Конвенц Г.* Попечение о памятниках природы // Естествензнание и география. 1914. №5, 6.
7. *Конвенц Г.* Практика охраны памятников природы // История охраны природы / сост. В. Е. Борейко ; науч. ред. В. Н. Грищенко ; пер. с нем. Е. Кривошеевой. Вып. 23. Киев, 2000. 88 с.
8. *Fischer H.* Hundert Jahre für Naturschutz. Heimat und regionale Identität. Die Geschichte eines Programms BNU. Bonn, 2004. 160 p.
9. *Розенберг Г. С.* Лики экологии. Тольятти, 2004. 225 с.
10. *Реймерс Н. Ф., Штильмарк Ф. Р.* Особо охраняемые природные территории. М., 1978. 295 с.
11. *Гладков Н. А.* Охрана природы в первые годы советской власти. М., 1972. 35 с.
12. *Штильмарк Ф. Р.* Историография российских заповедников (1895–1995). М., 1996. 339 с.
13. *Вайнер Д. Р.* Экология в Советской России. Архипелаг свободы : заповедники и охрана природы. М., 1991. 400 с.
14. *Меллума А. Ж.* Особо охраняемые природные объекты на староосвоенных территориях. (На примере Латвийской ССР). Рига, 1988. 224 с.
15. *Соболев Н. А.* Предложения к концепции охраны и использования природных территорий // Охрана дикой природы. 1999. № 3(14). С. 20–24.
16. *Иванов А. Н.* Ландшафтно-экологический подход к организации систем охраняемых природных территорий // Вестн. Моск. ун-та. Сер. геогр. 1998. № 3. С. 16–21.
17. *Гареев А. М., Нигматуллин А. Ф.* Система охраняемых природных территорий Республики Башкортостан (географо-экологическое обоснование) : учеб. пособие. Уфа, 2005. 163 с.
18. Концепция системы охраняемых природных территорий России (Проект) : Рабочие материалы. М., 1999. 30 с.



19. Исаченко А. Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование: учебник. М., 1991. 366 с.
20. Медоуз Д., Рандерс Й. Пределы роста. 30 лет спустя : пер. с англ. М., 2007. 342 с.
21. Пузаченко Ю. Г. Наука и концепция устойчивого развития // Ландшафтное планирование : общие основания, методология, технология : тр. Междунар. школы-конф. М., 2006. С. 4–80.
22. Исаченко А. Г. Ландшафтоведение и заповедное дело // Изв. ВГО. 1986. Т. 121, вып. 4. С. 277–284.
23. Российская Федерация. Законы. Об особо охраняемых природных территориях : Федер. закон : принят 14.03.95 г. № 33-ФЗ (в ред. от 27.12.09 г.) // СПС «КонсультантПлюс».
24. Чибилёв А. А. К ландшафтно-экологическому обоснованию развития сети ОПТ // Общие и региональные проблемы ландшафтной географии СССР. Воронеж, 1987.
25. Пакина Л. П. Некоторые аспекты создания целостной системы ООТ // Регионология. 1996. № 2. С. 171–175.
26. Иванов А. Н. Принципы организации региональных систем охраняемых природных территорий // Вестн. Моск. ун-та. Сер. геогр. 2001. № 1. С. 34–39.
27. Популярный биологический словарь / под ред. Н.Ф. Реймерс. М., 1991. 544 с.
28. Чибилёв А. А. Лик степи. Эколого-географические очерки о степной зоне СССР. Л., 1989.
29. Левыкин С. В. Теория управления земельными ресурсами агроэкосистем на основе сохранения и реабилитации ландшафтно-биологического разнообразия степей. автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. Астрахань, 2006. 34 с.
30. Проблемы геоэкологии и степеведения : в 2 т. Т. 2. Развитие научной школы в Институте степи УрО РАН / под ред. член-корр. РАН А.А. Чибилёва. Екатеринбург, 2010. 364 с.
31. Чибилёв А. А. Ключевые ландшафтные территории : постановка проблемы и пути её решения // Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика. М., 2006. С. 626–628.
32. Кулешова М. Е. Экологические каркасы // Охрана дикой природы. 1999. № 3(14). С. 25–30.
33. Соболев Н. А. От природного каркаса к экологическому // Охрана дикой природы. 2003. № 4(25).
34. Реймерс Н. Ф. Природопользование : словарь-справочник. М., 1990. 637 с.
35. Рекомендации по охране окружающей среды в районной планировке ЦНИИП градостроительства. 2-е изд. М., 1986. 160 с.
36. Владимиров В. В., Фомин И. А. Основы районной планировки : учебник. М., 1995. 224 с.
37. Кавалаяускас П. П. Вопросы теории природного каркаса // Науч. тр. высш. учеб. зав. Литовской ССР. География. 1990. Т. 26, № 2. С. 93–109.

УДК 502/504(470.44–751.2)

ЮЖНЫЙ УЧАСТОК ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ЗМЕЁВЫ ГОРЫ»: ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ

Ю. В. Волков, О. В. Позднякова

Саратовский государственный университет
E-mail: VolkovUV@info.sgu.ru

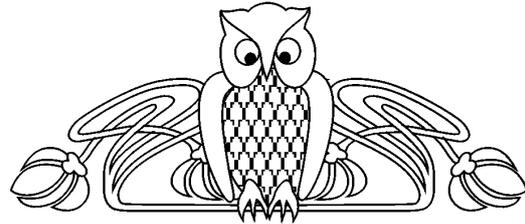
В статье на примере Змеевогорского останцового массива Приволжской возвышенности поднимаются проблемы охраны крупных особо охраняемых природных территорий Саратовской области. Рассматривается сложившаяся система природопользования в пределах памятника природы и связанные с ней природоохранные проблемы. Выявлена ландшафтная структура Змеевогорского массива и показана её специфика. На основе полевых материалов, данных космической съемки, различных тематических карт предлагается вариант функционального зонирования Южного участка памятника природы.

Ключевые слова: охрана природы, функциональное зонирование, система особо охраняемых природных территорий, природно-экологический каркас, Змеёвы горы.

The South Part of Nature Monument «Zmeevi Mountains»: Problems of Development and Functional Zoning

Yu. V. Volkov, O. V. Pozdnyakova

The article shows problems of large-scale Protected Areas of Saratov region conservation with the example of Zmeevogorskiy degraded mountain. Authors consider existing system of nature management



on researched area and nature conservation problems that are related to the system of nature management. As a result of the research, authors suggest the outline of functional zoning of South part of «Zmeevi mountains» natural monument territory. Also strategical line of development of large regional Protected Areas is shown.

Key words: Protected Area, functional zoning, Protected Areas system, natural-ecological framework, protection of nature, Zmeevi mountains.

На данный момент в Саратовской области начала действовать целевая региональная программа по экологическому оздоровлению [1]. В программе предполагается, в частности, увеличить в ближайшие годы в несколько раз площадь региональных особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Современная их площадь невелика. Она составляет, по разным оценкам, не более 2,5% от общей площади Саратовской области. Однако, учитывая высокую степень преобразованности природных ландшафтов региона, выполнить эту задачу будет затруднительно. Лимит пригодных для организации ООПТ терри-



торий в настоящее время в Саратовской области можно считать практически исчерпанным. Даже наиболее удаленные районы области, зоны снижения хозяйственной активности (приграничные и относительно труднодоступные территории), зачастую сильно трансформированы или нуждаются в целом комплексе восстанавливающих мероприятий [2, 3]. Одна из главных причин такой негативной ситуации – излишняя распашка территории региона. При этом накопленный природоохранный опыт указывает на необходимость организации крупных по площади ООПТ. Именно крупные ООПТ способны обеспечить экобаланс на планетарном, региональном или локальном уровне, компенсировать хозяйственное использование природных ландшафтов [4–6]. В староосвоенных сельскохозяйственных семиаридных регионах внедрение подобной природоохранной практики требует определенной адаптации [7].

Достаточно эффективным и широко используемым способом организации крупных ООПТ является проведение специального территориального размежевания – функционального зонирования. Это позволяет снивелировать «чересполосицу» различных видов природопользования на староосвоенных территориях и обеспечить бесконфликтное сосуществование кластеров природного ландшафта и хозяйственно используемых земель. В современной территориальной охране природы существует две основные категории ООПТ, предусматривающие зонирование территории – национальный и природный парки.

Организация природных парков в Саратовской области, по нашему мнению, – наиболее приемлемый вариант в сложившейся региональной природоохранной практике. Природные парки имеют несколько важных достоинств. Во-первых, их создание не требует длительной процедуры межведомственных согласований, как это происходит в случае создания национального парка – ООПТ федерального значения. При этом природные парки могут обеспечивать достаточно строгий природоохранный режим на значительной по площади территории. Во-вторых, природный парк сочетает несколько важных задач: сохранение природных ландшафтов; создание условий для массового отдыха и поддержание экологического баланса в условиях интенсивного рекреационного использования территорий; щадящий, контролируемый режим природопользования. В-третьих, такую форму территориальной охраны можно считать адаптационной, особенно для староосвоенных регионов. Например, в Саратовской области, регионе с высокой степенью хозяйственной освоенности, резкое изменение структуры сложившихся видов природопользования неизбежно вызовет негативную реакцию со стороны землепользователей. Поэтому с целью смягчения отношений природоохранников и землепользователей должны вводиться специальные зоны, где будет происходить постепенное управ-

ляемое изменение хозяйственного использования территорий [8].

Решение существующих проблем в региональном природоохранении авторами видится в поиске новых методологических подходов к выбору объекта охраны и смене организационно-управленческих механизмов, обеспечивающих функционирование ООПТ, с заменой соответствующего правового статуса. В представленном исследовании авторами предлагается разработка практических рекомендаций по функциональному зонированию Южного участка памятника природы «Змеёвы горы» как модельной территории, отражающей характерные природоохранные проблемы крупных ООПТ региона.

Организация ландшафтного природного парка на территории эрозионно-останцового массива Змеёвых гор подходит для пилотного решения указанных выше природоохранных проблем в Саратовской области. Несомненно, эта территория – один из живописнейших уголков нашей области, а возможно, и всего Нижнего Поволжья. Административно Змеёвогорская ландшафтная местность расположена в двух районах – Вольском и Воскресенском – и отличается значительным биологическим разнообразием, относительно низким уровнем антропогенной нарушенности (рис. 1). Здесь обитают как степные, так и лесные виды растений и животных, в том числе занесенные в Красные книги – региональную и федеральную. О значительном биопотенциале территории можно судить по анализу распространения краснокнижных видов. Примерно около четверти всех видов растений и животных, занесенных в Красную книгу Саратовской области, обитает в Вольском и Воскресенском районах. Виды, внесенные в Красную книгу, приурочены главным образом к малонарушенным территориям, какими являются, в частности, кластерные участки Змеёвогорского памятника природы [9].

Общая площадь памятника природы «Змеёвы горы» 7884,8 га, это третий по площади охраняемый объект в Саратовской области [10].

Памятник природы был организован в 2007 году. Он состоит из трех кластерных участков: Северного, Центрального и Южного [11]. Самый крупный участок – Центральный, немногим меньше по площади Южный участок.

В данном исследовании подробно рассмотрен Южный участок памятника природы «Змеёвы горы».

Южный участок памятника природы «Змеёвы горы» – типичный пример крупного ООПТ региона с набором характерных природоохранных проблем. На достаточно компактной территории, сочетающей открытые участки и лесные массивы, сосредоточены все основные виды сельскохозяйственного землепользования, доминирующего в Саратовской области. Непосредственная близость населенных пунктов – с. Березняки (на юге) и с. Воскресенского (на



Рис. 1. Местоположение Южного участка памятника природы «Змеёвы горы» в Саратовской области

севере) – накладывает определенный отпечаток на своеобразие и интенсивность природопользования, выражающегося, в частности, в наличии рекреационной составляющей в использовании территории. Этот участок памятника природы в наибольшей степени нуждается в регламентировании хозяйственных мероприятий по сравнению с Центральным и Северным участками. Северный и Центральный кластерные участки Змеёвогорского ландшафта заняты большей частью лесами, здесь влияние хозяйственной деятельности монофункциональное и связано преимущественно с лесопользованием.

На основе дешифрирования разновременных космоснимков высокого разрешения спутников Ресурс 01 и Spot 5, лесотаксационных схем, топографических и тематических карт и данных полевых исследований, проводившихся на территории Южного кластерного участка в 2005, 2006 и 2011 гг., авторами была составлена серия тематических карт. В статье представлены карты обобщающего характера.

Современная структура природопользования

Прежде всего рассмотрим современное природопользование, его территориальную структуру и специфику (рис. 2).

Характерной визуально проявляющейся чертой является чередование достаточно большой площади объектов с правильными геометрическими формами, а также редин, полей и лесных массивов. Дешифрирование данных космической съемки и полевые исследования позволили выделить на исследованной территории фонд многолетних и молодых залежей, некоторые из которых в настоящее время используются для се-

нокшения. Это свидетельствует о многоэтапном освоении и интенсивном использовании данной территории.

Чередование открытых (участки с травянистой растительностью), полуоткрытых (редины, куртинно-полянские комплексы) и закрытых территорий (лесные массивы) связано со сложным, эрозионно-неустойчивым рельефом рассматриваемого участка памятника природы, его экотонным положением и, на наш взгляд, с многолетней лесной и агрохозяйственной деятельностью.

Из общей площади Южного участка памятника природы «Змеёвы горы» равно 3315 га малоиспользуемые и неиспользуемые территории (в основном так называемые неудобья – овраги, крутосклоны, сильно эродированные земли и др.) составляют примерно 638 га (19% от площади участка). Они приурочены к восточному короткому крутому уступу Приволжской возвышенности, прорезанному глубокими V-образными оврагами и балками.

Наиболее активному хозяйственному использованию подверглись участки, расположенные на почти плоских водоразделах, а также склонах пологих и слабологих, обращенных к долине р. Терешки. В настоящее время они заброшены и представляют собой разновозрастные, преимущественно «молодые», залежи, их площадь около 850,4 га. При этом залежный фонд нельзя считать полностью исключенным из сельскохозяйственного производства [10]. Поэтому потенциальная угроза возобновления интенсивного использования залежных участков сохраняется. Это относится и к структуре лесопользования, требующего пересмотра лесных регламентов.

Доминирующим типом являются лесохозяйственные угодья. Площадь лесных массивов составляет 1261,2 га.

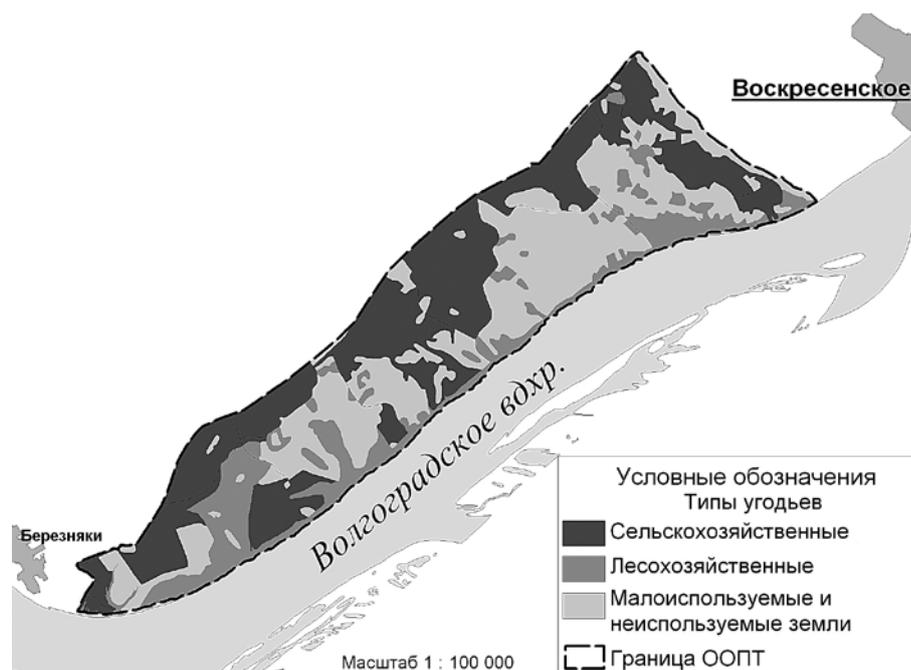


Рис. 2. Структура землепользования Южного участка памятника природы «Змеёвы горы»

Лесные массивы испытали воздействие различного вида рубок и сегодня могут быть отнесены в целом к умеренно трансформированным. В породном составе преобладают дуб, клен и липа. Однако достаточно велика доля искусственных лесонасаждений из сосны.

К особому типу земель, так называемых восстановившихся, можно отнести старозалежный фонд. Они трудно дешифрируются на космоснимках, отсутствуют четкие границы между старозалежными землями и степными урочищами. Нередко открытые участки (старые залежи и степные участки) переходят в редины и куртинно-полянны комплексы, образуя полуоткрытые природно-антропогенные геосистемы. Отметим, что границы выделенных степных и лугово-степных участков также приняты с определенными допущениями.

В процентном соотношении на Южном участке памятника природы «Змеёвы горы» доминируют агро- и лесохозяйственные угодья (1404 га (43%) и 1273 га (38%) соответственно).

Таким образом, доля условно коренных природных геосистем памятника природы составляет менее 1/5 всей территории исследованного участка.

Природоохранный потенциал ландшафтных выделов

Исследованная территория располагается в восточной части Приволжской возвышенности в лесостепной зоне, подзоне лесолугостепи [12]. Южный участок памятника природы «Змеёвы горы» входит в Змеёвогорский ландшафт Приволжского останцового ландшафтного

района [12]. В нём выделяются 4 группы ландшафтных урочищ: водораздельная, склоновая, подступная и долинная (рис. 3). Это связано со сложным сильно расчлененным рельефом территории [13, 14]. Всего на данной территории выделяются 23 типа урочищ. Самой многочисленной группой урочищ является склоновая, в ней насчитывается 16 типов урочищ от слабополгих ($1-3^\circ$) до сильнопокатых (более 10°).

Водораздельные урочища, представляющие собой почти плоские слабоволнистые поверхности с южными черноземами, трансформированы, прежде всего, агрохозяйственной деятельностью. Лишь небольшая часть водораздельных урочищ покрыта осветленными дубравами, включающими также небольшие зоны опушек, занятых степным и лугостепным разнотравьем.

Склоновые урочища

Интенсивному хозяйственному использованию из *склоновых урочищ* подверглись в основном слабополгие склоны под разнотравно-типчакково-ковыльными сообществами на южных черноземах. Лесохозяйственному преобразованию подверглись почти все типы склоновых урочищ, включая сильнопокатые склоны с сильноэродированными маломощными дерновыми почвами. В данном случае искусственными лесными насаждениями укреплялись эрозионно-опасные склоны. Поэтому некоторые труднодоступные склоновые урочища подверглись значительному изменению.

Долинные урочища представлены двумя типами: овраги, характеризующиеся активными эрозионными процессами и пионерными растительными сообществами, и «висячие долины» со смыто-намытыми, иногда сильноэродированными почвами, которые покрыты древесно-кустарни-

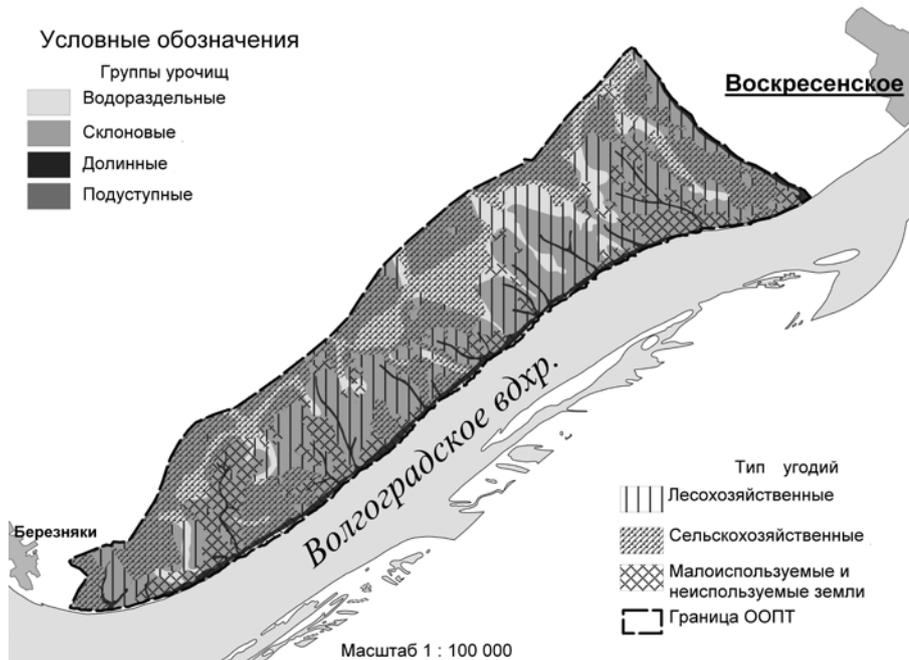


Рис. 3. Группы урочищ и структура землепользования Южного участка памятника природы «Змеёвы горы»

ковой растительностью, их днища с мощными делювиальными отложениями заняты преимущественно темными липово-кленовыми лесами. Это два субдоминантных типа урочищ. Овраги и «висячие долины» ритмично прорезают обрывистый, почти отвесный восточный макросклон Змеевых гор, что придает своеобразные очертания всему змеегогорскому массиву.

По уровню антропогенного преобразования долинные урочища можно достаточно четко разделить на две группы: первая никогда не осваивалась (узкие V-образные овраги); вторая подверглась интенсивному лесохозяйственному воздействию (широкие слабонаклонные долины-балки).

Подступные урочища занимают относительно небольшую площадь. Они приурочены к неширокой прибрежной зоне змеегогорского массива. В основном это урочища, сформированные коллювиально-делювиальными отложениями почти отвесного уступа Приволжской возвышенности и преобразованные русловыми процессами р. Волги. Характерной чертой урочищ прибрежной зоны являются «рынки» – выдающиеся на десятки метров небольшие мыски, а также каменистые пляжи (бичевник), имеющие разреженный гидрофильный травянистый покров, произрастающий на каменистом субстрате. В отдельных более широких участках прибрежной зоны встречаются куртины древесно-кустарниковой растительности.

Данный тип урочищ практически не использовался в хозяйственной деятельности. Главным образом использовались участки прибрежной зоны в окрестностях населенных пунктов, как правило, для водопоя скота. На исследованной части

змеегогорского массива подобного использования не было обнаружено. В настоящее время здесь наблюдается сезонная туристско-рекреационная деятельность на наиболее широких участках с удобным спуском.

Учитывая рассмотренные выше интенсивность и характер хозяйственного освоения исследованного участка, определим уровень сохранности урочищ – природоохранный потенциал выделов (рис. 4). Природоохранный потенциал оценивался по трем уровням: высокий, средний и низкий. К урочищам с высоким потенциалом отнесены урочища под старовозрастными дубравами, степные крутосклоны. Средний потенциал соответствует урочищам, занятым искусственными насаждениями сосны и старыми залежами. Самый низкий природоохранный потенциал у урочищ, находящихся под «молодыми» залежами.

Доля сохранившихся условно коренных урочищ составляет порядка 1418 га (43%), в то время как более 50% территории Южного участка памятника природы «Змеёвы горы» имеет низкий природоохранный потенциал, связанный с продолжающейся хозяйственной деятельностью.

Очевидно, сложившая природно-хозяйственная ситуация требует изменения охранного статуса территории, его дифференциации, разработки восстановительных и реабилитационных мероприятий.

Несомненно, усложнение природоохранной практики повлечет за собой финансовые издержки, связанные с компенсацией за «неиспользование» природопользователями земельных участков, а также управленческо-административными затратами. Поэтому для снижения или

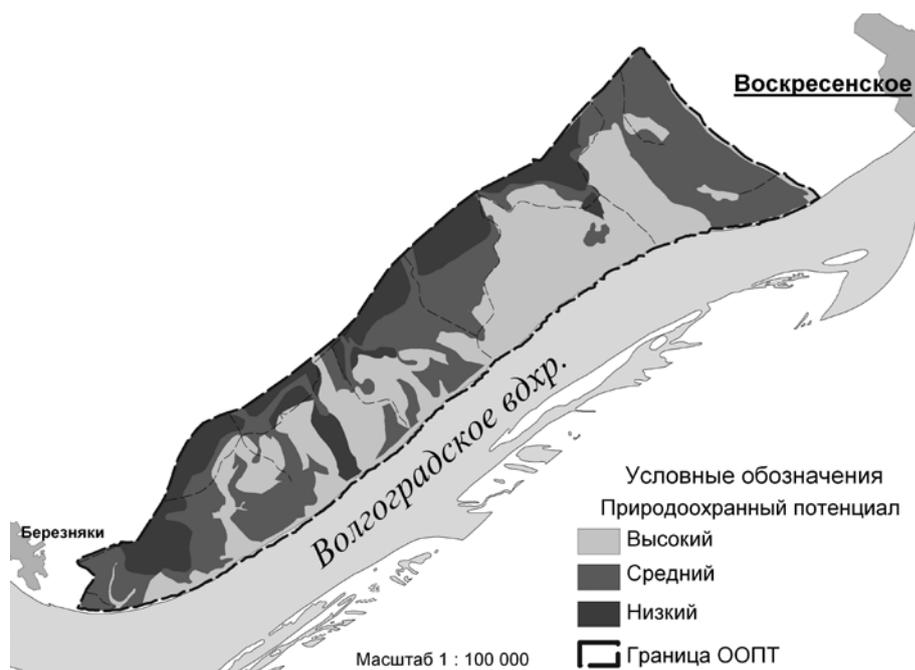


Рис. 4. Природоохранный потенциал Южного участка памятника природы «Змеёвы горы»

полного исключения затрат на восстановительные мероприятия природных ландшафтов, изменения способа их использования необходимо поэтапное внедрение дифференцированного природоохранного режима. Итогом природоохранных преобразований должно стать реально действующее функциональное зонирование. Суть функционального зонирования в данном случае можно представить как территориальное распределение антропогенной нагрузки в зависимости от природоохранного потенциала с соответствующим изменением статуса отдельных выделов.

Проект зонирования территории Южного участка памятника природы «Змеёвы горы»

Представленный проект функционального зонирования подготовлен с учетом современного опыта в территориальном планировании и природоохранной практики [15, 16].

Организация функционального зонирования предусматривает выделение различных по назначению функциональных зон, учитывающих, в частности, задачи охраны природы, интересы природопользователей и сложившиеся виды хозяйственной деятельности [17]. Для достижения этой цели необходимо определить природоохранные приоритеты, исключить возможность создания конфликтных ситуаций, минимизировать экономический ущерб.

Анализ факторов внешнего негативного воздействия на территорию памятника природы показывает, что источниками активного антропогенного воздействия являются: населенные пункты с. Березняки и административный центр

с. Воскресенское; агрохозяйственная деятельность; магистральный газопровод Средняя Азия – Центр; дорога районного значения, соединяющая села Березняки, Воскресенское. Влияние данных объектов необходимо снизить в первую очередь.

Учитывая вышеизложенную природно-хозяйственную характеристику, а также факторы и угрозы, негативно влияющие на территорию Южного участка памятника природы «Змеёвы горы», можно сформулировать задачи функционального зонирования:

- сохранение и восстановление типичных лесостепных урочищ Приволжской возвышенности;
- снижение влияния хозяйственной нагрузки на сохранившиеся геосистемы и изменение видов природопользования на территории памятника природы;
- регулирование туристско-рекреационной деятельности.

Территориально функциональные зоны предлагается распределить так, чтобы участки с нестрогим природоохранным режимом, где разрешена с определенными ограничениями хозяйственная или рекреационная деятельность, размещались в непосредственной близости от поселений [18].

Таким образом, на территории Южного участка Змеёвогорского памятника природы можно выделить следующие функциональные зоны (рис. 5).

Заповедная зона занимает центральную часть исследуемой территории, включая прибрежные участки. Это труднодоступные малоиспользуемые и неиспользуемые территории, имеющие высокий и средний природоохранный потенциал.

Назначение: сохранение малотрансформированных геосистем, мониторинг за ходом процес-

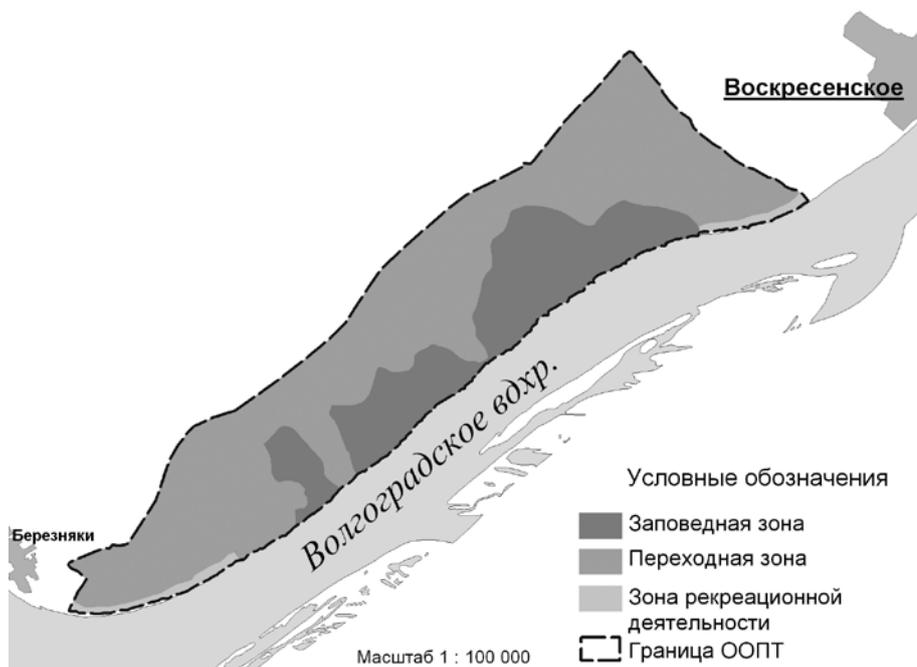


Рис. 5. Функциональное зонирование Южного участка памятника природы «Змеёвы горы»

сов естественного развития природы в условиях ограниченного присутствия человека.

Режим охраны и использования:

запрещаются агрохозяйственная и рекреационная деятельность, прокладка коммуникаций, строительство;

допускаются проведение научных исследований, экологический мониторинг и специальные мероприятия (тушение пожаров и т. д.).

Переходная зона охватывает большую часть водораздельных урочищ, а также склоновые (слабополосые склоны) и долинные урочища. В данной зоне располагаются территории с низким и средним природоохранным потенциалом.

Назначение: переходная (буферная) зона

между заповедной зоной и активно используемыми землями. Здесь планируется восстановление природных ландшафтов за счет ускоренной реабилитации естественных ландшафтов, воссоздание естественной среды обитания животных и растений, обеспечение условий изменения (ослабления) хозяйственной деятельности.

Режим охраны и использования:

запрещаются капитальное и иное строительство, распашка территории, выпас скота.

допускается проведение биотехнических, лесозащитных, противопожарных мероприятий, сенокосения.

Рекреационная зона расположена в прибрежной полосе р. Волги и находится в непосредственной близости от сел Воскресенское и Березняки. Данные участки имеют сложившееся рекреационное использование. В летний период на прибрежной полосе размещаются однодневные и многодневные стоянки.

Назначение: организация щадящего режима использования береговой зоны в местах наиболее благоприятного сочетания рекреационных ресурсов с традиционными местами отдыха населения; создание условий для развития кратковременного и длительного отдыха в специально оборудованных местах.

Режим охраны и использования: мероприятия по охране и защите леса и открытых участков, биотехнические мероприятия, направленные на компенсацию неблагоприятных воздействий на природные сообщества в условиях рекреационного использования.

В заключение отметим, что исследованная территория – ключевая территория природно-экологического каркаса региона, в целом обладающая достаточно высоким природоохранным потенциалом [19]. Изложенные аргументы, на наш взгляд, доказывают необходимость создания ландшафтного природного парка. Это позволит своевременно выполнить необходимые условия для дальнейшего сохранения Змеёвогорской ландшафтной местности. Проект зонирования демонстрирует возможность решения характерных природоохранных проблем для староосвоенных регионов, а именно территориального упорядочивания структуры природопользования и природоохранных мероприятий.

Библиографический список

1. Об областной целевой программе «Экологического оздоровления Саратовской области на 2009–2013 гг»: закон правительства Саратовской области от 29 марта 2006 г. // СПС «КонсультантПлюс».



2. Макаров В. З., Волков Ю. В., Буланый Ю. И., Проказов М. Ю., Мукало А. С. Уникальные степные природные комплексы Дальнего Саратовского Заволжья // Изв. Саратовского государственного университета. Новая серия. 2009. Т. 9. Сер. Науки о Земле, вып. 1. С. 27–32.
3. Волков Ю. В. Структура и элементы природно-экологического каркаса и особо охраняемые природные территории Саратовской области // Поволжский экологический журнал. 2008. № 4. С. 264–274.
4. Иванов А. Н. Принципы организации региональных систем охраняемых природных территорий // Вестн. Моск. ун-та. Сер. геогр. 2001. № 1. С. 34–39.
5. Исаченко А. Г. Ландшафтоведение и заповедное дело // Изв. ВГО. 1986. Т. 121, вып. 4. С. 277–284.
6. Концепция системы охраняемых природных территорий России (Проект): Рабочие материалы. М., 1999. 30 с.
7. Проблемы геоэкологии и степеведения : 2 т. Т. 2. Развитие научной школы в Институте степи УрО РАН / под ред. член-корр. РАН А. А. Чибилёва. Екатеринбург, 2010. 364 с.
8. Стратегия управления национальными парками. М., 2002. 36 с.
9. Красная книга Саратовской области : Грибы. Лишайники. Растения. Животные / Комитет охраны окружающей среды и природопользования Саратовской области. Саратов, 2006. 528 с.
10. Об утверждении перечня особо охраняемых природных территориях регионального значения в Саратовской области : постановление правительства Саратовской области от 1 ноября 2007 г. // СПС «КонсультантПлюс».

11. Особо охраняемые природные территории Саратовской области : национальный парк, природные микрозаповедники, памятники природы, дендрарий, ботанический сад, особо охраняемые геологические объекты. Саратов, 2007. 300 с.
12. Макаров В. З. Карта «Ландшафтное районирование Саратовской области» (при участии И. В. Пролеткина и А. Н. Чумаченко) // Эколого-ресурсный атлас Саратовской области. Саратов, 1996. С. 7.
13. Востряков А. В. Неогеновые и четвертичные отложения, рельеф и неотектоника юго-востока Русской платформы. Саратов, 1967. 355 с.
14. Шабанов М. А. Змеёвы горы // Тр. / Саратовской областной музей краеведения. 1960. Вып. 3.
15. Ландшафтное планирование : принципы, методы, европейский и российский опыт / под ред. А. Н. Антипова, А. В. Дроздова. Иркутск, 2002. 141 с.
16. Руководство по ландшафтному планированию : метод. рекомендации / под ред. А. В. Дроздова. М., 2001.
17. Чишова В. П. Методика зонирования национальных парков // Южно-российский вестн. геологии, географии и глобальной энергии. 2006. № 3(16). С. 105–123.
18. Родоман Б. Б. Размещение охраняемых природных территорий относительно поселений и транспортной сети // Природные охраняемые территории : тр. по охране природы. Вып. 4. Тарту, 1981. С. 41–45.
19. Волков Ю. В. Структура и элементы природно-экологического каркаса и особо охраняемые природные территории Саратовской области // Поволжский экологический журнал. 2008. № 4. С. 264–274.

УДК [631.617+911.52+502.52] (470.44)

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В ПОЛУПУСТЫННОМ САРАТОВСКОМ ПРИУЗЬЕНЬЕ: ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ И СОВРЕМЕННАЯ СТРУКТУРА

В. З. Макаров, Н. В. Пичугина

Саратовский государственный университет
E-mail: geogr@sgu.ru

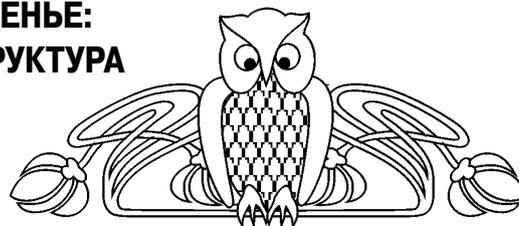
Статья посвящена вопросам сельскохозяйственного природопользования, которое рассмотрено с учетом природно-ресурсного потенциала ландшафтов полупустынного Саратовского Приузьенья, истории их хозяйственного освоения и современной структуры природопользования. В работе использованы материалы полевых исследований разных лет, статистические данные, топографические и тематические карты, космические снимки, элементы геоинформационных технологий.

Ключевые слова: ландшафты, полупустыня, Саратовская область, Заволжье, сельскохозяйственное природопользование, земледелие, животноводство, картографирование.

Agricultural Nature Management of Semi-desert Saratov Priuzenye: Development History and Modern Structure

V. Z. Makarov, N. V. Pichugina

The article is devoted to the questions of agricultural nature management that is considered subject to natural-resort potential of



semi-desert Saratov Priuzenye landscapes, history of it's economic reclamation and modern structure of nature management. Materials of different years field research, statistic data, topographic and thematical maps, space images, elements of GIS-technologies are used in the work.

Key words: landscapes, semi-desert, Saratov Region, Zavolzhye, agricultural nature management, agriculture, livestock farming, mapping.

Целью данной работы является рассмотрение структуры сельскохозяйственного природопользования на предмет ее соответствия исходному природно-ресурсному потенциалу полупустынных ландшафтов.

В качестве объекта исследования выступает Приузенская равнина с двучленными и трехчленными пустынно-степными комплексами (ПСК).



Административно она приурочена к юго-западной части Новоузенского района и Александрово-Гайскому району Саратовской области.

Актуальность рассматриваемой темы определяется необходимостью решения геоэкологических проблем с помощью оптимизации структуры землепользования территории.

Исходные материалы и источники. При написании работы были использованы материалы полевых исследований 1997, 1998, 2007 и 2010 годов, топографические и тематические (почвенные, ландшафтные и др.) карты, космические снимки, научные публикации (монографии, статьи), статистические данные архива Александрово-Гайского района, фондовые материалы лаборатории урбоэкологии и регионального анализа СГУ.

Методы исследования: описательный, сравнительный, картографический с использованием геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования Земли.

Исследуемая территория, согласно ландшафтному районированию саратовского Заволжья [1], входит в состав Приузенского ландшафтного района северной полупустыни Прикаспийской низменности. Между рр. Большой Узень и Малый Узень находятся Межузенский и Багырдайско-Большеузенский ландшафты, в левобережной части Большого Узеня – Узенско-Дюринский и Узенско-Большелиманский ландшафты, также здесь представлены Большеузенский и Малоузенский долинные ландшафты [1–3]. Абсолютные высоты варьируют от 38–40 м на севере до 18–20 м на юге.

На исследуемой территории в ландшафтной структуре доминируют аккумулятивные плоские и слабонаклонные равнины с двучленными и трехчленными пустынно-степными комплексами (ПСК). Меньшие площади занимают долинные геосистемы, а также урочища палин и лиманов.

1. История хозяйственного освоения полупустынного Саратовского Приузенья

Первый этап – скотоводческий, с выборочным земледелием в палинах (от доагрикультурного времени до 20-х гг. XX века).

1.1. Около 7 тыс. лет назад жители полупустынного Приузенья занимались рыболовством, а также охотой на копытных, мелких хищников и птицу. Объектами охоты, согласно А. И. Юдину [4], из копытных животных были лошадь Пржевальского, или степной тарпан (31%), сайга (29%), тур, или первобытный «настоящий бык» (20%), кулан (17%) и благородный олень (3%).

С середины V тысячелетия до н.э. начинает формироваться скотоводство, хотя основой хозяйства по-прежнему являются рыболовство и охота. В составе костного материала копытных на Варфоломеевской стоянке (Новоузенский район)

в позднем неолите на кулана приходится 35%, на лошадь – 23%, на сайгу – 21%, на тура – 14%, на «корову, или мелкого тура» – около 7%, что может свидетельствовать о начале его domestikации [4].

В первой четверти IV тысячелетия до н.э. начинается аридизация климата, которая способствовала замене злаковых степей маревыми и марево-полынными пустынно-степными сообществами [4]. В это время костный материал животных Варфоломеевской стоянки содержит 38% костей кулана, 17% сайги, 14% лошади, 14% тура, а также 10% овцы и 7% «мелкого тура». В эпоху энеолита лошадь, тур и овца становятся основой домашнего поголовья скота [4].

В III – первой четверти II тысячелетия до н.э. Волго-Уральское междуречье заселяли племена ямной культуры, основу их хозяйства составляло «подвижное скотоводство» [5].

С эпохи поздней бронзы междуречье Волги и Урала осваивают племена срубной культурной общности (с конца XVII до XII–XI вв. до н.э.). В раннесрубное время здесь появляются постоянные поселения хуторского типа, центром которых выступали комплексные хозяйственно-жилые постройки. Племена срубной культуры практиковали отгонное скотоводство, наряду с которым сформировался «пастушеский» («придомный») тип содержания и выпаса скота [6]. Среди домашних животных были представители крупного и мелкого рогатого скота и лошади. Население занималось пошивом одежды и обуви из кожи, переработкой шерсти, гончарным делом [4, 6], изготовлением орудий и поделок из кости, резьбой по кости [6], «пойменно-мотыжным земледелием» [6] и, возможно, падиным земледелием.

До X века между Алтаем и Каспием обитали примерно равные по силе племена трех этносов: гузов (торков), канглов (печенегов) и куманов (половцев) [7, 8]. Территория Волго-Уральского междуречья в X веке была заселена племенами гузов и входила в состав Хазарского каганата, а после его распада здесь обосновались половцы (XI–XIII вв.). Согласно Л. Н. Гумилеву [7], скотоводство у половцев носило полукочевой характер, а около зимников развивалось переложное земледелие.

В XIII–XV веках территория Волго-Уральского междуречья находилась во власти монголо-татар [9]. Здесь существовала Большая, или Золотая, Орда, население которой состояло из представителей различных племен. Согласно А. А. Гордееву [10], в составе монгольских войск действовали передовые отряды легкой конницы, формировавшиеся из числа покоренных народов и называвшиеся «казаками». Военные поселения казаков создавались на «ямских линиях» и по границе Золотой Орды. В «хуторах» русские казаки могли заниматься скотоводством, коневодством, рыбной ловлей и охотой, а земледелие было запрещено, но, возможно, ограниченно допускалось огородничество [10].



В середине XV века из распадающейся Золотой Орды к великороссам потянулись «татары» и казаки, которых принимали на военную службу московские князья [10]. Часть русского населения, оставаясь на местах своей прежней дислокации в южном Заволжье с золотоордынского времени, принимала меры для защиты собственных станиц и хуторов от нападений «бродячих орд», от набегов со стороны Астраханского ханства и Большой ногайской орды. Позже казаки стали заключать особые договоры с Россией по охране ее границ. За это в приграничных территориях им выделяли землю, на которой они могли заниматься скотоводством, коневодством и огородничеством [10].

1.2. В начале XVII века в Волго-Уральском междуречье продолжались военные столкновения яицких казаков с ногайцами, а во второй половине века – с калмыками [11]. В это же время в Заволжье стали проникать поселенцы из России, среди которых были беглые крестьяне, а после церковной реформы Никона – старообрядцы (раскольники). В XVII–XVIII веках по территории Приустьи проходила линия кордонных постов по защите территории России от набегов ногайцев и киргизов (киргиз-кайсаков), которые дислоцировались в Прикаспии на землях Внутренней Буковской орды.

Вплоть до 1840 года основным направлением хозяйственной деятельности населения было скотоводство, поэтому лиманы использовали в качестве сенокосов, а остальная территория предназначалась под пастбища. Содержали в основном крупный рогатый скот и овец. Например, в 1829 году «крестьянский двор» имел в среднем 5 лошадей, 2 верблюдов, 13 коров и волов, 16 овец и 2 свиньи [12]. В понижениях пастбищ сеяли рожь, овес и просо, но большую часть занимали посевы пшеницы-белотурки. Крестьянский пахотный участок имел в длину 13–24 м и в ширину 6–11 м [12], т. е., фактически, он умещался в пределах крупной степной западины или небольшой падины. К 60-м годам XIX века увеличивается роль земледелия в хозяйствах Приустьи, возрастает площадь пашни, занятая посевами пшеницы, в основном твердой. Излишки зерна, а также скот, мануфактуру, кожевенные и гончарные изделия, арбузы и дыни, рыбу и птицу реализовывали во время ярмарок.

В целом можно отметить, что в этот период основной отраслью в Приустьи было животноводство, ориентированное на разведение крупного рогатого скота, овец, лошадей и верблюдов. Пастбищное земледелие занимало незначительные площади, но полностью удовлетворяло нужды местного населения в зерне и бахчевых культурах.

Второй этап – преимущественно земледельческий, на основе лиманного и регулярного орошения за счёт волжской воды (1920 – 1990-е гг.).

2.1. После Октябрьской революции 1917 года рассматриваемая территория вплоть до мая 1919 года находилась в зоне боевых действий

между отрядами казаков и красноармейцев. Затем начался длительный процесс восстановления хозяйства. В 1934 году в хозяйствах рассматриваемой территории доля пахотных угодий варьировала от 9,7% в колхозе им. Ворошилова до 36,4% площади в колхозе «Алгайский № 53». Около 57% посевов зерновых культур приходилось на пшеницу, 33% – на рожь, 14% – на просо. Из технических культур сеяли горчицу и табак. Выращивали картофель, овощи, бахчевые [13]. Примерно 54% территории Александрово-Гайского района в 1934 году приходилось на пастбища. В это время поголовье скота в районе составляли: КРС – 50,5%, лошади – 28,6%, овцы – 10,1%, верблюды – 8,9%, козы – 0,3%, свиньи – 1,6%.

2.2. Во второй половине XX века основным направлением Приустьи остается сельское хозяйство. С середины 50-х годов начинается освоение целинных и залежных земель. В целом в хозяйствах полупустынного Приустьи доля пашни увеличилась с 10–36% в первой половине XX века до 23–47% в 60-е годы. В среднем около 5% пахотных угодий было приурочено к пастбищам, а остальные пастбища использовались в качестве сенокосов и пастбищ. Пастбища в 60-е годы занимали 25% на севере, 48% в центре, 66% на юге исследуемой территории. Участие сенокосов в структуре сельскохозяйственных угодий варьировало от 6–8% до 11–15%.

В 70-е годы XX века после строительства Саратовского обводнительного канала и поступления волжской воды в рр. Большой и Малый Узени активизируется развитие регулярного и лиманного орошения, что способствует укреплению кормовой базы. В 1985 году в хозяйствах Александрово-Гайского района содержали 10 000 голов КРС, 180 000 овец, 1000 лошадей [12], что в целом составляло 25 000 условных голов КРС, где на КРС приходится 24,0%, на овец – 72,0%, на лошадей – 4,0% от общего поголовья.

В 90-е годы прошлого века все хозяйства оказались от мелкоконтурной нарезки пахотных угодий, при этом распаханность территорий совхозов и колхозов, расположенных в северной половине Приустьи достигла 49–59%, в южной части – 38–44%. Доля пастбищ варьировала от 27–36% на севере до 39–52% на юге. В хозяйствах, расположенных в Малоузеньском, Узенско-Дюринском и Узенско-Большелиманском ландшафтах, сенокосные угодья составляли 11–15%, в остальных – 5–7% и менее.

Третий, современный этап – преимущественно животноводческий, с ограниченным земледелием и с лиманным орошением (с конца 1990-х гг. до настоящего времени).

2. Современная структура землепользования

Экономическая и социальная нестабильность в России в 90-е годы прошлого века привела к неоднократной реорганизации хозяйств



на исследуемой территории. В настоящее время в пределах полупустынной зоны находится 25,0% Новоузенского района и 96,8% Александрово-Гайского района Саратовской области.

На основе космических снимков и фондовых материалов Лаборатории урбоэкологии и регионального анализа СГУ была составлена карта, отражающая структуру землепользования в саратовской полупустыне на 2010 год. Анализ сложившейся структуры землепользования показал, что доминирует сельскохозяйственный тип природопользования, который охватывает 78,5% от общей площади. Среди сельскохозяйственных угодий преобладают пахотные земли и залежи (43,1%), далее следуют пастбища (28,2%) и сенокосы (5,9%). Косвенным образом, при организации орошаемых угодий, обводняется 3,3% земель, приуроченных к лиманным понижениям.

На селитебную и хозяйственную застройку приходится около 1,3% территории, но около этих объектов формируются зоны, прежде всего, с нарушенным растительным покровом (2,1% от общей площади). На исследуемой территории проживает около 40 тыс. человек, при этом для Межузенского и Багырдайско-Большеузенского ландшафтов характерно 3,5 сельских поселения на 100 км², для Большеузенского долинного ландшафта – 5,2, а для остальных ландшафтов этот показатель варьирует в пределах 4,0–4,4 поселения на 100 км². На северном рубеже саратовской полупустыни в Большеузенском долинном ландшафте находится г. Новоузенск (около 17 тыс. человек), а остальные населенные пункты относятся к сельскому типу, при этом большее количество жителей сосредоточено в с. Александров Гай (около 10 тыс. человек) и в центрах муниципальных образований.

К сельским поселениям приурочены и сельскохозяйственные предприятия: овцеводческо-товарные фермы (ОТФ), молочно-товарные фермы (МТФ) и конефермы (КФ). Необходимо отметить, что на МТФ в настоящее время содержится крупный рогатый скот (КРС), преимущественно мясного направления. В Межузенском ландшафте плотность животноводческих предприятий составляет 3,5 на 100 км², в Малоузенском долинном ландшафте – 2,8, а в других ландшафтах – 1,7–2,2 предприятия на 100 км².

Транспортные коммуникации (дороги, газопроводы, водные каналы, ЛЭП) и земли, преобразованные в процессе их сооружения и эксплуатации, занимают 4,7% территории саратовской полупустыни.

На искусственные лесные насаждения приходится 0,3%, около 9,0% – на земли со слабо измененным почвенно-растительным покровом, 0,6% занято водными объектами. Береговые обрывы и овраги охватывают 0,2% территории.

При анализе учитывались также земли с нарушенным почвенным и биотическим покровом на месте расположения таких объектов, как

карьеры (5 штук), свалки (18), скотомогильники (41), кладбища (40), а также площадки, на которых находятся остатки минеральных удобрений (аммиачная селитра), кормовых добавок для скота, ядохимикатов. В расчете землепользования эти показатели отсутствуют, так как их площадное выражение в пределах рассматриваемой территории ничтожно (около 0,04%). Вместе с тем данные объекты выступают в качестве негативного фактора для геосистем локального уровня и входящих в них компонентов, поэтому требуют особого внимания.

В качестве дополнительных категорий земель можно выделить участки, приуроченные к памятникам природы (ландшафтные, ландшафтно-ботанические, ландшафтно-орнитологические и палеонтологические) регионального значения (0,6%) [14–17], при этом лишь один памятник – «Лялевская комплексная полупустыня» (0,1%) – находится в пределах междуречного Узенско-Большелиманского ландшафта с трехчленным пустынно-степным комплексом. Остальные охраняемые природные объекты характеризуют урочища Большеузенского и Малоузенского долинных ландшафтов.

Определенные коррективы вносит пирогенный фактор [18]. Например, в 2010 году около 4,7% территории пострадало от пожаров, в том числе памятники природы «Александрово-Гайские культуры», где в зоне пожаров находилось 1,2 км², или 20,2% его площади.

В целом можно отметить, что набор характерных типов землепользования сохраняется практически во всех ландшафтах саратовской полупустыни, меняется лишь соотношение между ними.

3. Проблемы природопользования

Согласно В. П. Зволинскому и З. Ш. Шамсутдинову [19], территория полупустынного Саратовского Приуралья относится к группе крайне аридных пустынных и сильно аридных полупустынных ландшафтов Прикаспийской провинции с коэффициентом аридности 0,11–0,30. Общее количество биомассы здесь составляет 6–14 т/га, при этом 7–15% приходится на надземную массу растительных сообществ, а продуктивность природных пастбищ находится на уровне 100–200 кормовых единиц на гектар и менее [19].

Геоэкологические проблемы рассматриваемой территории обусловлены, прежде всего, нерациональным природопользованием, сформировавшимся без учета исходного природно-ресурсного потенциала саратовской полупустыни. Игнорирование климатического и почвенного факторов, лимитирующих развитие здесь земледелия, привело к переходу от падиного земледелия очагового типа к массовой распашке земель, в том числе с высокой долей солонцового элемента. Равнинность территории и внешняя легкость преодоления недо-



статка воды за счет орошения позволили на время забыть о специфике почвенного покрова. С 50-х годов XX века растениеводство стало занимать приоритетные позиции во многих хозяйствах.

Таким образом, во второй половине прошлого века полупустынные ландшафты Саратовского Заволжья по типу своего освоения сблизились с ландшафтами сухой степи. Нивелированию различий исходного природного потенциала этих территорий способствовало в определенной степени использование для полупустынной растительности определения «опустыненная степь». Нашел подобный подход отражение и в сельскохозяйственном районировании территории Саратовской области (1982 г.), когда саратовская полупустыня вместе с сухой степью были объединены в Юго-Восточную экономическую микро-

зону [20]. Однако очевидно, что полупустынное Саратовское Приустье в структуре области должно рассматриваться как отдельный регион, ориентированный на развитие, прежде всего, пастбищного животноводства с крайне ограниченной долей «падинного» земледелия. Игнорирование исходного природно-ресурсного потенциала при сельскохозяйственном освоении территории неизбежно ведет к дисбалансу между пахотными и пастбищными угодьями, что сопровождается геоэкологическими проблемами.

На основе карты землепользования, составленной авторами данной статьи был проведен анализ структуры сельскохозяйственных угодий в ландшафтах полупустынного Саратовского Приустья. Доля пахотных угодий на исследуемой территории в среднем составляет 43,1% (табл. 1).

Таблица 1

Пахотные угодья полупустынного Саратовского Приустья

Ландшафт (площадь, км ²)	Земли, пригодные для земледелия				Земли, занятые пахотными угодьями		
	в исходном ландшафте		после изъятия на другие виды пользования		км ²	%*	В том числе пригодных для земледелия после изъятия, %**
	км ²	%*	км ²	%*			
Межузенский (817,8)	460,2	56,3	297,3	36,3	468,9	57,3	56,8
Багырдайско-Большеузенский (457,1)	178,8	39,1	148,9	32,6	220,8	48,3	67,4
Узенско-Дюринский (345,3)	171,3	49,6	112,8	32,7	157,7	45,7	71,5
Узенско-Большелюманский (273,8)	86,4	31,6	42,2	15,4	81,8	29,9	50,9
Малоузенский долинный (1005,0)	385,0	38,3	238,1	23,7	371,2	36,9	64,1
Большеузенский долинный (743,8)	332,5	44,7	179,2	24,1	268,9	36,1	65,2
Всего (3642,8)	1614,2	44,3	1017,9	27,9	1569,3	43,1	62,6

* Доля в процентах рассчитана от площади ландшафта.

** Доля в процентах от площади пахотных угодий в ландшафте.

Для Межузенского и Багырдайско-Большеузенского ландшафтов характерно увеличение доли пахотных угодий до 57,3% и 48,3% соответственно. В Узенско-Дюринском ландшафте этот показатель (45,7% от площади ландшафта) близок к среднему значению по району, в долинных ландшафтах он находится на уровне 36,1–36,9%, а в Узенско-Большелюманском составляет 29,9%.

На основе типологической ландшафтной карты проведена агропроизводственная группировка земель саратовского Приустья. Анализ природно-ресурсного потенциала позволил выявить, прежде всего, земли, пригодные для сельскохозяйственного освоения в исходных природных ландшафтах, и их фактическое освоение (см. табл. 1).

Изъятие части земель под другие виды природопользования (селитебную и хозяйственную застройку, дорожное строительство и т. д.) привело к снижению потенциальной природной емкости

территории для развития растениеводства. Полученные результаты свидетельствуют о том, что ландшафты северной группы приблизились к Багырдайско-Большеузенскому ландшафту (32,6%). Земледельческая емкость долинных ландшафтов снизилась до 23,7–24,1%, а Узенско-Большелюманского ландшафта до 15,4%.

Вместе с тем, общая площадь пахотных угодий на исследуемой территории находится в пределах исходного природного потенциала ландшафтов. Это достигнуто за счет включения в земледельческий оборот земель с участием солонцового компонента более 25%. Подобное положение, особенно в сумме с лимитирующим климатическим фактором, неизбежно ведет к снижению продуктивности пахотных угодий и даже к полному «списанию урожая» в годы с засухами.

Острый дефицит атмосферного увлажнения, ограничивающий развитие земледелия, привел к



строительству в 70-е годы XX века обводнительных каналов и к созданию оросительных систем. Вместе с тем, слабо учитывался почвенный покров, который в полупустынном Приузенье характеризуется высокой долей солонцового компонента в почвенных комплексах. Это способствовало распространению *вторичного засоления* и выведению земель из сельскохозяйственного оборота без проведения работ по их рекультивации. Около 31,6% пахотных угодий приурочено к почвенным комплексам с долей солонцов более 25%, в том числе 6,6% – в зоне орошения. В отдельных ландшафтах эти показатели существенно варьируют.

В целом анализ структуры землепользования показал, что под пашней в Узенско-Большелиманском и Межузенском ландшафтах занято соответственно 50,9% и 56,8% земель, пригодных для сельскохозяйственного освоения. Для Узенско-Дюринского ландшафта этот показатель находится на уровне 71,5%, для остальных ландшафтов – 64,1–67,4% от их территории. Остальная часть земель не пригодна для растениеводческого освоения.

На рубеже веков, когда наметились позитивные тенденции в экономике страны, восстановление сельскохозяйственного потенциала затронуло, прежде всего, животноводство. Земледелие в саратовской полупустыне имеет второстепенное значение и нередко сталкивается с различными проблемами. Возможность краткосрочной аренды участков и перехода через 3–4 года на новые земельные угодья сопровождалась *снижением плодородия, вторичным засолением почв и химическим загрязнением* заброшенных земель. Это увеличивает накопленный в советское время экологический ущерб от масштабного земледельческого освоения. Например, до сих пор на рассматриваемой территории близ водных объектов находятся площадки с остатками удобрений и пестицидов без надлежащего укрытия и в нарушенных упаковочных материалах. Площадь выявленных участков составляет около 0,1 км² (или 0,04% от общей площади), но эти объекты находятся в непосредственной близости от р. Большой Узень.

Пастбищные угодья в Багырдайско-Большезузенском ландшафте, а также в левобережье Большого Узеня варьируют в пределах 32,1–37,9%, для остальных ландшафтов характерны значения от 23,8 до 26,1%.

Наибольшей долей сенокосов располагают Малоузенский долинный (14,5%) и Узенско-Большелиманский (8,9%) ландшафты. Примерно две трети сенокосов в Малоузенском ландшафте приурочено к орошаемым землям. Кроме того, еще около 8,4% лиманных понижений этого ландшафта периодически обводняется, 56,0% из них характеризуется долей солонцового элемента более 25%. Около 2,6–2,9% территории приходится на сенокосные угодья в Межузенском

и Большеузенском долинном ландшафтах. Для Багырдайско-Большезузенского и Узенско-Дюринского ландшафтов этот показатель находится на уровне 0,1–0,2%.

Для определения структуры поголовья скота, содержащегося в хозяйствах рассматриваемой территории, его количество было пересчитано в условных головах КРС с учетом соответствующих коэффициентов: КРС мясных пород – 0,6, овцы – 0,1, лошади и верблюды – 1,0. Результаты показывают, что около 67,5% составляют овцы, 29,7% приходится на крупный рогатый скот и 2,8% – на лошадей. По отдельным ландшафтам это соотношение варьирует. В Межузенском и Большеузенском ландшафтах доля овец увеличивается до 81,1% и 77,5% соответственно, но уменьшается доля КРС (22,5% и 15,6%).

К среднему уровню по рассматриваемой территории близки показатели в Узенско-Дюринском, Узенско-Большелиманском и Малоузенском ландшафтах, но с более благоприятным соотношением за счет увеличения доли КРС и лошадей, прежде всего, в двух первых ландшафтах. Выбывается из общей картины Багырдайско-Большезузенский ландшафт, где доля КРС в 1,5 раза превышает долю овцепоголовья, а это соотношение близко к рекомендуемому оптимуму. Однако здесь отсутствуют такие важные составляющие структуры местного животноводства, как поголовье лошадей и верблюдов.

Согласно А. Н. Антончикову с соавторами [21], оптимальное соотношение разных видов животных в стаде аридных территорий должно отвечать следующим показателям: 15,5% овцы, 15,5% верблюды, 43,4% лошади, 25,2% крупный рогатый скот и 0,4% козы. Наибольшее негативное воздействие на пастбища оказывают козы и овцы, затем крупный рогатый скот (КРС), лошади, а наименьшее – верблюды [21]. Таким образом, при существующем соотношении животных в поголовье рассматриваемой территории неизбежной представляется *деградация пастбищных угодий*. Отмеченная тенденция в структуре поголовья прослеживается во всех ландшафтах, однако в Межузенском и Большеузенском ландшафтах этот показатель превышает среднее значение по району и составляет 77,5% и 81,1% соответственно.

Согласно У. Б. Юнусбаеву [22], допустимая пастбищная нагрузка (ДПН) рассчитывается как отношение урожайности кормового угодья (У, центнеры сырого веса корма с 1 га пастбища) к количеству пастбищного корма (ц), которое необходимо в течение пастбищного периода (Т, сутки) для 1 головы скота, исходя из суточной потребности (П, ц) [22]. Пастбищный период охватывает 200–220 дней. По И. В. Ларину [23], ориентировочная урожайность пастбищной травы в комплексной полупустыне Волго-Уральского междуречья в чернополынно-прутняково-злаковых сообществах составляет 12 ц/га зеленой массы, в чернополынных ассоциациях с мятликом



луковичным и вострецом – 9 ц/га, а в западинах со злаково-разнотравной растительностью – 20 ц/га [23]. Таким образом, если для верхних звеньев микрокатены урожайность примерно равна 11 ц/га, то в среднем для комплексной полупустыни она составит около 15,5 ц/га. Именно это значение учитывалось далее в расчете. Суточная потребность 1 головы скота в пастбищном корме, в соответствии с У. Б. Юнусбаевым [22], составляет для крупного рогатого скота мясного направления 0,36 ц, для мелкого рогатого скота (овец) – 0,1 ц, для лошадей – 0,5 ц.

Для неустойчивых к выпасу угодий, в частности с высокой долей солонцового элемента, предлагается снижать ДПН на 15%, вводя дополнительный коэффициент 0,75, что обеспечивает «резерв экологической безопасности» [22]. Коэффициент оптимального пастбищного использования учитывается и при определении оптимальной пастбищной нагрузки [24], где для степей и опустыненных степей он варьирует в пределах 0,50–0,55 [23, 24].

Согласно проведенным расчетам следует, что ДПН на рассматриваемой территории для КРС равна 0,20 гол./га, для овец – 0,70 гол./га, для лошадей – 0,14 гол./га, а с введением дополнительного коэффициента 0,75 были получены следующие значения: 0,15, 0,53 и 0,11 соответственно. Следовательно, для выпаса скота в течение 220 дней пастбищного периода в пределах рассматриваемой территории требуется в среднем 6,7 га на 1 голову КРС, 1,9 га на 1 голову овцы и 9,1 га на 1 голову лошади.

Эти результаты несколько отличаются от значений, которые были получены другими исследователями, где на содержание 1 овцы было определено 1,2–1,5 га естественных пастбищ, а для одной головы КРС – 4,8–5,5 га [25]. Возможно, эти различия связаны с введением дополнительного коэффициента 0,75, направленного на формирование «резерва экологической безопасности». Исходя из полученных значений ПДН, были рассчитаны площади пастбищных угодий, необходимых для содержания имеющегося поголовья скота (табл. 2).

Таблица 2

Структура используемого и необходимого пастбищного фонда в ландшафтах Саратовского Приустьи (2010 г.)

Ландшафт*	Пастбищные угодья, км ²				Пастбища, необходимые для выпаса скота, км ²
	используемые		с учетом резерва из пашни		
	всего	+/-**	всего	+/-**	
1	207,7	-235,4	291,9	-151,2	443,1
2	172,7	+95,1	286,0	+208,4	77,6
3	110,7	-12,1	154,0	+31,2	122,8
4	103,7	+35,0	137,2	+68,5	68,7
5	238,8	-117,8	364,2	+7,6	356,6
6	194,0	34,1	289,0	129,1	159,9
Всего	1027,6	-201,1	1522,3	+293,6	1228,7

* Ландшафты: 1 – Межузенский, 2 – Багырдайско-Большезузенский, 3 – Узенско-Дюринский, 4 – Узенско-Большелиманский, 5 – Малоузенский долинный, 6 – Большезузенский долинный.

** Баланс (+/-) между существующим, потенциальным и необходимым пастбищным фондом при существующем поголовье скота в пределах ландшафта.

Полученные результаты показывают, что в настоящее время для выпаса существующего поголовья скота на рассматриваемой территории недостает 20 110 га пастбищных угодий, или 16,4% от необходимого пастбищного фонда. Этот недостаток восполняется за счет перевыпаса используемых кормовых угодий. Выпас на залежах, которые характеризуются низкой продуктивностью, обилием сорных растений и рыхлым верхним горизонтом, способствует деградации этих земель и вовлечению их в дефляционный процесс, который происходит и на коренных пастбищах. Для решения данной проблемы необходим перевод малопродуктивной пашни в культурные пастбища.

Выводы

1. С середины V тысячелетия до н.э. в пределах саратовской полупустыни начинает формироваться скотоводство, а со II тысячелетия до н.э. племена срубной культуры наряду с отгонным скотоводством и «пастушеским» («придомным») типом содержания и выпаса скота практикуют также пойменно-мотыжное земледелие. Сельскохозяйственное природопользование доминирует и в современной функциональной структуре исследуемой территории.

2. Активное земледельческое освоение полупустынных ландшафтов вопреки их исходному природному потенциалу привело к увеличению доли пахотных и залежных земель до 43% за счет



включения в оборот земель с высоким участием солонцового элемента в почвенных комплексах. В связи с этим необходимо: а) вывести из земледельческого оборота пахотные угодья с долей солонцов более 25%; б) возделывать в агробиосеннозах культуры, максимально адаптированные к местным климатическим и почвенным условиям.

3. Для снижения нагрузки на пастбищные угодья необходимо оптимизировать структуру животного поголовья, т. е. отказаться от доминирования в стаде овец (около 67,5%), но увеличить число верблюдов, лошадей и крупного рогатого скота, чтобы приблизить ее к структуре, которая рекомендована для аридных ландшафтов.

4. В связи с наличием в пределах района заброшенных складов и площадок с минеральными удобрениями и ядохимикатами, в том числе в непосредственной близости от водных объектов, необходимо провести их изоляцию и обеспечить утилизацию на специализированных предприятиях Саратовской области.

5. Для более эффективного использования природно-ресурсного потенциала полупустынного Саратовского Приузенья желательна организация на его территории отдельной административной единицы, специализирующейся преимущественно на развитии животноводства.

6. Искусственные лесные насаждения занимают в саратовском полупустыне 0,3%, поэтому необходимо увеличить их площадь, используя куртинный характер насаждений и привлекая аборигенные виды кустарников, а также виды, прошедшие апробацию в аналогичных условиях Джаныбекского стационара.

7. На рассматриваемой территории площадь памятников природы регионального уровня занимает 0,6%. В связи с этим существует необходимость в организации ООПТ ранга природного парка кластерного типа с включением в него основных элементов ландшафтной структуры северной глинисто-суглинистой полупустыни Прикаспийской низменности.

8. Наличие в саратовском полупустынном Приузенье, наряду с памятниками природы, памятников археологии дает возможность разработки экскурсионных маршрутов по наиболее интересным объектам, в частности с использованием конных прогулок и путешествия на верблюдах.

В целом можно отметить, что применение ландшафтного и геоэкологического подходов при изучении природопользования позволяет:

- выявить ландшафтную структуру и оценить исходный природно-ресурсный потенциал территории на уровне групп урочищ и ландшафтов;
- определить структуру современного природопользования и выявить геоэкологические проблемы, обусловленные несоответствием между видом землепользования и потенциалом природных геосистем, что ведет к нивелированию современного природно-антропогенного покрова ландшафтов исследуемой территории;

– разработать рекомендации по оптимизации структуры природопользования на уровне ландшафтов и групп урочищ;

– организовать мониторинг за состоянием ландшафтного покрова, особенно на участках с геоэкологически неблагоприятными процессами, обусловленными нерациональным природопользованием, за счет применения геоинформационных технологий с привлечением данных дистанционного зондирования Земли.

Библиографический список

1. Макаров В. З., Пичугина Н. В., Павлова А. Н. Некоторые аспекты методики составления ландшафтных карт разного масштаба (на примере Саратовского Заволжья) // Поволжский экологический журнал. 2008. № 4. С. 293–303.
2. Пичугина Н. В. Геоэкологические аспекты природопользования в полупустынном Саратовском Приузенье : дис. ... канд. геогр. наук. Астрахань, 2012. 212 с.
3. Пичугина Н. В. Ландшафтная структура полупустынного Саратовского Приузенья // Ландшафтоведение : теория, методы, региональные исследования, практика : материалы XI междунар. ландшафт. конф., Москва, 22–25 августа 2006 г. / отв. ред. К. Н. Дьяконов. М., 2006. С. 230–232.
4. Юдин А. И. Варфоломеевская стоянка и неолит степного Поволжья. Саратов, 2004. 200 с.
5. Моргунова Н. Л. К вопросу об общественном устройстве древнеямной культуры (по материалам степного Приуралья) // Древняя история населения Волго-Уральских степей : межвуз. сб. науч. ст. / под ред. А. Т. Синюк, Н. А. Шехтмана, Л. И. Футорянского [и др.]. Оренбург, 1992. С. 5–27.
6. Лопатин В. А. Срубные поселения степного Волго-Уралья : учеб. пособие. Саратов, 2002. 102 с.
7. Гумилев Л. Н. Древняя Русь и Великая степь. М., 2009. 736 с.
8. Гумилев Л. Н. Тысячелетие вокруг Каспия. Сочинения. Т. 11 / сост. и общ. ред. А. И. Курочки. М., 1998. 592 с.
9. Гарустович Г. Н., Ракушин А. И., Яминов А. Ф. Средневековые кочевники Поволжья (конца IX – начала XV века). Уфа, 1998. 336 с.
10. Гордеев А. А. История казаков : в 2 ч. М., 1991. Ч. 1. Золотая Орда и зарождение казачества. 176 с.
11. Гордеев А. А. История казаков : в 2 ч. М., 1992. Ч. 2. Со времен царствования Иоанна Грозного до царствования Петра I. 256 с.
12. Александрово-Гайский район – из века в век, за годом год / под ред. Л. В. Синельниковой, В. Н. Кувалдиной. Саратов, 2003. 196 с.
13. Сборник статистических сведений по Саратовскому краю за 1934 год / под ред. Е. И. Ковалева. Саратов : Типограф. № 1 Крайместпрома, 1935. 248 с.
14. Архангельский М. С. Местонахождение «Варфоломеевка» // Особо охраняемые природные территории Саратовской области : национальный парк, природные микрорезерваты, памятники природы, дендрарий, ботанический сад, особо охраняемые геологические объекты / Комитет охраны окружающей среды и природопользования Саратовской области ; науч. ред. В. З. Макаров. Саратов, 2007. С. 191–193.



15. Пичугина Н. В. Новоузенские культюки // Особо охраняемые природные территории Саратовской области: национальный парк, природные микрозаповедники, памятники природы, дендрарий, ботанический сад, особо охраняемые геологические объекты / Комитет охраны окружающей среды и природопользования Саратовской области; науч. ред. В. З. Макаров. Саратов, 2007. С. 188–190.

16. Пичугина Н. В., Завьялов Е. В. Александрово-Гайские культюки. Ляляевская комплексная полупустыня. Лиманы Глубокий, Крутой // Там же. С. 48–54.

17. Пичугина Н. В., Чумаченко А. Н. Финайкинская тюльпанная степь // Там же. С. 55–57.

18. Космоснимки. Мониторинг пожаров. URL: <http://fires.kosmosnimki.ru/> (дата обращения: 15.01.2012).

19. Разработка и освоение адаптивных систем и природоохранных технологий восстановления природно-ресурсного потенциала и повышения продуктивности аридных территорий Российской Федерации на 2000–2010 годы // Проблемы рационального природопользования аридных зон Евразии / науч. рук. В. П. Зволинский, З. Ш. Шамсутдинов; под ред. А. Н. Каштанова. М., 2000. С. 375–408.

УДК 502.131.1:528.946

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ МУНИЦИПАЛЬНЫХ РАЙОНОВ: ПОДХОДЫ К ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ ОЦЕНКЕ

В. З. Макаров, Д. П. Хворостухин, А. Н. Чумаченко

Саратовский государственный университет
E-mail: khvorostukhin89@mail.ru

В статье рассматриваются проблемы устойчивого развития муниципальных районов, а также способы и показатели его картографической оценки и прогнозирования.

Ключевые слова: устойчивое развитие, муниципальный район, картографическая оценка, геоинформационные модели.

Sustainable Development of Municipal Districts: Approaches to Cartographical Assessment

V. Z. Makarov, D. P. Khvorostukhin, A. N. Chumachenko

In article considers municipal districts sustainable development problems and also offers set of characteristics for its cartographical assessment and prediction.

Key words: sustainable development, municipal district, cartographical assessment, geoinformation models.

С 1992 года, когда на конференции ООН по окружающей среде и развитию было принято два широко известных документа (Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию и Повестка дня на XXI век) основной в природоохранной деятельности стала идея о необходимости развития человеческой цивилизации такими путями и средствами, которые

20. Научно обоснованные системы земледелия Саратовской области на 1981–1985 годы / В. М. Бебякин, З. Н. Бобкова, В. Г. Бокарев [и др.]; под ред. М. М. Попугаева. Саратов, 1982. 194 с.

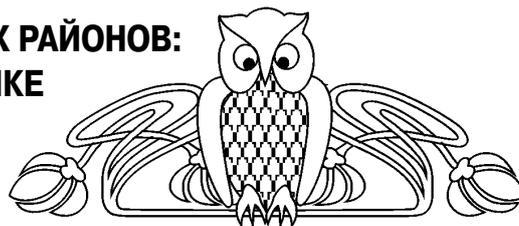
21. Опустынивание и экологические проблемы пастбищного животноводства в степных регионах юга России / А. Н. Антончиков, Т. И. Бакинова, В. Ю. Душков [и др.]; под ред. А. А. Тишкова, Д. А. Черняховского. М., 2002. 92 с.

22. Юнусбаев У. Б. Оптимизация нагрузки на естественные степные ландшафты. URL: <http://www.biodiversity.ru/programs/steppe/docs/unusbaev/main.html>. (дата обращения: 20.12.2011).

23. Ларин И. В. Луговое хозяйство и пастбищное хозяйство. Л., 1969. 550 с.

24. Николаев В. А., Копыл И. В., Сысоев В. В. Природно-антропогенные ландшафты (сельскохозяйственные и лесохозяйственные): учеб. пособие. М., 2008. 160 с.

25. Зубарев П. А., Шакаров О. В. Рациональное использование естественных пастбищ для развития овцеводства и мясного скотоводства в полупустынях Поволжья // Состояние и проблемы овцеводства и козоводства: науч.-практ. конф. / под ред. В. А. Мороза, Т. К. Бурдуковской, А. И. Криволаповой [и др.]. Ставрополь, 2000. С. 59–62.



не нанесут ущерба будущим поколениям. Такое развитие получило название «устойчивое развитие» [1].

На сегодняшний момент большинство стран приняли концепции устойчивого развития своей территории. Не является исключением и Российская Федерация. В 1996 году был подписан указ президента РФ № 440 от 1 апреля 1996 г. «О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию».

За прошедший период в нашей стране разработаны различные документы, так или иначе регламентирующие деятельность по развитию конкретных территорий. К таким документам, в частности, относится Градостроительный кодекс РФ, принятый в 2004 году.

Исходя из Градостроительного кодекса РФ под устойчивым развитием территорий понимается обеспечение при осуществлении градостроительной деятельности безопасности и благоприятных условий жизнедеятельности человека, охраны и рационального использования природных ресурсов в интересах настоящего и будущего поколений, ограничение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду [2]. Основой же такого



развития является территориальное планирование.

На сегодняшний день в стране продолжается создание системы территориального планирования на всех уровнях: от страны в целом (стратегия развития Российской Федерации) до муниципальных образований и городских поселений (генеральные планы).

Следует отметить, что в большинстве современных публикаций, посвященных проблеме устойчивого развития, рассматриваются обширные территории – вплоть до планеты в целом. Учитывая глобальный характер проблемы и взаимосвязанность происходящих на Земле процессов, это понятно. В то же время все проблемы возникают чаще всего на локальном уровне. Глобальные модели практики не способны отразить уровня жизни в конкретном населенном пункте или загрязнения конкретного промышленного предприятия, который учитывается при создании генеральных планов городов и поселений, схем территориального планирования муниципальных районов [3, 4].

Именно они, на наш взгляд, могут быть исходным материалом для решения задач устойчивого развития территорий. Характерными чертами анализа ситуации на таком уровне являются крупный масштаб исследования как природной составляющей, так и социально-экономических особенностей развития территории, возможности учета различных проблем на локальном уровне.

Все это позволяет грамотно оценить различные потенциалы территории (сельскохозяйственный, промышленный, демографический, рекреационный и т. д.), а также ограничения по использованию территории, при нарушении которых начнутся снижение данных потенциалов, регресс территории. Для соблюдения баланса использования территории, при котором будет извлекаться максимальная польза для человека, не нанося ущерба, прежде всего, окружающей среде и самому себе, необходим комплексный анализ ситуации, системный подход к планированию территории [5].

Современная парадигма устойчивого развития подразумевает триединую концепцию [6]. Выделяют экономическую, социальную и природную (экологическую) составляющую. К первой принято относит производственные мощности, здания, объекты инфраструктуры и т. д. Ко второй – человеческий капитал, т. е. здоровье населения, его интеллектуальный потенциал, уровень и качество жизни и т. д. Третья, природная, составляющая устойчивого развития территории включает в себя природные условия, отсутствие загрязнения, наличие природных ресурсов и т. д. Некоторые авторы, помимо этого, относят к природной составляющей и городскую среду.

На сегодняшний день властные структуры различного уровня принимают множество про-

грамм по устойчивому развитию территорий нашей страны, от областей до муниципалитетов. Однако при составлении данных документов часто забывают о самой концепции устойчивого развития, выделяют только какую-либо одну из составляющих. Так, некоторые авторы пишут, что «главная цель перехода к устойчивому развитию и критерий эффективности управления на всех уровнях – достижение благополучия населения, улучшение качества жизни» [7, с. 147]. При использовании данного подхода, фактически, сводится на нет экологическая направленность устойчивого развития, теряется тезис о развитии не в ущерб будущим поколениям. Например, П. Ю. Ерофеев отмечает, что «устойчивость трех подсистем, составляющих социо-эколого-экономической системы, не является одинаковой. Наибольшей устойчивостью обладает экологическая система, наименьшей – экономическая. Когда мы выбираем приоритетами развития экономические цели, мы ставим всю систему в неустойчивое состояние. И только при переходе на экологические приоритеты развития и подчинении экономических целей социальным интересам мы переводим систему в состояние устойчивости, т. е. устойчивого развития» [8, с. 21].

Решая задачи по устойчивому развитию территории, несомненно, нельзя выделять какую-либо его сферу. Все три составляющие должны выступать на равных и развиваться не в ущерб друг другу.

Для успешного управления процессом устойчивого развития можно пользоваться системой показателей и индикаторов, которые будут отражать ситуацию на территории во всех ее аспектах. В научных публикациях приводится достаточно много систем индикаторов устойчивого развития. Каждая из них имеет свои плюсы и минусы. Поскольку в нашей стране от региона к региону и даже внутри них могут существенно меняться как природные, так и социально-экономические условия, то и системы индикаторов должны быть адаптированы к той или иной территории.

Однако стоит отметить, что все системы имеют одну общую черту – они дают показатели относительно одной единицы административно-территориального деления. Иными словами, если рассматривается система индикаторов устойчивого развития области, то и показатели даются по области в целом. При этом территориальная дифференциация внутри области не учитывается. И это понятно, ведь к единицам территориального деления приурочены и органы управления, и органы статистики, предоставляющие информацию. На наш взгляд, целесообразнее анализировать информацию, распределенную в пространстве, а не сведенную к одной цифре в среднем по области или району.

Сейчас существуют инструменты, которые позволяют оперировать большим набором ста-



тистических данных, главным из них являются геоинформационные системы (ГИС). Кроме простого представления данных, они позволяют получать новую информацию о территории путем моделирования и комбинирования слоев и создания картографических изображений, что существенно расширит возможности анализа ситуации в целом.

Геоинформационные модели, разработанные в соответствии со структурой индикаторов устойчивого развития, способны существенно снизить уровень неопределенности в процессе принятия управленческих решений путем наглядного представления информации в виде карт и возможности моделирования и прогнозирования ситуации.

Рассматривая существующие наработки в области составления системы индикаторов, можно выделить три их блока, соответствующие направлениям устойчивого развития: экологические, экономические и социальные. В соответствии с этой структурой выделяются и блоки геоинформационных моделей. При этом в экологический блок должны быть включены не только модели степени загрязнения окружающей среды и уровня антропогенной нагрузки, но и модели, отражающие способность природных условий выдерживать определенные нагрузки.

Рассмотрим каждый блок моделей подробнее и приведем примеры конкретных показателей.

Экологический блок. Как было сказано выше, в данном блоке должны содержаться сведения об экологической ситуации и природных условиях территории. Так, данный блок может содержать модели, отражающие следующие характеристики территории муниципального района:

- климатические условия;
- морфометрические показатели рельефа;
- почвенный покров и почвообразующие породы;
- техногенная нагрузка;
- наличие особо охраняемых природных территорий;
- процент нарушенных земель;
- степень загрязнения поверхностных вод;
- степень загрязнения почвенного покрова;
- объем выбросов вредных веществ в атмосферу;
- объем твердых отходов;
- местоположение санкционированных и не санкционированных свалок и скотомогильников;
- обеспеченность населения зелеными насаждениями;
- обеспеченность населения качественной питьевой водой и т. д.

В зависимости от особенностей той или иной территории должны добавляться специальные индикаторы и показатели. Так, в районах, находящихся в засушливых районах, необходим индикатор, отражающий интенсивность процессов опустынивания и засоления почв. Для районов с

интенсивными паводками обязательно выделение территорий, подверженных риску затопления. Исходя из вышесказанного, набор моделей экологического блока всегда должен адаптироваться к конкретной территории.

Социальный блок. В данном блоке рассматриваются основные демографические и социально-экономические показатели, определяющие качество жизни населения. Практически для всей территории Российской Федерации характерны процессы депопуляции и старения населения, особенно сельского. В связи с этим мониторинг и прогнозирование демографических показателей принимают особую значимость. Набор моделей социального блока может быть представлен следующими основными показателями:

- естественный прирост населения;
- ожидаемая средняя продолжительность жизни;
- младенческая смертность;
- миграционный прирост населения;
- обеспеченность населения объектами социальной инфраструктуры (медицинскими учреждениями, образовательными учреждениями, учреждениями культуры)
- удаленность от автомобильных дорог с твердым покрытием;
- обеспеченность газом;
- обеспеченность сотовой телефонной связью, Интернетом и телевидением;
- средняя заработная плата и пенсия (в сравнении со средней по стране);
- уровень безработицы;
- количество свободных вакансий на предприятиях района;
- демографическая нагрузка (количество иждивенцев на одного работающего) и т. д.

В отличие от экологических моделей демографические модели сложно представить распределенными в пространстве, однако рассматривая территорию муниципального района, можно использовать статистические данные по муниципальным образованиям, что позволит провести территориальную дифференциацию указанных показателей. При наличии данных возможно и рассмотрение каждого населенного пункта как составной части муниципального района.

Экономический блок. В данном блоке должны быть отражены основные экономические показатели рассматриваемого муниципального района, а также обеспеченность территории района различными видами инфраструктуры как важного фактора развития территории:

- общий объем произведенных продуктов и услуг на территории района на душу населения;
- объем инвестиций и темпы их роста;
- степень развития малого предпринимательства (процент произведенной продукции);
- процент избыточных предприятий [9];
- оборот розничной торговли;



- процент использования сельскохозяйственных земель (в сравнения с оптимальным);
- густота дорожной сети;
- обеспеченность электроэнергией;
- обеспеченность населения жильем;
- процент ветхого жилья и т. д.

Приведенные показатели являются лишь примером тех моделей, которые могут быть построены. Полный перечень всех показателей и индикаторов требует подробнейшей проработки в сотрудничестве с администрацией муниципального района, территория которого моделируется.

Так, в рамках схем территориального планирования муниципальных районов Саратовской области коллективом географического факультета СГУ в сотрудничестве со специалистами ГУПП «Саратовгражданпроект» создана специализированная ГИС «Муниципальный район». Данная система является доступной, открытой, наращиваемой пространственно-ориентированной средой для получения оперативной справочной информации и последующего управления разнообразными объектами и инфраструктурой муниципального района Саратовской области.

Ее основным назначением является поддержка принятия решений в сфере планирования и комплексного управления устойчивым развитием административного района [10]. Данная система интегрирует всю необходимую для руководителей муниципального района информацию относительно всех объектов ресурсного потенциала и социально-экономических показателей. Таким образом, достигается систематизация большого объема разнообразной тематической информации, отражающей текущую ситуацию на территории муниципального района.

В структуре этой системы находится большое количество информации по всем трем основным составляющим устойчивого развития территории. Так, по социальному блоку – наличие объектов социального назначения, статистические данные по демографической ситуации, занятости, национальному составу и т. д. По экономическому блоку – наличие промышленных и сельскохозяйственных предприятий, характеристика объектов транспортной, электрической, газовой, телекоммуникационной инфраструктуры и т. д. По природному блоку – аналитические карты по компонентам ландшафта, карта техногенной нагрузки, общая оценка экологической ситуации.

Благодаря гибкости структуры системы и возможности ее расширения, ГИС «Муниципальный район» может быть адаптирована под любую территорию и для решения максимально сложных задач по планированию развития территории. В систему, например, могут быть включены интегральные индикаторы, способные отразить общий тренд по тому или иному фактору. Они должны отражать динамику ситуации и показывать, в

каком направлении идет развитие территории. С их помощью также необходимо проводить прогнозирование ситуации.

В таком случае набор перечисленных выше аналитических моделей рассматривается как исходный материал для общей оценки состояния территории. При этом не стоит забывать, что данные модели необходимы при проведении мониторинга и прогнозировании ситуации по отдельным аспектам устойчивого развития.

Геоинформационные системы как мощный инструмент обработки и хранения данных способны содержать в себе полный набор моделей на исследуемую территорию, как аналитических, так и синтетических, что позволяет использовать их одновременно и выделять конкретные показатели, в наибольшей степени определяющие устойчивость развития территории.

Указанный подход позволяет на основе прогнозных оценок выработать рекомендации и корректировать существующие планы по развитию муниципальных районов. Более того, возможности геоинформационных систем позволяют оперативно вносить эти изменения и прогнозировать ситуацию уже с их учетом. Иными словами, повышение эффективности планировочных решений достигается путем нескольких итераций в процессе моделирования, анализа, оценки, прогнозирования и создания рекомендаций.

Таким образом, геоинформационные системы представляются крайне важным инструментом при управлении развитием территории и важнейшим шагом в решении задач оценки устойчивого развития территорий.

Библиографический список

1. Доклад Конференции Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию Рио-де-Жанейро, 3–14 июня 1992 года. Т. 1. Резолюции, принятые на Конференции. Нью-Йорк, 1993. 528 с.
2. Российская Федерация. Законы. Градостроительный кодекс Российской Федерации : федер. закон : принят Гос. Думой 22 дек. 2004 г. М., 2011. 108 с.
3. Макаров, В. З., Новаковский Б. А., Чумаченко А. Н. Эколого-географическое картографирование городов. М., 2002. 196 с.
4. Саратов : комплексный геоэкологический анализ / под ред. А. В. Иванова. Саратов, 2003. 248 с.
5. Белоусов В. Н., Трухачев Ю. Н. Системный подход в территориальном планировании // Управление развитием территории. 2007. № 2. С. 18–20.
6. Константинова Е. Д., Вараксин А. Н. Методология системного анализа взаимосвязей между факторами риска и здоровьем населения в задаче устойчивого развития // Междунар. журн. Устойчивое развитие : наука и практика. 2010. № 2. С. 68–85.
7. Класен Л. И. Влияние сельского хозяйства на устойчивое развитие сельских районов // Никоновские чтения. М., 2007. № 12. С. 146–148.



8. Ерофеев П. Ю. Особенности концепции устойчивого развития // Экономическое возрождение России. 2007. № 3. С. 20–29.

9. Мосейко В. О., Фесенко В. В., Богомолова И. В. Система индикаторов устойчивого развития как инструмент управления муниципальным образованием // Вестн. Волгоград. гос. ун-та. Сер. 3, Экономика. Экология. 2008. № 2. С. 78–85.

УДК [502.4:504.2/6](470.44)

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК-АНАЛИЗ СЕТИ ООПТ (на примере Вольского муниципального района Саратовской области)

А. В. Молочко, Ю. В. Волков

Саратовский государственный университет
E-mail: farik26@yandex.ru

В статье рассмотрены возможности использования методов геоэкологического риск-анализа в приложении к сети ООПТ Саратовской области. Раскрываются природные особенности и факторы геоэкологического риска особо охраняемой природной территории Меловые склоны с растениями-кальцефилами у г. Вольска. **Ключевые слова:** геоэкологический риск-анализ, факторы геоэкологического риска, особо охраняемые природные территории, ООПТ Саратовской области.

Geoeological Risk-Analysis of Protected Areas Network (with Volskiy Municipal District of Saratov Region as an Example)

A. V. Molochko, Yu.V. Volkov

Possibilities of geoeological risk-analysis methods for Saratov region Protected Areas network are considered. Natural features and geoeological risk factors of Cretaceous slope with calciphilous plants near Volsk city Protected Area are discovered.

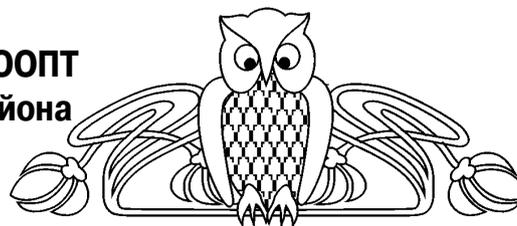
Key words: geoeological risk-analysis, geoeological risk factors, Protected Areas, Protected Areas of Saratov region.

Область применения современного риск-анализа в последние десятилетия расширяется стремительными темпами. Риск присутствует во всех сферах жизнедеятельности человека: инвестиции в проект в условиях неопределенности или кризиса – риск; увеличение уровня безработицы – риск; бурение на шельфе – риск; стихийные природные явления также считаются риском.

Целью данной статьи является оценка современной сети ООПТ одного из районов Саратовской области в аспекте геоэкологического риск-анализа.

Основываясь на опыте исследователей, в данной работе под риском будет пониматься сочетание вероятности и последствий возможной опасности (опасного события). Под геоэкологическим риском функционирования ООПТ будет пониматься сочетание вероятности и последствий проявления нарушения режима особой охраны,

10. Макаров В. З. А. Н. Чумаченко, А. М. Демин, Швырева А. В., Лисовой В. А., Демин А. Д. Опыт разработки геоинформационной системы для схемы территориального планирования муниципального района // ИнтерКарто-ИнтерГИС-14. Устойчивое развитие территории : теория ГИС и практический опыт : материалы Междунар. науч. конф. : в 3 т. Саратов, 2008. Т. 1. С. 229–241.



вытекающее из комплексного негативного воздействия всех компонентов среды [1–3]. Иначе, риск-анализ нарушения функционирования ООПТ – это возможная утрата их природоохранных функций и, следовательно, возникновение *природоохранного риска*.

Знание природы возникновения и развития геоэкологических рисков, а также их анализ являются основой их управления. Схему геоэкологического риск-анализа сети ООПТ можно разложить на этапы (рис. 1) [3]:

1. Идентификация риска.
2. Выявление источников риска.
3. Определение факторов геоэкологического риска.
4. Выявление реципиентов риска.
5. Выбор методов оценки риска.
6. Построение на основе выбранной методики прогнозов дальнейшего развития процессов, создание сценариев и разработка рекомендаций по снижению риска и предотвращению последствий рискованных ситуаций, мониторинговых мероприятий.

Как и для любого другого объекта природы или хозяйственной деятельности, для особо охраняемых территорий возможно воздействие геоэкологического риска. На наш взгляд, данная оценка чрезвычайно важна, так как ООПТ относятся к объектам общенационального достояния [4]. Поэтому выявление угрозы утраты ООПТ является принципиальным условием их успешного функционирования.

На сегодняшний день региональная сеть ООПТ Саратовской области состоит из двух охраняемых территорий федерального значения, восьмидесяти объектов регионального и четырех местного значения [5].

Для анализа в качестве примера был взят Вольский район, где в настоящее время действует согласно постановлению правительства Саратовской области от 01.11.2007 г. № 385 П десять

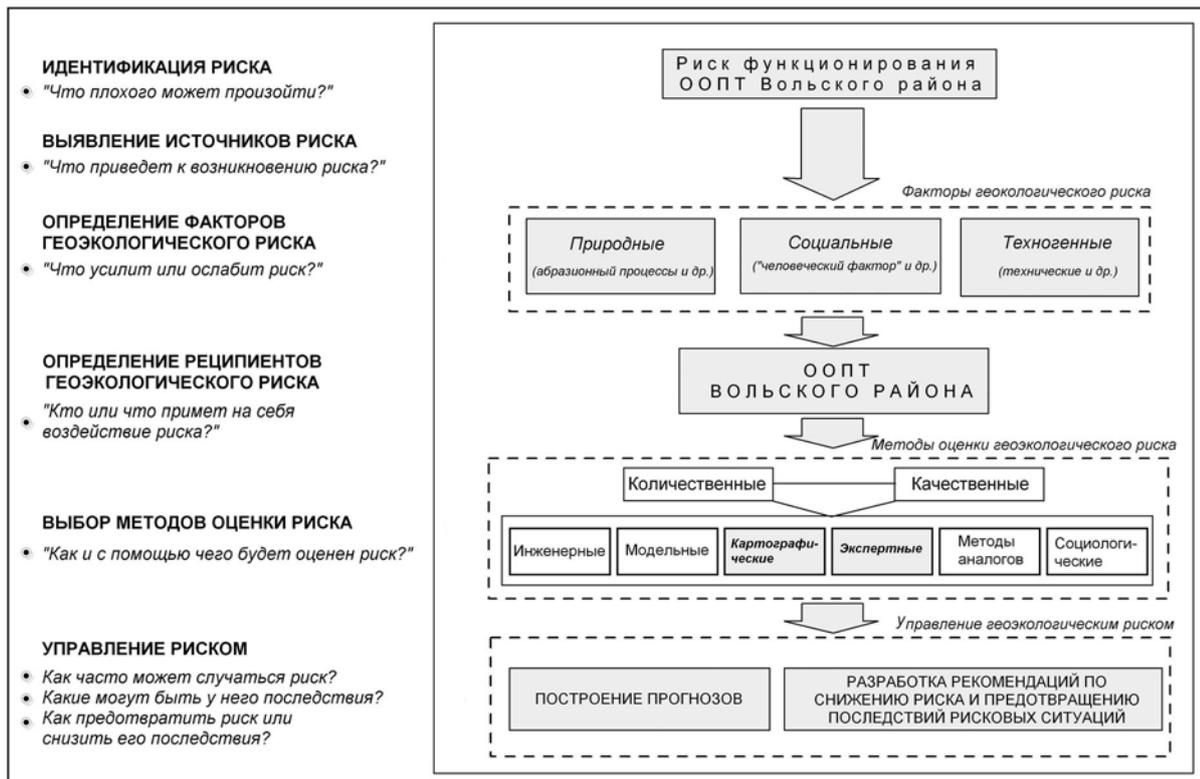


Рис. 1. Схема геологического риск-анализа ООПТ

памятников природы регионального значения общей площадью 3617 га (что составляет примерно 1% от общей площади района) (рис. 2): Меловые склоны с растениями-кальцефилами у г. Вольска, Меловые склоны с растениями-кальцефилами у с. Тепловка, урочище «Гремучий дол», долина Стрелка, урочище «Мухин дол», урочище «Попова шишка», Самородные ямы, урочище «Серебряный дол», урочище «Сосновый бор», Северный и часть Центрального участка Змеевых гор.

Вольский район находится на северо-востоке Саратовского Правобережья. Он расположен на Приволжской возвышенности, занимает одну из самых живописных, резко расчлененных и залесенных ее частей, примыкающих к долине р. Волги [5]. Это самый крупный по территории район Саратовского Правобережья. Его площадь 3,7 тыс. км². В районе проживают 106,6 тыс. чел., из них в г. Вольске – 70,5 тыс. чел. Вольск – известный центр по производству цемента в России.

Высокие гряды Приволжской возвышенности с отдельными вершинами «шиханами» высотой до 313 м чередуются с долинами рр. Терешка, Терса, Алай. Особенно живописны обрывы волжского берега, расчлененные глубокими оврагами-ущельями.

Вольский район – самый лесной в Саратовской области. Обычны липа, вяз, клен остролистный, мелколиственные породы, насаждения сосны обыкновенной.

Физико-географические особенности Вольского района обеспечивают специфику самих

ООПТ и тех природных и социально-техногенных факторов геологического риска, которые способны повлиять на нормальное функционирование ООПТ.

Основными природными факторами геологического риска для сети ООПТ Вольского района могут служить опасные экзогенные геологические процессы (оползни, абразия, эрозионные процессы и т. д.), которые способны привести к сокращению площади ООПТ, изменению режима их использования, а также эстетической ценности территорий.

Социотехногенные факторы риска, такие как несоблюдение режима охраны, в частности вырубка леса, разжигание костров в неотведенных местах, выпас скота и скотопрогон, прокладка дорог и других коммуникаций, устройство свалок и замусоривание территории, проезд автомобильного и гусеничного транспорта вне существующих дорог, кроме специальной техники, иные виды хозяйственной деятельности и природопользования, препятствующие сохранению, восстановлению и воспроизводству природных комплексов и их компонентов. Нарушение санитарно-защитных норм строительства объектов техногенного воздействия могут привести не только к уменьшению эстетической ценности, но и к исчезновению краснокнижных видов флоры и фауны и потере ООПТ своей природоохранной значимости (таблица).

Рассмотрим риски функционирования одной из ООПТ Вольского района – «Меловые склоны с растениями-кальцефилами у г. Вольска» – как



Рис. 2. Существующая сеть ООПТ Вольского района

Сводная таблица факторов риска функционирования ООПТ Вольского района

ОСОБО ОХРАНЯЕМАЯ ПРИРОДНАЯ ТЕРРИТОРИЯ	ФАКТОР РИСКА							
	Плоскостной смыв	Абразия	Карст	Линейная эрозия	Ветровая эрозия	Близость населенных пунктов	Промышленные объекты	Вероятность нарушения режима охраны
Змеевы горы	-	+	-	-	-	-	-	+
Меловые склоны с растениями-кальцефилами у г. Вольска	-	-	-	+	-	+	++	+
Меловые склоны с растениями-кальцефилами у с. Тепловка	-	-	-	+	+	+	-	+
Урочище «Гремучий дол»	+	-	-	+	-	-	-	+
Урочище «Долина стрелка»	-	-	-	-	-	-	+	+
Урочище «Мухин дол»	-	-	-	-	-	-	-	+
Урочище «Попова шишка»	-	-	-	-	-	-	-	+
Урочище «Самородные ямы»	-	-	+	-	-	-	-	+
Урочище «Серебряков Дол»	-	-	-	-	-	-	-	+
Урочище «Сосновый бор»	-	-	-	+	-	-	-	+

Примечание. «+» – наличие, «-» – отсутствие фактора риска.



пример соседства охраняемой территории с крупным промышленным центром области. В данном случае, следуя схеме риск-анализа (см. рис. 1), в качестве ответа на первый поставленный вопрос: *что плохого может произойти?* (идентификация риска) – служит риск функционирования ООПТ «Меловые склоны с растениями-кальцефилами у г. Вольска».

Данная ООПТ была организована в 1990 году с ландшафтно-ботаническим профилем. Общая площадь составляет 32 га. Микрозаповедник является уникальным ландшафтным урочищем, чрезвычайно насыщенным видами кальцефильной флоры, большинство из которых являются редкими и занесены в «Красные книги» Саратовской области и России. Уникальностью урочища подчеркивается его местонахождением в урбанизированной и промышленно освоенной местности (пригород г. Вольска). ООПТ ограничена дорогами с юга, севера и запада. К восточной части микрозаповедника примыкает меловой карьер цементного завода «Коммунар» (рис. 3).

Территория микрозаповедника расположена на сильнорасчлененном уступе Приволжской

возвышенности с абсолютными отметками, достигающими 160 м (максимальная отметка 161,5 м). Характерными мезоформами рельефа на территории памятника природы являются: слабонаклонная, плоская водораздельная поверхность (уклон 2–5° юго-западного направления), несколько узких, V-образных глубоко врезаемых балок, разделенных вытянутыми в южном и юго-западном направлениях гребнями.

Наиболее развиты микро- и наноформы рельефа, образованные как размывающей деятельностью воды – водороины, промоины по днищам балок, так и хозяйственными мероприятиями – лесопосадочные борозды, траншеи (особенно по восточной границе, примыкающей к карьеру).

Ответ на вопрос: *что приведет к возникновению риска?* (выявление источников риска) (см. рис. 1) – требует определения факторов геоэкологического риска, а именно, *что усилит или ослабит риск?*

При анализе возможных социально-техногенных и природных факторов геоэкологического риска функционирования ООПТ Меловые склоны с растениями-кальцефилами у г. Вольска в

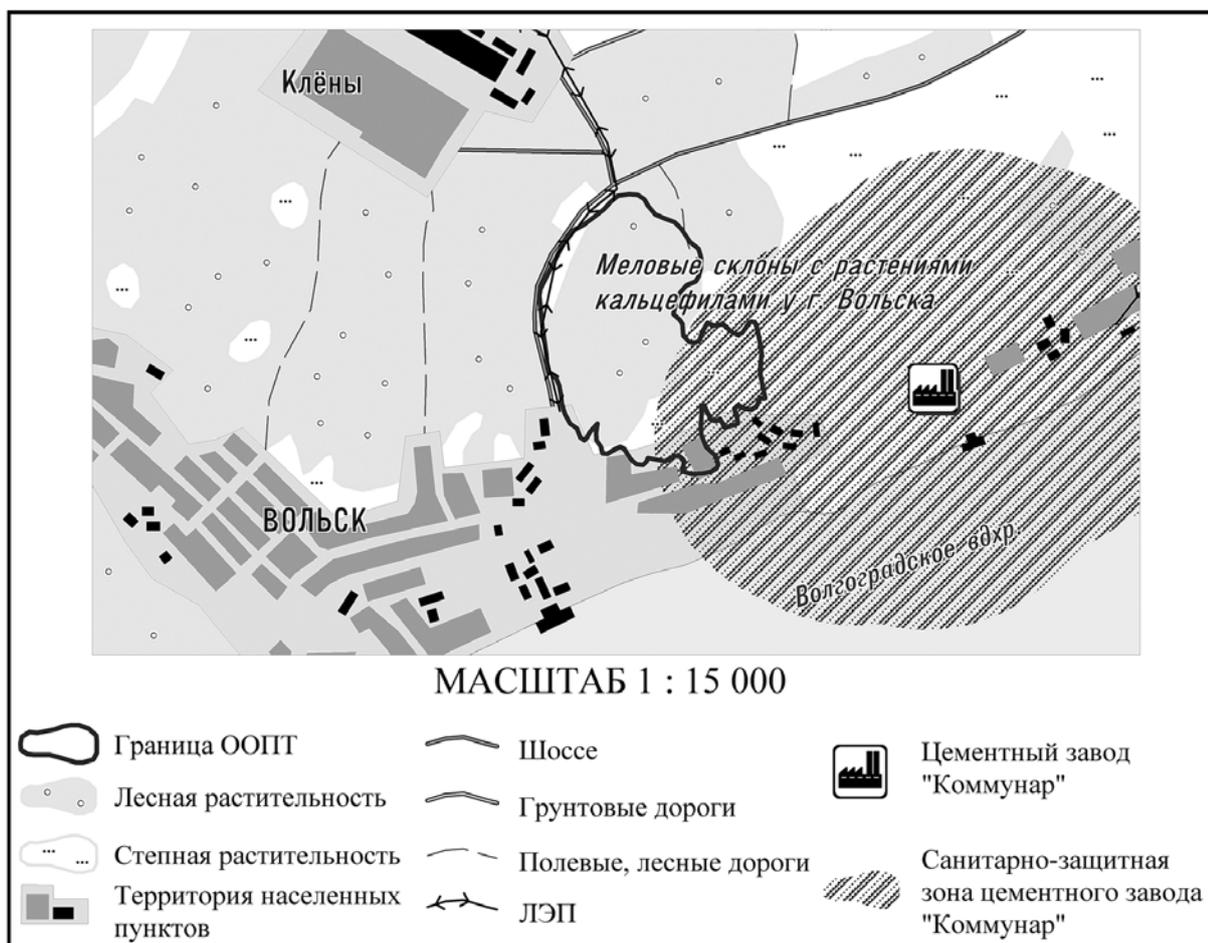


Рис. 3. Обзорная карта ООПТ Меловые склоны с растениями-кальцефилами у г. Вольска



первую очередь стоит отметить, что наибольшее воздействие на это оказывает непосредственная близость г. Вольска и с. Клены. Данный социально-техногенный фактор риска выражается в губительном воздействии активной хозяйственной деятельности на хрупкие биоценозы микрозаповедника:

- загрязнении атмосферного воздуха промышленными предприятиями;
- загрязнении поверхностных и подземных вод, почвенного покрова организацией несанкционированных свалок;
- изменении почвенно-растительного покрова посредством сенокошения на водораздельных участках микрозаповедника, выпаса крупного рогатого скота, прокладки тропинок, сбора ягод местным населением.

К тому же к социально-техногенным факторам геоэкологического риска, оказывающим самое активное воздействие на функционирование микрозаповедника, можно отнести:

- хозяйственную деятельность Вольского лесхоза, выражающуюся в закладке посадочных шурфов для последующей посадки сосны. Данный вид воздействия на окружающую природную среду приводит к нарушению почвенного покрова, изменению микрорельефа, степени и характера увлажнения, структуры травянистого покрова, в том числе уничтожению кальцефильной флоры;

- шоссе «Вольск–Терса», окаймляющее микрозаповедник с запада и севера, относящееся к V категории и имеющее санитарно-защитную зону 25 м, которая не соблюдается в данном случае;

- линию электропередач мощностью 35 кВт, проходящую непосредственно через ООПТ, которая должна иметь санитарно-защитную зону в 10 м, что также не соблюдается;

- санитарно-защитная зона цементного завода «Коммунар», которая покрывает 8,5 га, что составляет около 26% от общей площади охраняемой территории.

Кроме того, в охранной зоне микрозаповедника по закону запрещены свалки, строительство дорог, многоэтажных зданий и иных жилых и хозяйственных построек, а также любые другие виды хозяйственной деятельности и природопользования, препятствующие сохранению, восстановлению и воспроизводству природных комплексов и их компонентов. Как видно из рис. 3, данные требования не соблюдаются.

Все это может способствовать сокращению, а иногда и полному уничтожению представителей флоры, занесенных в региональную Красную книгу (*определение реципиентов геоэкологического риска – кто или что примет на себя воздействие риска?*): адониса волжского, василька Маршалла, василька русского, ономы волжской, прострела раскрытого, эфедры двухколосковой; а также в федеральную Красную

книгу: касатика низкого, ковыля перистого, копеечника Разумовского, копеечника крупноветкового, левка душистого, пиона тонколистного, полыни солянковидной, пупавки Корнух – Троицкого [6].

При анализе источников, факторов и реципиентов использовались картографические и экспертные методы оценки геоэкологического риска функционирования ООПТ Меловые склоны с растениями-кальцефилами у г. Вольска (ответ на вопрос: *как и с помощью чего будет оценен риск? (выбор методов оценки риска)*). Методами геоинформационного картографирования, а также математико-картографического моделирования и пространственного анализа информации об ООПТ была построена серия карт, которая позволила оценить и выявить наиболее уязвимые участки на территории микрозаповедника, а именно его южную часть, которая находится в области влияния санитарно-защитной зоны цементного завода «Коммунар» и подходит близко к жилым кварталам г. Вольска. К максимально уязвимым участкам также относится западная часть заповедника, которая граничит с шоссе «Вольск–Терса» и ЛЭП.

В целях поддержания целостности и нормального функционирования микрозаповедника, а также *управления геоэкологическим риском (как предотвратить или снизить риск?)* надо соблюдать следующие меры:

1. **Запрещается:** лесохозяйственная деятельность, разработка карьеров, организация свалок, сенокошение, выпас скота, прокладка новых дорог и троп, въезд любого вида транспорта, проход населения, сбор цветковых растений, прокладка продуктопроводов и ЛЭП, строительство жилых, подсобных и иных помещений, иные виды деятельности, оказывающие негативное влияние на территорию микрозаповедника.

2. **Необходимо:** установить шлагбаумы и вырыть поперечные рвы на проселочных дорогах, проходящих по территории микрозаповедника; убрать свалки мусора; организовать полустационарные исследования за состоянием объекта; использовать современные технологии при мониторинге состояния микрозаповедника.

Геоэкологический риск-анализ, используя современные информационные методы, в частности методы геоинформационного картографирования и моделирования, способен оказать своевременное влияние на комплекс мер, направленных на поддержание нормального функционирования любой особо охраняемой природной территории.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 51901-2002. Управление надежностью. Анализ риска технологических систем. М.: Госстандарт России, 2002. 26 с.
2. РД 08-120-96. Методические указания по проведению



анализа риска опасных промышленных объектов. М.: НТЦ «Промышленная безопасность», 1996. 18 с.

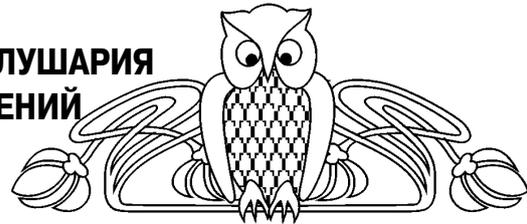
3. Молочко А. В. Геоинформационное картографирование геоэкологических рисков эксплуатации нефтяных месторождений (на примере Саратовской области) // Изв. Саратов. ун-та. Новая серия. 2010. Т. 10. Серия Науки о Земле, вып. 1. С. 35–40.

4. Об утверждении перечня особо охраняемых природных территорий регионального значения в Саратовской области : постановление правительства Саратовской области от 1 ноября 2007 г. // СПС «Консультант Плюс».

5. Особо охраняемые природные территории Саратовской области / под ред. В. З. Макарова. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2007. 300 с.

УДК 551.589

ХАРАКТЕР ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ В АТЛАНТИКО-ЕВРАЗИЙСКОМ СЕКТОРЕ ПОЛУШАРИЯ КАК ИНДИКАТОР КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА РУССКОЙ РАВНИНЕ (на примере зимы)



С. В. Морозова

Саратовский государственный университет
E-mail: kafmeteo@sgu.ru

В настоящей статье рассматривается характер циркуляции атмосферы в атлантико-евразийском секторе полушария с использованием средних многолетних карт поверхности Ат-500 гПа, соответствующих разным периодам состояния климатической системы (стабилизация, вторая волна глобального потепления). На основе динамики изменения барических полей на среднем уровне тропосферы делается вывод о предстоящих изменениях зимних условий на Русской равнине.

Ключевые слова: атмосферная циркуляция, синоптические процессы, региональный климат.

The Atmosphere Circulation Character in Atlantic- Eurasia Sector of Hemisphere as an Indicator of Climatic Changes of Russian Plane (with Winter as an Example)

S. V. Morozova

In this article considers the nature of the atmospheric circulation in the atlantic-eurasian sector of the hemisphere with the use of multiyear averages maps of the surface of the Ат-500 hPa, corresponding to different periods of state of the climate system (stabilization, the second wave of the global warming). On the basis of the dynamics of change of temperature fields on the average level of the troposphere conclusion is made about the forthcoming changes of winter conditions on the Russian plain.

Key words: atmospheric circulation, synoptic processes, regional climate.

Современное состояние земной климатической системы (ЗКС) характеризуется потеплением, начало которого отнесено к концу XIX века. Внутри этого потепления выделяют две волны, первая из которых перешла в конце 40-х годов в фазу стабилизации, продолжавшуюся около двадцати лет и пришедшую на 50–60-е годы XX века. С середины 70-х годов началась вторая волна глобального потепления, характеризующаяся более интенсивным ростом температур – 3°C/100 лет, в то время как тренд температуры в первую волну составил 0,8°C/100 лет [1]. Очевидно, что гло-

бальные климатические тенденции проявляются и в отдельных регионах, в том числе на Русской равнине [2–4].

В настоящее время замечено замедление темпов глобального потепления [5, 6]. Однако насколько значима эта тенденция, приведёт ли она к состоянию стабилизации или завершится ростом температуры, ещё более сильным, и как это проявится на уровне регионов? Актуальным становится вопрос не только будущих изменений глобальной температуры, но и проявления этих тенденций на региональном уровне.

Причиной роста глобальной температуры чаще всего называют антропогенный фактор. Однако изменение глобального климата объяснять действием только антропогенных факторов весьма рискованно, так как более существенное изменение климатических параметров имело место и в геологическом прошлом, и в отдельные периоды эпохи голоцена. Мелкомасштабное изменение климата (порядка нескольких десятилетий), по мнению ряда учёных [5, 7], целесообразно объяснять изменением режима общей циркуляции атмосферы (ОЦА).

Изменчивость климатических условий регионов, соизмеримых с большими частями материков и океанов (естественных синоптических районов (е.с.р.)), складывается под влиянием общей циркуляции атмосферы, т. е. от характера текущих над регионом процессов зависят общие черты погоды и климата, а также изменчивость погодных и климатических характеристик. Наиболее показательными в этом плане являются процессы на среднем уровне тропосферы, поскольку поля на данном уровне отличаются меньшей изменчивостью и большей консервативностью. Кроме того, с высотой преобладает волновой характер движения в отличие от вихревого у поверхности земли. Барические



поля, осреднённые на каком-либо промежутке времени, содержат информацию об особенностях циркуляции в указанном временном интервале: преобладании тех или иных форм циркуляции (зональных или меридиональных), о распределении аномалий температуры в эти периоды, положении зон цикло- и антициклогенеза.

В настоящей статье в соответствии с основными состояниями земной климатической системы (стабилизация, вторая волна потепления) рассмотрены средние многолетние поля поверхности АТ-500 гПа для каждого месяца зимнего периода. К сожалению, для первой волны глобального потепления иметь барические поля поверхности АТ-500 гПа не представляется возможным.

Из анализа средних многолетних полей геопотенциала зимних месяцев за 1956–1970 годы,

опубликованных в [8] и соответствующих периоду стабилизации ЗКС, можно заключить, что барические поля на пространстве I е. с. р. представляют собой довольно чётко выраженную волну с гребнем над океаном и ложбиной над континентом. Такое распределение гребней и ложбин свидетельствует о преобладании в этом временном промежутке формы «С» циркуляции (по Г. Я. Вангенгейму), что представляется вполне логичным в соответствии с тепловым состоянием океанов и континентов зимой. Отметим, что барические поля января и февраля практически идентичны, в то время как в декабре ложбина над океаном выражена очень слабо. В качестве примера на рис. 1 представлено среднее многолетнее барическое поле января за 1956–1970 годы.

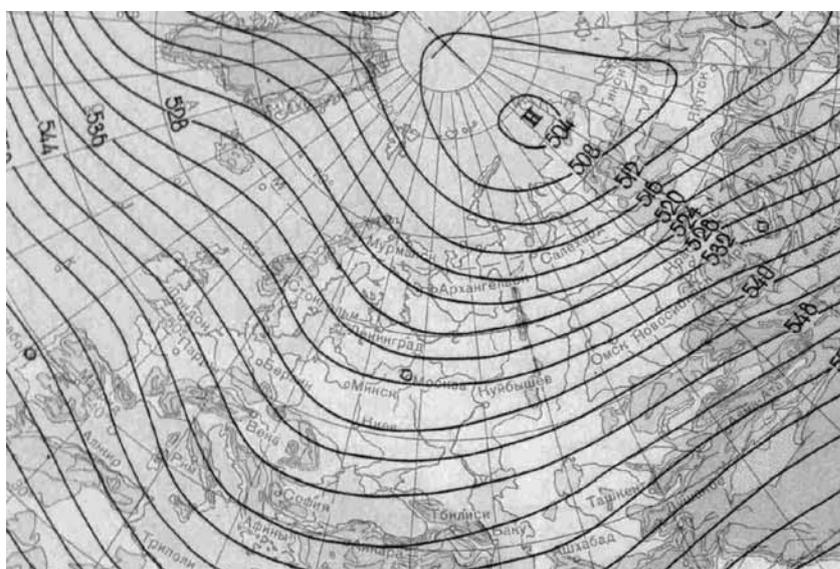


Рис. 1. Среднее поле геопотенциала АТ₅₀₀ (1956–1970 гг., январь)

По характеру распределения поля изогипс отметим довольно чётко выраженный барический гребень над Северной Атлантикой и сопряжённую с ним ложбину над Центральной и Восточной Европой и Западной Сибирью. В это время на Русской равнине отмечались довольно холодные «русские» зимы.

Однако в последующий период, соответствующий началу второй волны глобального потепления, характеризующейся более быстрым ростом температур преимущественно в холодную часть года среднее многолетнее барическое поле АТ-500 гПа (1971–1989 гг.) претерпело существенные изменения, особенно чётко выраженные в январе (рис. 2).

Отметим, что вместо волн довольно заметной амплитуды на многолетней средней карте января (1971–1989 гг.) имеет место чётко выраженная зональная циркуляция. Понятно, что в системе более мелких волн циклоны и антициклоны раз-

виваются слабо и быстро смещаются с запада на восток, реже возникают ситуации блокирования и прорывы холодного воздуха из Арктики. Именно в этот период на Европейской равнине отмечались тёплые, «слякотные» зимы [2–4].

Чтобы как то попытаться предположить, насколько долго продлится вторая волна глобального потепления и охарактеризовать основные тенденции изменения погодных условий зимних сезонов, рассмотрим средние многолетние карты за последний исследуемый промежуток времени (1998–2010 гг.). Отметим, что для января (рис. 3) барическое поле на среднем уровне тропосферы перестроилось в сторону большей меридиональности, причём положение барических гребней и ложбин примерно соответствует их расположению в 1956–1970 годы.

Такое изменение барического поля на среднем уровне тропосферы позволяет предположить проявление в течение нескольких

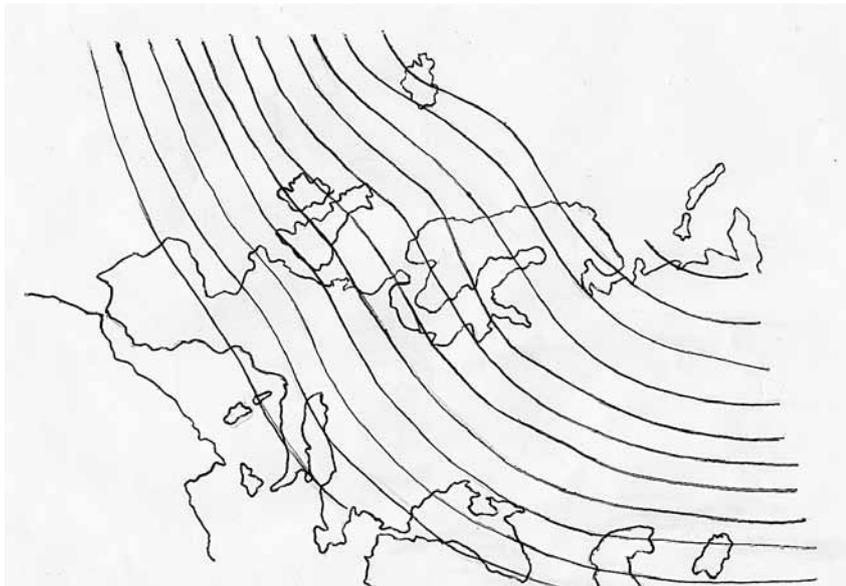


Рис. 2. Среднее поле геопотенциала AT_{500} (1971–1989 гг., январь)

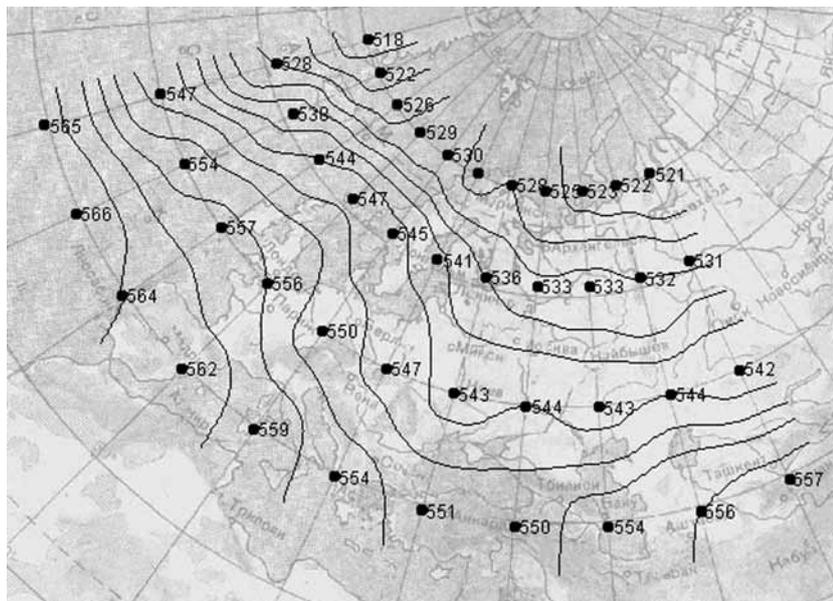


Рис. 3. Среднее поле геопотенциала AT_{500} (1998–2010 гг., январь)

последующих лет в январе условий погоды, идентичных холодному первому 50–60-х годов XX века. В дополнение к сказанному отметим холодную, морозную зиму на Русской равнине 2009–2010 годов, когда аномалия температуры воздуха в январе составила 4–6°C [9].

В отличие от января, где поле перестроилось в сторону меридиональности, в декабре и особенно в феврале, наоборот, циркуляция на пространстве I с. р. в начале XXI века приобрела более зональные черты. Учитывая наметившуюся тенденцию, можно предположить смягчение погодных условий декабря и февраля на европейской территории России и более морозный характер января.

Библиографический список

1. *Шерстюков Б. Г.* Региональные и сезонные закономерности изменений современного климата. Обнинск, 2008. 247 с.
2. *Клименко Л. В.* Об изменении климата в центре Русской равнины // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5, География. 1995. № 6. С. 75–78.
3. *Рыхлов А. Б., Левицкая Н. Г.* Изменения климата Нижнего Поволжья и его агроклиматические последствия // Современные глобальные и региональные изменения геосистем : материалы Всерос. науч. конф. Казань, 2004. С. 370–372.



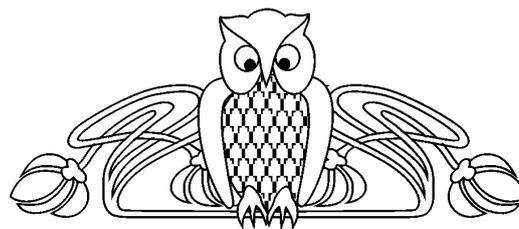
4. Иванова Г. Ф., Левицкая Н. Г., Шаталова О. В. Изменение климата и аномальность зим на территории Саратовской области в конце XX–начале XXI века // Географические исследования в Саратовском государственном университете : сб. науч. тр. Саратов, 2008. С. 165–170.
5. Урюмов А. И. Современные изменения климата Санкт-Петербурга и колебания циркуляции атмосферы // Метеорология и гидрология. 2008. № 1. С. 24–30.
6. Shilovtseva O. A., Romanenko F. A. Climate Change in the Arctic Regions of Russia during the end of the XIX-the УДК 633.1:551.58

- beginning of the centuries // Global and regional climate changes : conference abstracts. Kyiv, 2010. P. 36.
7. Martazinova V. F., Ivanova E. K. Characteristic features of synoptic processes with different probabilities, end XXth–beginning XXIst centuries // Ibid. P. 23.
 8. Синоптический бюллетень. Северное полушарие : в 3 ч. Ч. 3. Декабрь. Январь. Февраль. М., 1974.
 9. <http://www.pogoda.ru.net/anomaly.php> (дата обращения: 18.06.2012).

ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ НА ПЕРЕЗИМОВКУ ОЗИМЫХ КУЛЬТУР

С. И. Пряжина, Е. И. Гужова, С. А. Кузнецова, Р. И. Злобин

Саратовский государственный университет
E-mail: kafmeteo@sgu.ru



В статье по ежедневным метеорологическим данным за семидесятилетний период (1941–2010 гг.) дается балльная оценка зимнего сезона по степени благоприятности перезимовки озимых культур. Анализ показал, что в последние три десятилетия сократился период зимовки и процент гибели озимых культур.

Ключевые слова: перезимовка, выпревание, критерии благоприятности, балльная оценка, зимний сезон.

The Impact of Global Warming on Wintering of the Winter Crops

S. I. Pryakhina, E. I. Guzhova, S. A. Kuznetsova, R. I. Zlobin

The article is on the daily weather data for the seventy-year period (1941–2010 гг.). The evaluation is given on the winter season according to the rate of the favorable wintering of the winter crops. The analysis showed that the wintering period has shortened over the period of the last three decades and the percentage of loss of winter crops has decreased.

Key words: wintering, damping off, the criteria of ease, evaluation, the winter season.

Климат оказывает большое влияние на жизнь и хозяйственную деятельность людей. Особенно он важен для сельскохозяйственного производства, ведь рост, развитие и урожайность культур в значительной мере зависят от солнечного света, тепла и влаги, изменений условий погоды, особенностей климата территории.

Наиболее выраженной особенностью климата в конце XX– начале XXI века является глобальное потепление, которое проявляется в повышении земной температуры воздуха и повышении температуры океана. Наиболее заметное потепление происходит в высоких широтах и в зимний период. В среднем для территории России аномалии температуры близки к 0,9°C за сто лет (1901–2000 г.) [1]. Но так ли благоприятно потепление для развития сельскохозяйственных культур?

По состоянию на 2011 год почти 60% валового сбора зерновых и зернобобовых культур в хозяйствах всех категорий России приходится на пшеницу – 56,24 млн т. При этом валовой сбор озимой пшеницы составил 34,43 млн т, или 36,5% от всего урожая зерновых и зернобобовых культур. Соответственно яровая пшеница занимает второе место в структуре валового сбора – 21,81 млн т (23,2%).

В связи с этим изучение характеристик перезимовки как основополагающего критерия урожайности озимых культур имеет существенное значение. Решающими факторами благоприятности зимнего периода главным образом являются высота снежного покрова и температура воздуха.

Однако температура определяет не только условия, но и длительность периода зимовки, который начинается с устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 0°C осенью и заканчивается при переходе её к положительным значениям весной. Оценка условий перезимовки была проведена на основе ежедневных метеорологических данных за зимние периоды с 1941–2011 год по станции Саратов НИИСХ Юго-Восток [3, 4].

При рассмотрении средней продолжительности зимнего периода по десятилетиям (рис. 1) наблюдается сокращение средней продолжительности зимнего периода, что отразится на условиях подготовки озимых культур к перезимовке и началу весенней вегетации.

Изменяется и сумма температур за зимний период в сторону их абсолютного уменьшения.

Особенно сильно влияет температура воздуха на перезимовку озимых культур при отсутствии снежного покрова или малой его высоте.

Так были выделены нормальные, холодные и теплые зимы из расчета средней многолетней за весь период 1941–2011 годов, которая составила –1041°C. Все зимы, набравшие суммы от-



рицательных температур более 120% от средней многолетней, были отнесены к холодным, а менее 80% – к теплым. Таким образом, зима считалась теплой, если сумма отрицательных температур за ноябрь-март составила 800°C и менее, нормальной 800–1200°C и холодной – более 1200°C.

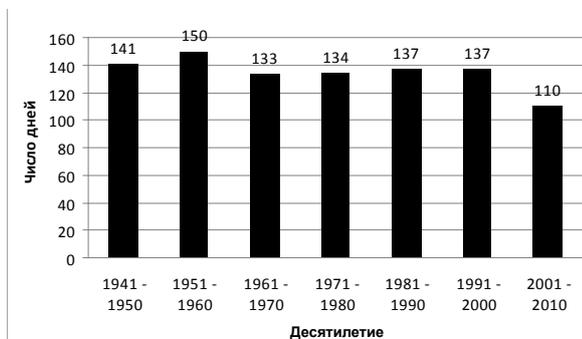


Рис. 1. Средняя продолжительность зимнего периода по десятилетиям

На основе фактических данных, представленных в табл. 1, можно сделать вывод о намечающейся тенденции к потеплению зимних сезонов. Об этом свидетельствует уменьшение повторяемости холодных зимних периодов и увеличение повторяемости теплых.

Таблица 1

Повторяемость теплых, холодных и нормальных зим по ст. Саратов за 1941–2010 гг.

Годы	Холодные	Нормальные	Тёплые
1941–1950	4	6	–
1951–1960	6	4	–
1961–1970	2	6	2
1971–1980	1	7	2
1981–1990	2	3	5
1991–2000	2	2	6
2001–2010	–	5	4
Всего	17	33	19

Средняя сумма температур по десятилетиям прекрасно демонстрирует тенденцию потепления зимнего сезона. Так, можно отметить, что в сравнении с предыдущими последнее десятилетие 2001–2010 гг. оказалось самым теплым за последние 60 лет. Разница эта составила 464,5°C. Но даже в сравнении с десятилетием 1991–2000 гг. разница в 114,9°C оказывается значительной (рис. 2).

Но несмотря на очевидное смягчение температурного режима зимнего сезона, гибель озимых все ещё может иметь высокий процент за счет воздействия крайне неблагоприятных факторов, таких как вымокание, выпревание, притертая ледяная корка.

Самым благоприятным по данному критерию за последнее десятилетие (2001–2010 гг.) оказался сезон 2003–2004 годов.

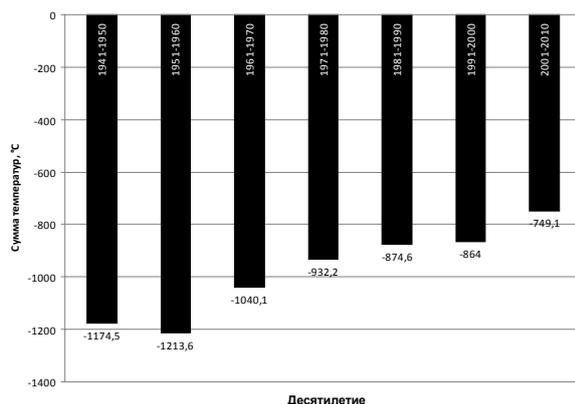


Рис. 2. Сумма средних суточных температур воздуха за зимний период по десятилетиям

При отрицательных температурах наблюдалась достаточная высота снежного покрова, его мощности хватило на защиту озимых культур от вымерзания. К тому же температуры за весь период зимовки не опускались до критической (–18°C). При повышении температуры в весенний период до нуля наблюдался своевременный плавный сход снега, таким образом, культуры не могли подвергнуться вымоканию. Гибель озимых культур составила менее 10%, сезону по степени благоприятности дана оценка в 3 балла (рис. 3).

Самым неблагоприятным оказался сезон 2009–2010 годов.

В период с 3 по 13 января наблюдалось значительное повышение температуры, сопровождающееся снежным покровом излишней мощности (в 40 см), что, несомненно, привело к выпреванию культуры. Что касается весеннего периода, то высокие значения снежного покрова (75–86 см), сохраняющиеся в течение длительного времени (20 дней) при динамичном повышении температуры до нуля и плюсовых значений, привели к вымоканию культур. Таким образом, сезон можно оценить в 1 балл, гибель озимых составила более 25% (рис. 4).

Анализ отдельных типов погодных условий, приводящих к тому или иному проценту гибели растений к весне, позволил выделить следующие комплексы агрометеорологических условий и оценить их по трехбалльной шкале. За критерий благоприятности был принят процент гибели растений на дату весеннего обследования посевов после возобновления их вегетации (табл. 2).

Самая большая повторяемость неблагоприятных зим с оценкой в 1 балл наблюдалась в 60–е годы XX века. С потеплением климата и увеличением количества теплых зим возросла повторяемость сезонов с оценкой в 2 и 3 балла (табл. 3).

Глобальное потепление с его тенденцией к изменению основных агрометеорологических

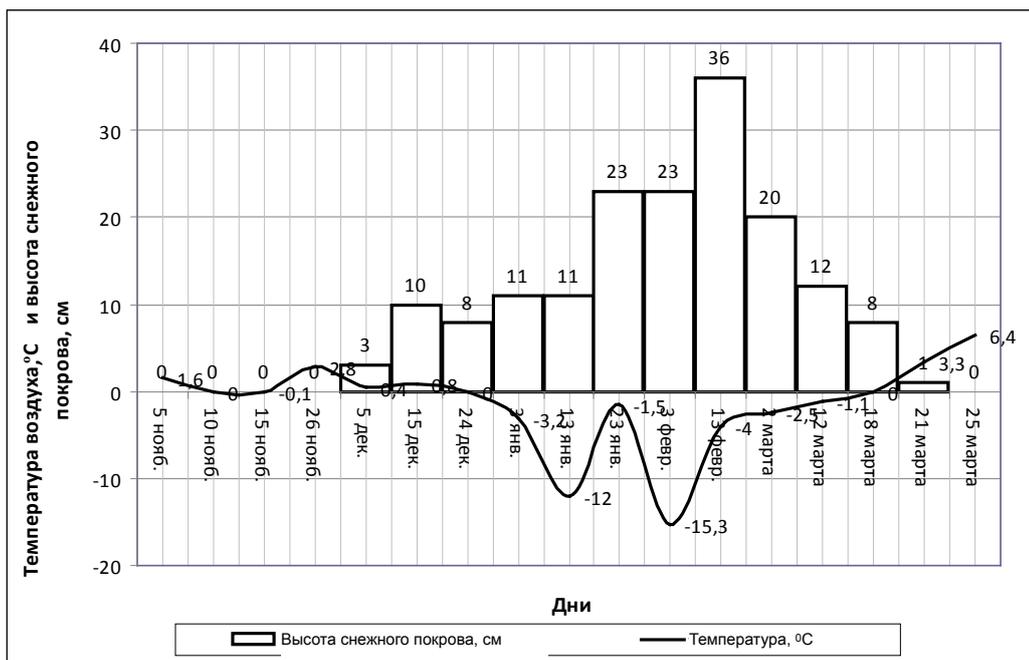


Рис. 3. Зимний сезон 2003–2004 гг.

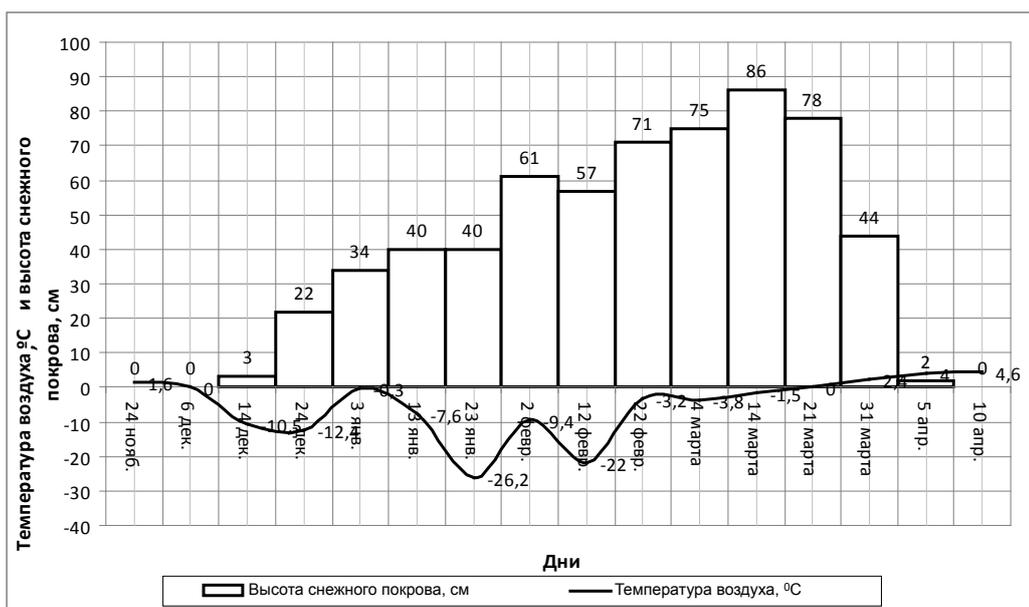


Рис. 4. Зимний сезон 2009–2010 гг.

Таблица 2

Тип погодных условий по степени благоприятности для перезимовки озимых культур

Тип	Оценка, балл
1-й Холодные зимы (сумма отрицательных температур менее -907°C), бесснежные и малоснежные с наличием притертых ледяных корок и вымерзанием посевов более 25%	1
2-й. Теплые и нормальные зимы (сумма отрицательных температур от -605 до -907°C), в основном бесснежные, а также холодные бесснежные и малоснежные с притертыми корками и вымерзанием от 11 до 24%	2
3-й. Нормальные и теплые (сумма отрицательных температур более -605°C), бесснежные и малоснежные, а также холодные снежные без повреждения озимых культур или с небольшими повреждениями (менее 10%)	3



Таблица 3

Повторяемость типов погодных условий по степени благоприятности для перезимовки озимых культур

Годы	Тип			Сумма баллов	Средний балл
	3-й	2-й	3-й		
1963–1970	1	3	3	12	1.5
1971–1980	6	3	1	25	2.5
1981–1990	3	5	2	21	2.1
1991–2000	4	6	-	24	2.5
2001–2010	4	3	2	20	2.2
Сумма	18	20	9	103	2.3

характеристик привело к тому, что в последние три десятилетия отмечается повышение температуры, уменьшение продолжительности зимнего периода и увеличение повторяемости 2-го и 3-го типов погодных условий (см. табл. 2), что создает благоприятные условия для перезимовки озимых культур.

УДК 551.542+551.524.2+551.515.7

АНОМАЛЬНО ХОЛОДНАЯ ЗИМА 2012 г. В САРАТОВЕ КАК РЕЗУЛЬТАТ БЛОКИРУЮЩЕГО АНТИЦИКЛОНА НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

С. Н. Лапина, Г. Ф. Иванова

Саратовский государственный университет
E-mail: kafmeteo@sgu.ru

Рассмотрены особенности зарождения и эволюции стационарного антициклона, который обусловил холодную погоду на всей европейской территории России зимой 2012 г. Аномальные значения температуры и давления рассмотрены на примере Саратова. **Ключевые слова:** высокое давление, стационарный антициклон, среднемесячная и декадная температура воздуха, аномально холодная погода.

Abnormally Cold Winter of 2012 in Saratov as Result of a Blocking Anti-cyclone on European Territory of Russia

S. N. Lapina, G. F. Ivanova

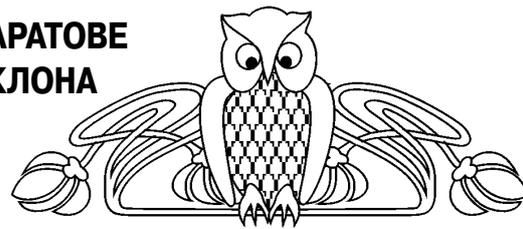
Features of origin and evolution of a stationary anti-cyclone which caused cold weather in all European territory of Russia in the winter of 2012 are considered. Abnormal values of temperature and pressure are considered on an example of Saratov.

Key words: high pressure, stationary anti-cyclone, monthly averaged and decade air temperature, abnormally cold weather.

Зимы прошедшего десятилетия отличались положительным отклонением температуры воздуха от нормы в январе–феврале в Саратове, которое в среднем составило 4,3°C, а в отдельные годы достигало 6,8°C (2007 г.) и 8,4°C (2002 г.) (табл. 1). Однако январь и особенно февраль месяцы 2012 г.

Библиографический список

1. СклЯров Ю. А., Иванова Г. Ф. Проблема глобального и регионального изменения климата // Изв. Сарат. ун-та. 2002. Т. 2, вып. 2. С. 44–48.
2. Пряхина С. И. Структура и продолжительность климатических сезонов г. Саратова. М., 1996. 10 с.
3. Кабанов П. Г. Погода и поле. Саратов, 1975. 235 с.



останутся в истории климата как аномально холодные (табл. 2).

В работе были использованы срочные наблюдения за температурой воздуха и атмосферным давлением за январь и февраль 2012 г. на авиационной метеорологической станции Саратов [1], на основе которых были рассчитаны декадные и среднемесячные значения. В январе 2012 г. в Саратове среднемесячная температура составила 9,5°C, что на 2,1°C превысило климатическую норму за счет теплых двух первых декад, когда средняя за декаду температура воздуха была около –6 С. Тем не менее в третьей декаде января средняя температура составила уже –16,5°C, понижаясь в отдельные дни до –21 ... –23°C. В первой половине февраля погода была очень холодной, средняя суточная температура опускалась до –22 ... –26°C, а в отдельные периоды до –29,8°C (см. табл. 2).

Аномальные условия погоды зимы 2012 г., обусловленные сложившимися циркуляционными процессами, отмечались на всей европейской территории России (ЕТР) и Западной Европы вплоть до Великобритании. В сводках погоды, передаваемых СМИ с конца января и до середины февраля, все чаще звучало: «Небывалая волна холода захлестнула Европу».

В этот период на территории Европейской России, Белоруссии, Украины наблюдалась



Таблица 1

Отклонение среднемесячной температуры воздуха от нормы в зимний период 2000–2009 гг. (Саратов)

Месяц	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Среднее
Январь	5,0	8,3	6,4	4,1	4,8	6,2	-0,9	11,8	0,9	1,5	4,8
Февраль	7,8	4,8	10,4	0,5	3,7	1,6	-1,5	1,8	5,0	3,6	3,8
Среднее	6,4	6,6	8,4	2,3	4,3	3,9	-1,2	6,8	2,9	2,6	4,3

Таблица 2

Среднедекадная и среднемесячная температура воздуха в январе и феврале 2012 г. (Саратов)

Характеристика температуры	Январь				Февраль			
	Декада			Месяц	Декады			Месяц
	I	II	III		I	II	III	
Средняя	-5,6	-6,3	-16,5	-9,5	-19,9	-17,2	-7,9	-15,0
Минимальная	-13,4	-19,4	-23,2	-23,2	-29,8	-27,2	-14,9	-29,8

Примечание. В работе использованы метеорологические данные аэрометстанции Саратов (<http://www.pogoda.ru.net>).

аномально холодная погода с температурой до $-25 \dots -30^\circ\text{C}$, а в отдельных районах до -35°C , что вызвало весьма редко наблюдающиеся природные явления: покрылись льдом Керченский пролив, Азовское море, устье Дуная. В период с 6 по 11 февраля тяжелые погодные условия сложились в Волгоградской, Астраханской областях, Краснодарском крае, в Предкавказье, а также в Болгарии, Румынии, Югославии и Великобритании, где температура понизилась до $-18 \dots -20^\circ\text{C}$, а в отдельных районах до -25°C .

Такие условия погоды и, прежде всего температурный режим, связаны с воздействием устойчивого блокирующего антициклона, который в течение трех недель располагался над севером России.

Изменение давления в Саратове по декадам в январе и феврале 2012 г. показано в табл. 3. Как видим, наиболее высокие средние значения давления наблюдались в третьей декаде января (1037,8 гПа) и в первой декаде февраля (1041,2 гПа). Соответственно экстремально высокие их значения 1041,6 гПа и 1057,3 гПа отмечены в этих же декадах.

Таблица 3

Среднедекадное и среднемесячное давление на уровне моря в январе–феврале 2012 г. (Саратове)

Характеристика давления	Январь				Февраль			
	Декада			Месяц	Декада			Месяц
	I	II	III		I	II	III	
Среднее	1019,6	1020,2	1037,8	1025,6	1041,2	1031,9	1017,6	1030,2
Максимальное	1026,1	1033,6	1041,6	1041,6	1057,3	1042,4	1038,4	1057,3

Сопоставление данных табл. 2 и 3 показало, что резкое понижение температуры воздуха в Саратове соответствовало начавшемуся в конце января росту давления. Такая взаимозависимость температуры воздуха и давления плавно переходила от января на начало февраля. Таким образом, особенности атмосферной циркуляции, определяющие рассмотренный фон температуры, стали проявляться только в третьей декаде января.

Развитие атмосферных процессов происходило следующим образом. В первых двух декадах января характер погоды на Европейской территории России, включая Поволжье, отличался большой неустойчивостью, связанной с достаточно быстрой сменяемостью атмосферных процессов с преобладанием циклонической циркуляции с осадками, гололедными явлениями и туманами.

К 20 января сформировался обширный Азиатский антициклон с давлением 1060 гПа в центре над Алтаем. Западный его отрог распространился

на северо-восточные районы ЕТР, верхнюю и среднюю Волгу. На всей этой территории восточнее 45-го меридиана атмосферное давление выросло до 1030–1035 гПа, температура резко понизилась до $-15 \dots -17^\circ\text{C}$.

Последующая активная циклоническая деятельность в Приморье вызвала ослабление юго-восточного гребня Азиатского антициклона и одновременное усиление западного его отрога за счет арктических холодных вторжений. В районе г. Сыктывкара оформилось самостоятельное ядро с давлением 1054 гПа, так что к 26 января вся территория Европейской России (ЕР) от Баренцева до Каспийского морей была занята обширным антициклоном, являющимся «дочерним» основного Азиатского антициклона. Западный его отрог занял Скандинавию и большую часть Европы.

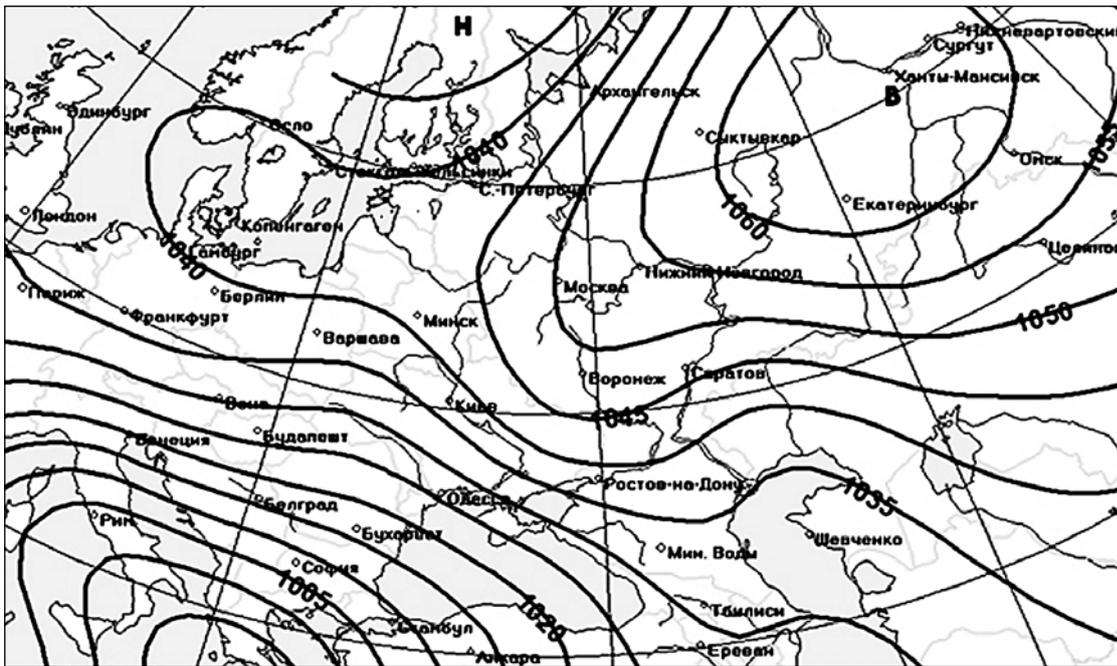
В это же время активизировалась деятельность Азорского антициклона, один из высотных гребней которого смещался на восток, севернее



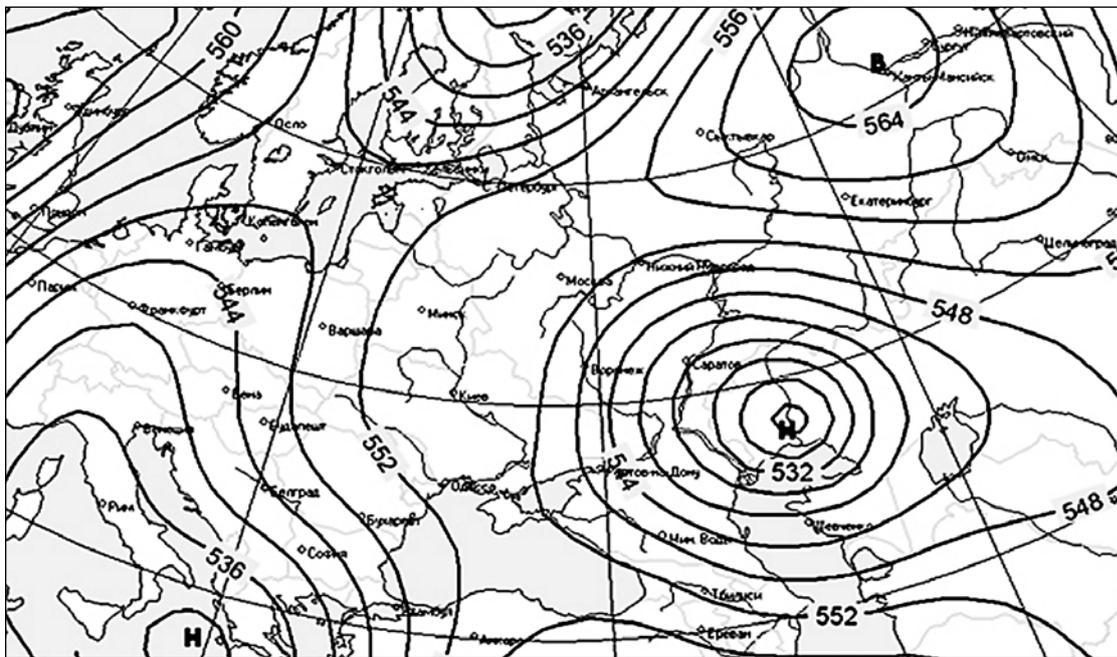
60-й параллели. По восточной и юго-восточной периферии этого высотного гребня с моря Лаптевых с северо-восточными, затем восточными ведущими потоками поступал на ЕТР и далее на запад арктический воздух. Усиливающийся рост давления у поверхности земли способствовал расширению антициклональной области по площади с образованием отдельных самостоятельных очагов. Имел место феномен «мерцательной амплитуды» как по интенсивности, так

и местоположению образующихся в процессе слияния самостоятельных антициклонических центров. Давление колебалось в центрах от 1050 до 1067 гПа, а последовательной их локализацией оказались города Архангельск, Сыктывкар, Ханты-Мансийск и снова Архангельск.

Фрагменты карт погоды за 7 февраля 2012 г., которые отражают основные черты рассматриваемого синоптического процесса, приведены на рис. 1.



а



б

Рис. 1. Фрагменты карты погоды: а – приземное давление; б – высота поверхности Н 500 гПа



Один из центров обширной антициклональной области оформился в районе г. Ханты-Мансийска. Под его влиянием находились арктическое побережье Сибири, вся Европейская Россия, север Зарубежной Европы.

Сложилась ситуация, когда в верхней тропосфере наблюдалась адвекция (горизонтальный перенос) антициклональной завихренности, способствующая повышению изобарической поверхности 500 гПа, а у земной поверхности за счет затока холодного арктического воздуха усиливался барический максимум. В результате сформировался мощный высокий атмосферный вихрь, который прослеживался от поверхности земли до высоты 9 км. Таким образом, имел место ярко выраженный блокирующий процесс.

Этот стационарный антициклон полностью блокировал западно-восточный перенос теплых и влажных воздушных масс с Атлантики. Радиационное выхолаживание подстилающей поверхности в антициклоническом поле в условиях малооблачной погоды вызвало существенное

понижение температуры приземного слоя воздуха на значительной территории.

Стационирование мощного северного антициклона прекратилось 12 февраля, однако значительно ослабленная многоцентровая область высокого давления над Западной Европой и ЕТР еще сохранялась некоторое время.

Перестройка атмосферной циркуляции на большей части ЕР началась с 14 февраля, что повсеместно сопровождалось резким понижением атмосферного давления и повышением температуры.

По интенсивности воздействия и масштабам распространения на запад антициклональный процесс в январе–феврале 2012 г. был экстремальным.

Наглядное представление о связи между величиной атмосферного давления и температурой воздуха в Саратове дает рис. 2. Эта связь подтверждается и достаточно высоким коэффициентом корреляции равным 0,71, рассчитанным между указанными параметрами в Саратове в период стабилизации антициклона.

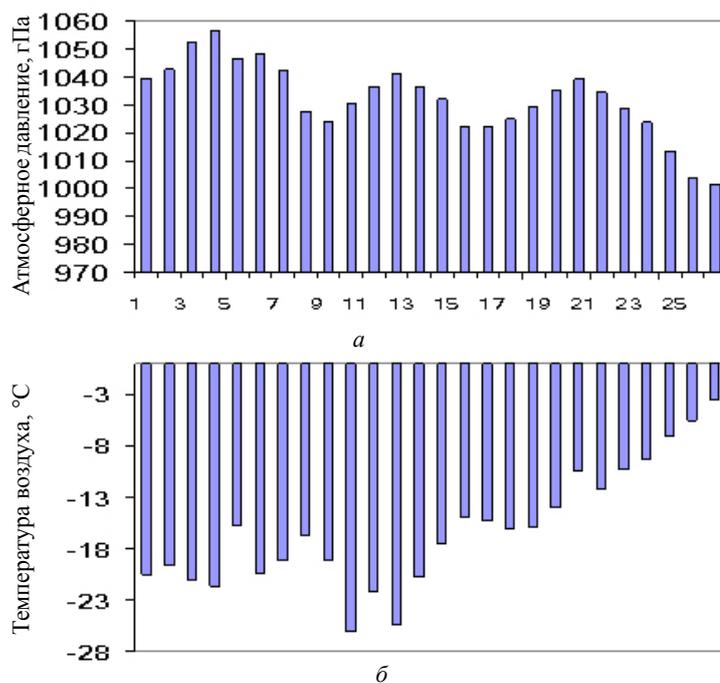


Рис. 2. Временной ход давления (а) и температуры воздуха (б) в Саратове с 1 по 26 февраля 2012 г. в период блокирующего антициклона

Таким образом, исследование условий зарождения и эволюции северного антициклона, который обусловил аномально холодную погоду не только в Поволжье, но и на большей части территории Западной Европы, показало, что ядро высокого давления, зародившись у поверхности земли в отроге Азиатского антициклона, сформировалось и существовало длительное время за счет адвекции холодного арктического воздуха и радиационного выхолаживания в нижних слоях атмосферы. В средней и верхней

тропосфере этот вновь зародившийся антициклон попал в готовую антициклональную циркуляцию, за счет чего и образовалась мощная блокирующая ситуация над ЕТР в толще тропосферы до высоты более 9 км.

Библиографический список

1. Погода и климат. Архив погоды в Саратове. URL: <http://www.pogoda.ru/net/weather.php?id=34171&bday=21&fday=26&amonth=2&ayear=2012> (дата обращения: 29.02.2012).



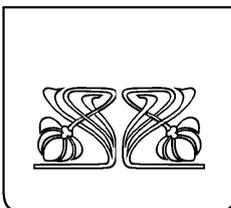
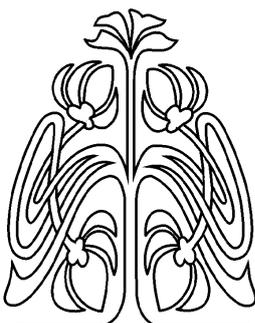
ГЕОЛОГИЯ

УДК [551.7.022+551.763.3](470. 44/47)

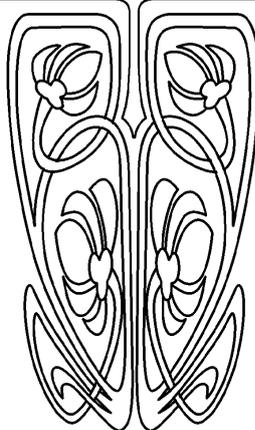
ЛИТОФАЦИИ ПОЗДНЕГО МЕЛА НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Е. Ф. Ахлестина

Саратовский государственный университет
E-mail: science@info.sgu.ru



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ



Рассматриваются фациальные особенности поздне меловых отложений. Выделены генетические группы, соответствующие различным зонам морского бассейна от прибрежных с активной гидродинамикой до глубоководных и депрессионных участков. Установлена последовательность однотипных фациальных зон различных временных уровней. Выделены три фациальные области, последовательно сменявшиеся в пространстве.

Ключевые слова: литофации, сеноман, турон, коньяк, сантон, кампан, маастрихт, морские осадки прибрежные, мелководные, относительно глубоководные, эволюция бассейнов.

The Late Cretaceous Lithofacies of the Bottom Volga Region

E. F. Akhlestina

The distinctions of the late cretaceous lithofacies are considered. The genetic groups are marked. These groups conform to the different zones of the sea basin starting from littoral zones with an active hydrodynamics up to the abyssal zones and the areas of the depressions. The inhariting of monotyped facial zones of different time levels is established. Three facial regions which are following each other in space are established.

Key words: the lithofacies, cenoman, turonian, cognacian, campanian, maastrichtian, the littoral-sea sediments, shallow, relativity abyssal, the basins evolution.

Поздне меловые отложения имеют широкое распространение на территории Нижнего Поволжья [1–6]. Они представлены разнообразным комплексом терригенных, карбонатных, кремнистых пород и их смешанных двух-, трехкомпонентных и более разновидностей [7–8]. Состав этих пород, их закономерная смена во времени и пространстве позволяют предполагать, что их формирование происходило в морском бассейне с выравненными низкими берегами, с нормальной соленостью, с хорошей аэрацией вод в условиях теплого гумидного и субтропического климата [9–12].

При этом акватории бассейнов неоднократно изменялись во времени в связи с проявлением периодически дифференцированных трансгрессивно-регрессивных движений, что сопровождалось закономерной сменой фациальных условий осадконакопления на протяжении того или иного века [7, 13–15].

Сеноманский век

Морской бассейн этого времени имел значительно большую площадь по сравнению с морями прошлых эпох, но это не вызвало существенных фациальных изменений. Широкое развитие имели по-прежнему фации песчаных, алевритово-песчаных, глинисто-алевритовых и алевритово-глинисто-карбонатных осадков прибрежного активного мелководья и открытого малоподвижного мелководья.

Фация песчаных, алевритово-песчаных осадков прибрежного активного мелководья имеет сложное строение и пятнистый характер распределения. Территориально она располагалась преимущественно к западу от Терешко-Волжского и Иловлинско-Волжского водоразделов,



а также в западной части низовья Доно-Волжского водораздела. В пределах площади её развития обстановки седиментации часто менялись от весьма активной до относительно активной и даже слабо подвижной водной среды, что и обусловило пятнистый характер распределения глинисто-алевритово-песчаного материала. Формирование исключительно песчаного материала шло почти на протяжении всего века на северо-востоке зоны Саратовских дислокаций (междуречье верховьев Медведицы и Чардыма), в пределах Керенско-Чембаровского и Ртищевско-Баландинского валов, правобережья Хопра (восточный склон Воронежской антеклизы), а также левобережья низовьев Дона (северо-запада вала Карпинского). Пески разнообразны по гранулометрическому составу – до грубозернистых и гравийных во второй половине сеномана. Преимущественное развитие имеют смешанные средне-, мелкозернистые разности песков глауконитово-кварцевого и кварцевого состава с широким спектром акцессорных минералов (ильменит, рутил, лейкоксен, циркон, гранат и др.) [8, 16]. В основании песчаных толщ, иногда близ кровли или в её средних частях часто прослеживаются фосфоритовые горизонты, мощностью до 0,3–0,6 м. Они представляют собой в одних случаях разнородные пески, в других песчаники или конгломераты, содержащие включения желваковых фосфоритов размером от 2,0 мм до 1–3 см, фосфатизированных ядер и обломков аммонитов, белемнитов, моллюсков, костных остатков рыб, фрагментов скелетов ихтио- и плеозавров, гесперорнисов [17, 18], гравийных зерен кварца, обломков кремней. Прослой кварцевых сливных или различной плотности, иногда железистых (правобережье Дона) песчаников мощностью 0,3–0,6 м встречаются на различных уровнях песчаной толщи в разных участках рассматриваемой территории. Фаунистически пески практически не охарактеризованы. Мощность песков изменяется в пределах 14–54 м (бассейн р. Медведицы), 40–50 м (левобережье Дона), 9–40 м (Нижний Чир).

Фация алевритовых, глинисто-алевритовых осадков открытого слабо подвижного мелководья прослеживается от северо-западного обрамления Прикаспийской синеклизы (от района Воскресенской впадины до Озинок) через южное окончание Саратовских дислокаций в пределы Приволжской моноклинали, а южнее Волгограда в районе Сарпинского прогиба выклинивается. Фация представлена полевощпатово-глауконитово-кварцевыми, кварцево-глауконитовыми алевритами, иногда уплотненными до степени рыхлых алевритов и содержащими прослой глины (до 0,6 м) или смешанные песчано-глинисто-алевритовые, глинисто-кремнисто-алевритовые разности пород (бассейн р. Медведицы). В основании алевритовых толщ, как и песчаных, наблюдается базальный фосфоритовый горизонт в виде грубо-

зернистого песка или известковистого песчаника с желваками фосфоритов, галькой кремней, обломками древесины и раковин двустворчатых моллюсков. Органические остатки встречаются наиболее часто в правобережных разрезах Волги (села Нижняя Банновка, Даниловка и др.). Это редкие аммониты *Schloenbachia varians* (Sow.), белемниты *Actinocamax primus* Arch., частые двустворчатые моллюски *Amphidonte conicum* Sow. и др., а также многочисленные фораминиферы (в глинах), указывающие на принадлежность вмещающих их отложений к нижнему сеноману. Мощность алевритов изменяется от 5–23 м (Нижний Чир) до 65–70 м (правобережье Волги).

Фация алевритово-глинисто-карбонатных осадков открытого слабо подвижного мелководья с депрессионными участками располагается на площади Прикаспийской синеклизы и территориально замещает к востоку (от Приволжской моноклинали), к югу (от бортового участка по линии ближнего и дальнего Саратовского Заволжья) и северо-востоку (от Сарпинского прогиба) обе вышеописанные фации. Однако четкую границу с ними провести трудно, так как на этой обширной территории в течение века условия седиментации менялись и нередко были сходными с обстановками более западных районов. Это обусловило накопление в одних участках морского дна глинистых или алевритистых, иногда песчаных и почти всегда известковистых илов (район оз. Эльтон), в других осадков явного активного мелководья: песков глинистых кварцевых и глауконитово-кварцевых с прослоями глины (Палласовская ПР, мощ. 125 м). На крайнем юго-западе (Колодезная площадь, запад Астраханского свода) начало осадконакопления выразилось конденсированием песчаных желваковых фосфоритов, кремнистых галек, известковистых песчаников, обломков древесины, органических остатков (0,3–0,6 м). В депрессионных участках (преимущественно в компенсационных прогибах или межкупольных зонах) накапливались в основном известковые илы, в разной степени разбавленные глинистым, меньше песчано-алевритовым материалом (разрезы Новоузенской опорной скважины, запад и юго-запад Астраханского свода и прилегающих площадей).

Наиболее полные разрезы отложений этой фации вскрываются скважинами в южных и юго-западных районах Прикаспийской синеклизы. Мощность их изменяется в пределах 85–150 м (Гмелинская ПР) и 80–250 м (Камышинско-Волгоградский прогиб).

Подобное строение описываемых фаций связано со сложным ландшафтом морского дна сеноманского бассейна, с одной стороны, и расчлененностью суши – с другой, вызванных как проявлением дифференцированных тектонических региональных движений, так и активностью на этом этапе соляных куполов. В ряде мест данные образования почти нацело уничтожены.



Туронский век

Отложения этого времени сохранились локальными участками. Они имеют преимущественно карбонатный состав с разнообразным и богатым сообществом морской фауны и флоры. Это позволяет предполагать, что в туронском веке практически вся описываемая территория была покрыта нормальным морским бассейном. Содержащиеся в туронских отложениях органические остатки свидетельствуют о более широком развитии морского бассейна во вторую половину века. О его существовании в начале турона можно предполагать только для некоторых районов вала Карпинского (Бузнинский блок), возможно Астраханского Прикаспия, а также южного склона Саратовских дислокаций и Аркадакской депрессии (наличие смешанного комплекса сеноман-туронских фораминифер) и, наконец, Ульяновско-Саратовской синеклизы, где, по данным Т. Л. Дервиз [19], в основании разрезов турона присутствуют тонкие хрупкие раковины руководящих для нижнего подъяруса форм иноцерармов. В толще турона выделяется две генетические группы.

Фация песчаных и песчано-карбонатных осадков прибрежного активного мелководья представлена песками кварцево-глауконитовыми мелкозернистыми с песчанистыми фосфоритами и сеноманскими и туронскими фораминиферами в основании. Пески слагают весь разрез турона только в районе г. Балашова. При прослеживании фации к востоку отмечается появление в верхней части прослоев грубого мела с галькой песчаников и желваками фосфоритов в подошве. Мощность песчаной пачки 2–11 м, карбонатной 4–7 м.

На северо-восточной окраине Ульяновского прогиба, в окрестностях г. Саратова и ряде других участков фация представлена органогенно-обломочными известняками с переотложенными фрагментами раковин иноцерармов, с зернами кварца, глауконита и фосфорита и фосфоритовым горизонтом в основании толщи известняков общей мощностью 8 м.

Фация карбонатных и глинисто-карбонатных осадков открытого малоподвижного мелководья имеет наибольшее распространение. Она представлена относительно однородной известковой толщей разнообразных мелов (глинистых, кремнистых, смешанных разностей) с богатым и разнообразным комплексом органических остатков (кокколитофорид, фораминифер, иноцерармов, брахиопод). Обломки призматического слоя иноцерармов составляют значительную часть грубых разностей мела, приуроченных к периферии фации. Более тонкодисперсные разности этих пород приурочены к центру Прикаспийской синеклизы и вала Карпинского, где турон имеет максимальную мощность в 70–145 м (Промысловско-Цубукский и Бузнинский блоки).

Коньякский век

Литологически коньякские отложения практически неотличимы от туронских и часто рассматриваются совместно как единое геологическое тело. Они формировались, подобно туронским, в условиях нормального морского режима, принадлежат одной генетической группе и **фации карбонатных и глинисто-карбонатных осадков открытого малоподвижного мелководья**, представленной мелами аналогичными туронским. В южной части Прикаспийской впадины появляются плотные серые известняки, а на территории вала Карпинского – белые известняки с прослоями светло-серых глинистых разностей. Органические остатки коньякских отложений более бедны и менее разнообразны по сравнению с туронскими. В основании толщи мелов иногда прослеживается фосфоритовый горизонт, сложенный кварцево-глауконитовым песком с включениями темной глины и округлых темных фосфоритов, что свидетельствует о некотором перемыве на границе турона-коньяка и наступлении новой фазы (коньякской) трансгрессии. Наиболее глубоководные условия, как и в туронское время, существовали в центральной части Прикаспийской впадины, где зафиксирована и максимальная мощность (до 45 м в разрезе Новоузенской скважины).

Сантонский век

Акватория бассейна в этот период геологической истории региона значительно увеличилась в результате наиболее обширной новой волны трансгрессии, что обусловило формирование более разнообразного комплекса отложений. Выделяется три генетические группы.

Фация песчаных, алевритово-песчаных и алевритово-кремнисто-глинисто-карбонатных осадков прибрежного активного мелководья установлена в пределах изученной территории к западу от Волги, за исключением дальнего Волгоградского правобережья Дона, где она имеет пестрое сложное строение. Начало ее формирования связано с наступлением сантонской трансгрессии и накоплением базального «губкового» горизонта с многочисленными генерациями фосфоритов и генетически различного глауконита в кварцево-глауконитовом рыхлом песчанике (0,2–0,8 м) с известковым цементом, местами переходящем в пески того же состава мощностью до 1,4 м. В наступившем затем этапе седиментационные обстановки менялись во времени и пространстве с образованием смешанных карбонатно-кремнисто-глинисто-алевритовых (междуречье Иловли и Медведицы – юг Доно-Медведицкого вала), кремнисто-глинисто-алевритовых (к западу от Медведицы – Хоперская моноклираль, Терешкинская и другие структуры) илов трансгрессивной фазы осадконакопления. Более однородный алевритово-песчаный состав фация имеет в



верхней части разреза сантона. Формирование этих осадков происходило на фоне регрессии и возникновения в районах дислокаций низменных островов (например, Арчедино-Донского). Мощность их изменяется в пределах 6–9 м (р-н г. Воскресенска), 18–21 м (правобережье Волги, Медведицы), 35–50 м (Нижний Чир).

Фация глинисто-кремнисто-карбонатных, глинисто-кремнистых и кремнистых осадков открытого малоподвижного мелководья и депрессионных участков латерально замещает предыдущую и установлена в узкой полосе, охватывающей площадь Ульяновско-Саратовской синеклизы и прибортовую зону Прикаспийской синеклизы от Саратова до Волгограда. Ведущее значение глинисто-кремнистых, кремнистых осадков, периодически разбавляемых известковым (кокколитоидным, фораминиферовым планктоном), глинистым, реже алевритовым материалом, было связано с расцветом организмов с кремниевым скелетом (губок, радиолярий). Иногда течениями с близлежащих островов доставлялся и более грубый материал, что особенно характерно для разрезов Марсковской депрессии и юга Камышинско-Волгоградского прогиба. Мощность 7 м (Лысая Гора, г. Саратов), 43 м (бассейн р. Иловля).

Фация глинисто-карбонатных, глинисто-кремнисто-карбонатных осадков открытого малоподвижного мелководья и относительно глубоководных участков имеет сложное строение, что связано с ее расположением в области Прикаспийской синеклизы и вала Карпинского, в пределах которых седиментация контролировалась не только латеральной удаленностью от источников терригенного материала, но и тектонической активностью структур мелкого порядка. В результате последних отмечается выпадение всего сантона или отсутствие нижнего сантона. В случае полного разреза первая половина его имеет существенно известковый (фораминиферово-кокколитоидный) состав, а вторая – карбонатно-кремнисто-глинистый, иногда с примесью алевритового материала, что свидетельствует о трансгрессивно-регрессивной направленности формирования данной фации.

Мощность описываемых фаций изменяется в пределах 3–60 м (районы Волго-Уральской антеклизы), 20–102 м (от Саратова до Волгограда), 5–164 м (восточный склон Воронежской антеклизы), 5–10 м (на куполах Прикаспийской синеклизы), 164 м (межкупольные впадины). Такие предельные значения мощности обусловлены, с одной стороны, скоростями седиментации того или иного осадочного материала, а с другой – характером дна морского бассейна.

Кампанский век

Акватория бассейна этого времени несколько сократилась, а кампанской седиментации в ряде районов предшествовал глубокий размыв. Нор-

мальный морской режим установился только с конца раннего кампана. Литологическое строение его разрезов позволяет выделить три генетические группы осадков: прибрежного активного мелководья, депрессионных участков, открытого мелководья, удаленного от берега, и относительно глубоководных участков.

Фация глауконит- и фосфоритосодержащих песчаных и алевритово-песчаных осадков прибрежного активного мелководья установлена на большей части площади к западу от прибортовой зоны Прикаспия. Условия ее образования связаны с возникновением своеобразного по физико-географическим обстановкам режима, подобного времени формирования «губкового» горизонта сантона. Частая смена динамически пассивных периодов активными создавала условия, благоприятные для концентрации в осадках фосфоритов. Процесс конденсированной седиментации, как показывает мощность глауконитовой пачки в основании кампана (2,5–7,5 м), был гораздо более длительным, чем в начале сантона. В зоне Ртищевско-Баландинского поднятия весь кампан сложен песками с прослоями песчаников глауконитово-кварцевого состава, содержащими характерный комплекс биоты (белемнитов, моллюсков, аммонитов, губок, костей мозазавров) для нормально морских условий, существовавших на протяжении всего кампана.

Фация алевритово-глинисто-кремнистых, участками известковистых осадков депрессионных зон распространена в пределах Приволжской моноклинали по всему правобережью Волги и представлена алевритово-кремнисто-глинистыми отложениями с локальной известковистостью, обусловленной присутствием в осадках кокколитоидного и фораминифероидного планктона. Варьирует состав и характер глинистых минералов (монтмориллонит, гидрослюда, глауконит), алевритовой примеси. Макрофаунистически фация охарактеризована слабо. Пороодообразующими организмами силицитов являются радиолярии, губки. Мощность варьирует от 0,8 до 30 м. Наиболее мощные разрезы (60–70 м) вскрыты Николаевской опорной скважиной и в Западном Прикаспии.

Фация глинисто-карбонатных, карбонатных, глинисто-кремнисто-карбонатных осадков открытого мелководья, удаленного от берега и относительно глубоководных участков выделена в полосе Приволжской моноклинали, в прибортовой и центральной частях Прикаспия, в пределах вала Карпинского. Она является естественным латеральным продолжением к востоку и югу фации активного мелководья и фации алевритово-глинисто-кремнистых образований. Строение фации неоднородно. В западных районах по обрамлению Прикаспийской синеклизы существовали условия, благоприятные для смешанной кремнисто-глинисто-карбонатной или кремнисто-глинистой седиментации.



В северных и северо-восточных районах формировались глинисто-карбонатные и карбонатные (кокколитовые) отложения (Воскресенская, Вольская впадины), на юго-западе (Донская излучина) – алевритово-глинисто-карбонатные.

На большей части территории Прикаспия, вала Карпинского почти повсеместно накапливались известковые (кокколитовые, фораминиферово-кокколитовые) и глинисто-известковые отложения, иногда с примесью алевритового или кремнистого материала. В районе Астраханского свода отлагались белые мелоподобные известковые образования с прослоями известковых глин мощностью 135 м (Астраханский свод), 235 м (юго-запад прибортового уступа Прикаспийской синеклизы). В целом, как и в сантонское время, существенные изменения мощность отложений кампанского этапа определялись как часто тектоническими движениями регионального или местного характера, так и характером осадочного материала, скоростью его накопления.

Маастрихтский век

Разнообразный литологический состав, ритмичное строение разрезов маастрихтских отложений, характер их распределения по латерали свидетельствуют, что маастрихтский век отличался сложными периодически проявляемыми дифференцированными тектоническими движениями как регионального, так и местного значения. Наиболее активно они происходили на юго-западе рассматриваемой территории, что привело к некоторому обмелению морского бассейна, сокращению его акватории при одновременном увеличении площадей и глубин депрессионных участков, возрастании положительных структур. Поднятия, начавшиеся в конце раннего маастрихта, продолжались и во второй половине века (например, Арчедино-Донская зона Доно-Медведицкого вала), ставшие дополнительными поставщиками терригенного материала. При этом маастрихтский бассейн сохранил нормальные морские условия, но сложный характер морского дна обусловил локальность распределения различных осадков. Они составили, как и в кампанское время, три генетические группы, соответствующие следующим фациям.

Фация песчаных и глинисто-песчано-алевритовых осадков прибрежного активного мелководья занимает небольшие площади в пределах Медведицко-Доно-Хоперского междуречья Пензенской, Саратовской и Волгоградской областей и обрамляет с востока Воронежский выступ и другие участки суши. Она представлена кварцево-глауконитовыми, реже кварцевыми песчаниками мощностью от 0,10 до 1,0 м, приуроченными часто к основанию разрезов и содержащими мелкие желваковые фосфориты, ростры белемнелл, фрагменты костей мозазавров и другой фауны (под Пензой, у с.Невежкино Саратовской

области, в районе Горного Балыклея Волгоградской области, берега Карповского водохранилища Волго-Донского канала) [18]. Прослой песков, алевритов, алевритов накапливались во многих участках отмеченной выше площади. Они имеют тот же состав, что и песчаники, и различную мощность (от 1,5–3 м на северо-западе до 80 м на юго-востоке). Наиболее выдержанные толщи песчано-алевритовых отложений формировались во второй половине маастрихтского века.

Фация алевритово-кремнисто-глинисто-известковых и глинисто-кремнистых осадков депрессионных участков имеет наибольшее распространение в узкой полосе (20–100 км), протягивающейся через всё Ульяновско-Саратовско-Волгоградское Поволжье. В строении разрезов фации принимают участие кремнисто-глинистые, кремнистые осадки в нижней части и смешанные известково-кремнисто-глинисто-алевритовые разности в верхней, что четко отражает трансгрессивно-регрессивный характер осадконакопления. Из органических остатков присутствуют радиолярии различной степени сохранности, кокколиты, фораминиферы. Участками фация тесно связана с аналогичной кампанской, образуя единое кремнисто-глинистое тело, что свидетельствует об унаследованности условий седиментации. Мощность нижней толщи 1,7–36 м, верхней 9–52 м.

Фация глинисто-карбонатных и карбонатных осадков открытого малоподвижного мелководья и относительного глубоководья развита на северо-востоке (Хвалынского-Вольский регион), и юго-востоке, где она занимает всю Прикаспийскую впадину и прилегающие с севера, запада и юго-запада районы. Она представлена чистыми кокколитовыми пясчими мелями, чередующимися с глинистыми его разностями, содержащими разнообразный комплекс планктонных, реже бентосных фораминифер. В основании мелов часто отмечаются включения мелких желваковых фосфоритов, редко песчаный фосфоритовый горизонт. Наиболее полные разрезы этой фации вскрыты скважинами на Промыслово-Цубуксом блоке, в Новоузенской и южной области Прикаспийской впадины (до 188 м, Джанбайская площадь). В межкупольных участках фация сложена либо чисто известковыми (меловыми) отложениями, либо глинисто- и кремнисто-известковыми. Редко в строении фации принимает участие алевритовый материал (район Астраханского свода). Особенно его много в юго-западной прибортовой зоне Прикаспия. Здесь же установлена и максимальная мощность (до 230 м). На северо-востоке мощность осадков этой фации составляют 20–84 м.

Анализ рассмотренных выше фаций позволяет заключить:

1. Все накопившиеся в течение позднего мела осадки по своим генетическим особенностям являются морскими отложениями прибрежного активного мелководья, открытого малоподвижного



мелководья, депрессионных зон и относительно глубоководных участков, удаленных от берега.

2. Территориальное положение и типы фациальных зон различных временных уровней часто совпадают, что свидетельствует об их унаследованности в развитии позднемелового бассейна рассматриваемого района.

3. Условно выделяется три последовательно сменявшие друг друга в пространстве фациальные области: западная, центральная и восточная. Границы между ними во времени несколько изменялись. Западная область характеризовалась преимущественным формированием фаций механогенного ряда (песчаных, алевритово-песчаных, глинисто-песчаных, глинисто-песчано-алевритовых). Для центральной области типичны карбонатно-глинисто-кремнистые, кремнисто-глинистые и кремнистые. Наиболее выдержанной во времени является восточная фациальная область, где основное развитие имели фации биогенных карбонатных отложений.

4. Эволюция в развитии позднемелового бассейна проявилась в изменении соотношений различных типов осадков во времени и пространстве и характера биоты, что обуславливалось изменением характера бассейна от мелководного эпиконтинентального (турон – коньяк) до субокеанического (сантон – маастрихт).

Библиографический список

1. *Архангельский А. Д.* Верхнемеловые отложения востока Европейской России // Матер. геол. России. СПб., 1912. Т. 25. 631 с.
2. *Милановский Е. В.* Очерк геологии Среднего и Нижнего Поволжья. М., 1940. 276 с.
3. *Флерова О. В., Гурова А. Д.* Верхнемеловые отложения областей Русской платформы // Мезозойские и третичные отложения центральных областей Русской платформы. М., 1958. С. 185–226.
4. *Морозов Н. С., Бушинский Г. И., Ротенфельд В. Б., Дубейковский Г. Г.* Меловая система // Геология СССР. Т. 11. Поволжье и Прикамье. Ч. 1. Геологическое описание. М., 1967. С. 521–529.
5. *Бондарева М. В., Морозов Н. С.* Верхнемеловые отложения междуречья Медведицы и Волги в пределах Саратовской области // Вопр. геол. Южн. Урала и Поволжья. Вып. 7, ч. 1. Палеозой и мезозой. Саратов, 1970. С. 116–140.
6. *Бондарева М. В., Морозов Н. С., Бондаренко Н. А.* Сантонские, кампанские и маастрихтские отложения междуречья Медведицы и Волги в пределах Волгоградского правобережья // Вопр. геол. Южн. Урала и Поволжья. Вып. 22. Саратов, 1981. С. 84–94.
7. *Бондаренко Н. А.* Стратиграфия и условия седиментации сантонских, кампанских и маастрихтских отложений правобережья Нижнего Поволжья : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Саратов, 1990. 22 с.
8. *Бондаренко Н. А.* Минералого-петрографическая характеристика верхнемеловых пород Саратовско-Волгоградского междуречья Волги и Медведицы // Вопр. стратиграф. и палеонтол. Вып. 5. Саратов, 1980. С. 89–107.
9. *Ахлестина Е. Ф., Бондаренко Н. А., Гуцаки В. А., Курлаев В. И.* Состав, парагенетические связи и генезис силицитов верхнего мела и палеогена Нижнего Поволжья // Осадочные породы и руды : материалы науч. совещ. Киев, 1980. С. 212–219.
10. *Ахлестина Е. Ф., Иванов А. В., Первушов Е. М.* Роль кремниевых организмов в осадконакоплении в позднемеловых и палеогеновых бассейнах Нижнего Поволжья // Результаты общегеол. и палеонтол.-стратиграф. исслед. НИИ геологии и геологич. фак. СГУ: Тр. НИИ геологии СГУ. Нов. сер. Саратов, 2001. Т. VII. С. 19–30.
11. *Яночкина З. А., Букина Т. Ф., Ахлестина Е. Ф., Жидовников Н. Я.* Карбонатонакопление в палеобассейнах позднего фанерозоя юго-востока Русской платформы // Учен. зап. геол. фак. СГУ. Нов. сер. 1997. Вып. 1. С. 10–18.
12. *Яночкина З. А., Букина Т. Ф., Ахлестина Е. Ф.* Кокколиитофориды как один из существенных элементов биосферы позднего фанерозоя // Проблемы изучения биосферы : избр. тр. Всерос. науч. конф. Саратов, 1999. С. 63–77.
13. *Яночкина З. А., Жидовников Н. Я., Ахлестина Е. Ф., Букина Т. Ф.* Фациально-генетический анализ отложений палеобассейнов фанерозоя юго-востока Русской платформы // Тр. / НИИ геологии СГУ. Нов. сер. Том. 1. Саратов, 1999. С. 33–43.
14. *Яночкина З. А., Гуцаки В. А., Иванов А. В., Букина Т. Ф., Ахлестина Е. Ф., Бондаренко Н. А., Московский Г. А.* Литолого-фациальные особенности отложений позднего фанерозоя юго-востока Восточно-Европейской платформы. Саратов, 2000. 114 с. (Тр. НИИ геологии СГУ. Нов. серия. Т. V).
15. *Яночкина З. А., Букина Т. Ф., Ахлестина Е. Ф., Жидовников Н. Я., Иванов А. В., Турунов Д. Л.* Цикличность осадконакопления в бассейнах позднего фанерозоя юго-востока Восточно-Европейской платформы // Тр. / НИИ геологии СГУ. Нов. сер., 2001. Т. VIII. С. 100–115.
16. *Ахлестина Е. Ф., Задумина М. И., Курлаев В. И., Черняева А. Ф.* Особенности распределения тяжелых акцессорных терригенных минералов в верхнемеловых отложениях Саратовского правобережья // Вопр. геол. Южн. Урала и Поволжья : междуз. науч. сб. Саратов, 1977. Вып. 14. С. 16–32.
17. *Иванов А. В.* Основные особенности развития меловых пикнодонтовых устриц // Проблемы изучения биосферы. Саратов, 1998. С. 78–81.
18. *Первушов Е. М., Архангельский М. С., Иванов А. В.* Каталог местонахождения морских рептилий в юрских и меловых отложениях Нижнего Поволжья. Саратов, 1999. 232 с.
19. *Дервиз Т. А.* Юрские и меловые отложения. Л., 1959. 366 с.



УДК [552.5.+551.763.3] (470/45)

ПОЗДНЕМЕЛОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ГРЕМЯЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ

Е. Ф. Ахлестина, Г. А. Московский

Саратовский государственный университет
E-mail: MoskovskyGA@info.sgu.ru

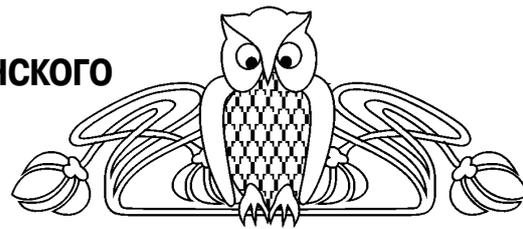
Авторы статьи рассматривают состав отложений позднего мела, вскрытых скв. 13,62 на Гремячинском месторождении калийных солей, расположенном в Волгоградской области. Охарактеризованы выделенные литотипы, образующие по разрезу позднего мела закономерно чередующиеся слои (толщи) терригенных, карбонатных, глинисто-кремнистых отложений в соответствии с эволюцией бассейнов седиментации от морских эпиконтинентальных (сеноман, турон-коньяк) до субокеанических (сенон).

Ключевые слова: поздний мел, отложения, литотипы, сеноман, турон, сенон, бассейны седиментации.

The Late Cretaceous Deposits of Potassium Soils at the Gremyachinsk Field

E. F. Akhlestina, G. A. Moskovsky

The authors consider the compound of the late cretaceous deposits opened up in the bore hole number 13, 62 at the Gremyachinsk field of the potassium soils in the Volgograd region. According to the sediment basins evolution from the epicontinental basins (cenoman, turon-cognacian) to the subpelagic basins (cenonian) the lithotype which form in the late cretaceous level the regular repeated layers of the terrigenous, carbonate, argillaceous-siliceous deposits are characterized.

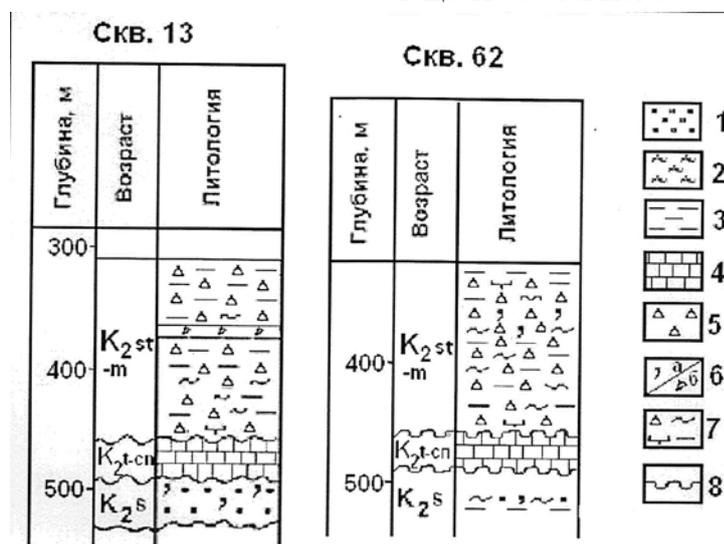


Key words: late cretaceous, deposits, the lithotype, cenoman, turonian, cenonian, the sedimentation basins.

На территории рассматриваемого месторождения позднемеловые отложения изучены петрографически по разрезам двух скважин: скв. 13 (инт. 539,3–310 м) и скв. 62 (инт. 545,5–325,9 м) (рисунок). Гипсометрически скважины расположены примерно на одном уровне [1] и вскрывают практически однотипный характер отложений сеноманского, туронского ярусов и сенона, в толще которых описываются следующие литотипы.

Сеноманские отложения изучены в инт. 545,5–538,0 м (скв. 62) и 539,3–501,0 м (скв. 13). Они представлены песками, алевро-песками глауконитово-кварцевыми, прослоями, обогащенными кремнисто-глинистым материалом до степени рыхлого алевро-песчаника или глины алевроитовой.

Глина (скв. 62, инт. 545,5 м) буровато-серая комковато-пластинчатая, рыхлая (крошится на мелкую щебенку). Излом неровный мелкоступенчатый. Порода с HCl не реагирует. Глинистое вещество составляет 60–65%. Это тонкодисперс-



Разрезы позднего мела, вскрытые скв. 13 и скв. 62 на Гремячинском месторождении калийных солей: 1 – пески, песчанность; 2 – алевролиты, алевроитовость; 3 – глины, глинистость; 4 – мел; 5 – силициты опоквидные; 6a – глауконит, 6б – губки; 7 – смешанный известково-алевроитовый глинисто-кремнистый литотип; 8 – несогласное залегание пород. Возраст пород: K₂S – сеноманский ярус, K₂t-cn – туронский и коньякский ярусы нерасчленённые, K₂st-m – сантонский и маастрихтский ярусы нерасчленённые



ная микрозернисто-тонкокочешуйчатая масса с агрегатной поляризацией. Участками глинистые чешуйки уплотнены и имеют субпараллельную ориентировку, желтоватые цвета интерференции и, вероятно, монтмориллонитовый состав. В пелитовой микрозернистой массе просматриваются микрочастицы глауконита, присутствующего в виде зеленых, буровато-зеленых округлых и неправильных зерен алевритово-песчаной размерности (0,04–0,16 мм) агрегатного, редко волокнистого строения. В этой же массе неравномерно распределен терригенный песчано-алевритовый материал в количестве примерно 30–35%. Он плохо отсортирован по гранулометрическому составу, хотя преобладают алевритовые частицы, но размер их изменяется в пределах 0,008–0,10 мм. Песчаные частицы размером до 0,20 мм отмечаются редко. Терригенный материал представлен преимущественно бесцветными угловатыми, реже полуокатанными зернами кварца (25–30%), 2–3% составляют бесцветные угловатые таблички микроклин-ортоклазов, слюды (мусковит, буровато-зеленые волокна гидрослюд). Часто наблюдаются углистые частицы, гумифицированные и углефицированные растительные остатки в виде черных непрозрачных и коричнево-красных включений размером до 0,12×0,32 мм, иногда с вкраплениями пирита. Из акцессорных минералов встречены эпидот, гранат. Структура алевритово-пелитовая.

Алеврит-песчаник, изученный в инт. 538 м, (скв. 62), представлен темно-серой разнозернистой рыхлой породой с черными прожилками и отпечатками углефицированных растительных остатков, несколько обогащенной глауконитом (до 20–25%) и кремнисто(15–20%)-глинистой (15–20%) пелитовой массой, что позволяет отнести её к ультрасмешанному кремнисто-глинисто-глауконитово-алевритовому литотипу. Все компоненты распределены неравномерно в виде прожилково-пятнисто-линзовидных скоплений. Преобладает терригенный материал (35–40%), в составе которого в основном присутствует кварц (30–35%). Зерна его бесцветные неправильные угловатые и различно окатанные алевритовой (0,04–0,10 мм) и в меньшем количестве мелкозернистой (0,10–0,25 мм) песчаной размерности. Единицы и доли процента составляют полевые шпаты (2–3%) в основном микроклин-ортоклазового ряда, иногда со следами пелитизации, замещения глауконитом; обломки кремней кварц-халцедонового состава, чешуйки мусковита, акцессорные минералы (эпидот, гранат, циркон, сфен).

Глинистое вещество различно окристаллизовано. В одних линзовидных участках (по шлифу) это тонкокочешуйчатый монтмориллонит, в других – прожилки, прослойки слабокристаллизованного микрозернистого глинистого вещества с микрочастицами глауконита, углистыми вкраплениями и гуминовым материалом. Последний пронизывает породу в этих участках нитевидными буро-черными прожилками с вкрапленностью фромбоидального пирита, с раздувами, к которым приурочены

включения тонких алевритовых (0,008–0,016 мм) зерен кварца.

Кремнезем, вероятно, пленочный гидрогель-алюмо-кремнистый, опал-кристобалитовый, иногда с мелкими (до 0,04–0,06 мм) сферами халцедона. Глауконит присутствует в виде зеленых различных оттенков округло-овальных и неправильных зерен агрегатного, редко волокнистого строения, иногда с вкраплениями пирита. Структура псаммитово (разнозернисто)-алевритово-пелитовая.

Пески (инт. 539,3–501,0 м, скв. 13) зеленовато-светло-серые мелко-среднезернистые с содержанием кварца до 80–85% и глауконита до 10–15% [2].

Состав пород сена и характер распределения компонентов позволяют предположить, что накопление их иловых праосадков происходило в морском мелководном бассейне с обильной донной растительностью, с периодически проявляемыми донными волнениями, зонами взмучивания и перемива осадочного материала, а также с периодами некоторого затишья темпа терригенного осадконакопления. Это способствовало разложению и гумификации растений и осадков, трансформации глинистого вещества, конденсации глауконита, пирита, кремнезема.

Турон-коньякские ярусы. Этот возрастной интервал (скв. 13, инт. 501,0–464,0 м; скв. 62, инт. 470–490 м) представлен литологически монотонной известковой толщей, в которой выделяется два литотипа: мелоподобный органогенный известняк и мел пишущий. Оба литотипа имеют белую окраску со светло-сероватыми прожилками (в известняке) или кремоватым оттенком (у мела). Известняк неравномерной плотности, крепости, с неровной (комковатой) поверхностью скола зерна. Мел более однородный по плотности, крепости с почти ровным шероховатым изломом. Реакция породы с HCl активная. В составе обеих пород преобладает органогенный кальцит (80–85% в известняке и 98% в мелу) в виде пелитового кокколитового шлама (преобладающего в мелу) и фораминиферового детрита, кальцифер, фрагментов золотистых водорослей, довольно равномерно насыщающих известняк. При этом часто встречаются башенковидные формы фораминифер и крупные элементы макрофауны размером до 0,16–0,24 мм и 0,2×1,10 мм, выполненные кристаллически-разнозернистым кальцитом, иногда замещенным ангидритом. В обоих литотипах отмечаются выщелоченные полости фораминифер (больше их в известняке) полые и заполненные темным непрозрачным в проходящем свете и желтоватым в отраженном свете гуминовым веществом. Последний наблюдается также в виде гумифицированных растительных остатков в известняке. В этом же литотипе фиксируется незначительная примесь глинистого тонкодисперсного вещества (10–15%), образующего прожилково-пятнистые скопления, слабо проявляющиеся на общем



пелитовом фоне и агрегатной поляризации породообразующего кальцита. Редко встречаются углистые частицы, вкрапления пирита.

Структура этих пород пелитово-органогенная. Формирование их происходило в морском бассейне с нормальным солевым и газовым режимом, хорошей аэрацией вод при спокойных гидродинамических условиях.

Сенон (сантон-кампан-маастрихт) (инт. 461,5–325,9 м, скв. 62; инт. 464–310 м, скв. 13) представлен толщей чередующихся слоев глин, глино-силицитов, силицитов, силицито-глауконитов, глино-алевро-силицитов, глино-известково-силицитов, алевролитов.

Основным породообразующим компонентом этой части разреза является полигенный кремнезем, неравномерно (послойно, прожилково-линзовидными участками) разубоживаемый глинистым, песчано-алевритовым, известковым материалом, глауконитом до образования двух-, трехкомпонентных литотипов.

В составе кремнезема преобладает опал-кристобалит и кремниевая органика – радиолярии, реже губки различной сохранности. Радиолярии часто выщелоченные и полости их замещены цеолитами и (или) кристобалитом. Участками наблюдается пленочный алюмо-кремнистый гидрогель.

Глинистое вещество имеет монтмориллонитовый и монтмориллонит-гидрослюдистый состав, иногда с примесью смешано-слоистой смектит-иллитовой фазы.

Монтмориллонит образует редкие прослои глин (325,9 м), в которых он составляет до 90–95%. Это тонкочешуйчатая глинистая масса с плотной упаковкой субпараллельно ориентированных чешуек с желтоватыми цветами интерференции, с редким включением фрагментов радиолярий плохой сохранности, бесцветных угловатых зерен кварца, полевых шпатов, глауконита, пирита, реликтов известковых организмов. В других литотипах глинистое вещество представлено монтмориллонитом и гидрослюдой глауконитового типа. При этом монтмориллонит имеет прожилково-линзовидное распределение, а глауконит присутствует обычно в виде рассеянной вкрапленности отдельных зерен песчано-алевритовой размерности и их пятнистых скоплений. Количество такого глауконита изменяется в широких пределах – от долей и единиц процента до 25–30% (инт. 370 м) в силицито-глауконититах, в которых пелитовая фракция состоит в основном из микронных частиц глауконита. Глауконит наблюдается в виде травяно-зеленых зерен агрегатного, реже волокнистого строения, иногда с включениями фромбоидального пирита, с трещинами синерезиса.

Терригенный песчано-алевритовый материал составляет в рассматриваемых отложениях скв. 62 от 3–5% (инт. 325,9 м, 332,3 м) до 10–15% (инт. 335 м, 350 м, 399 м), редко его количество повышается до 20–25% (инт. 370 м, 382,5 м). Преобладает в основном тонкий алеврит с размером частиц 0,008–0,06 мм. Лишь в прослоях с наибольшим

содержанием терригенного материала (инт. 370 м, 382,5 м, 391 м) отмечается плохая отсортированность его по гранулометрическому составу. В отложениях этих интервалов размер частиц изменяется от 0,04 до 0,12–0,24 мм, а единичные зерна кварца до 0,2×0,4 мм или 0,4×0,62 мм (инт. 370 м).

Минеральный состав терригенного материала довольно однообразен. Это преимущественно бесцветные угловатые, реже различно окатанные зерна кварца с полным угасанием, с серыми цветами интерференции. Количество его соответствует содержанию терригенного материала (от 3–5% до 20–25%). Доли и единицы процента составляют полевые шпаты (микроклин-ортоклазы, редкие албит-олигоклазы), слюды. Последние представлены в основном тонкими чешуйками мусковита, реже встречаются буровато-зеленые волокна гидрослюды (по биотиту?) длиной до 0,10 мм (инт. 350 м). Из аксессуарных минералов отмечаются гранаты, эпидоты, ильменит, лейкоксен, рутил.

В отдельных прослоях в значительном количестве присутствует органогенный кальцит (25–30%, инт. 332,3 м; 10–15%, инт. 446 м; 35–40%, инт. 461,5 м), являясь одним из породообразующих компонентов. Это преимущественно известковый пелитовый кокколитовый шлам и фораминиферовый детрит с редкими члениками золотистых водорослей. Фрагменты фораминифер выполнены различно окристаллизованным кальцитом.

Часто в отложениях сенона отмечаются включения фосфатов в виде чешуи, зубов или косточек рыб размером от 0,08–0,2 до 0,16×0,24 мм (инт. 370 м, 382,5 м). Постоянны вкрапления углистых частиц, иногда с приуроченным к ним пиритом, реже наблюдаются обрывки углефицированных, гумифицированных, фосфатизированных, пиритизированных растительных остатков различного размера. Единичные из них достигают по длине 0,2×1,10 мм (инт. 335 м), 0,10×2,20 мм (инт. 340 м), 0,10×1,6 мм (инт. 446 м).

Структуры описанных отложений пелитово-органогенные, алевритово-пелитово-органогенные.

Состав и строение пород рассмотренной части разреза сенона позволяет предположить, что формирование их иловых осадков происходило в относительно глубоководных зонах морского бассейна, воды которого характеризовались благоприятными факторами для существования радиолярий, развития плотности их популяций. Важнейшим среди этих факторов является наличие питательных веществ и элементов биогенного цикла (кремнезема, фосфора, железа, нитратов и ряда микроэлементов), а также температура, плотность и освещенность вод, динамика водных масс и соленость. Вероятно, участок расположения Гремячинского месторождения представлял наиболее погруженную часть позднемелового (сенонского) бассейна, теплые воды которого, нормальный солевой и газовый режим, хорошая аэрация, обилие питательных веществ и относительно спокойная гидродинамика способствовали



массовому развитию зоо- и фитопланктона. Скелетные остатки радиолярий концентрировались в тонких глинистых или алевроитово-глинистых илах с образованием смешанных разностей силицитов (глино-силицитов, алевро-глино-силицитов), периодически подавляемых известковым (фораминиферово-кокколитофоридовым) нанопланктоном и накоплением глинисто-кремнисто-известковых илов, прасадков современных пород, претерпевших различные диагенетические процессы трансформации глинистого вещества, кремнезема, глауконитизации, цеолитизации и т. п.

УДК [552.52+551.761+551.762] (470.44/47)

ОСОБЕННОСТИ ГЛИНИСТОГО ВЕЩЕСТВА В ПОЗДНЕТРИАСОВЫХ И ЮРСКИХ БАСЕЙНАХ ПРИКАСПИЙСКОГО РЕГИОНА

Т. Ф. Букина, Э. А. Яночкина, А. Д. Коробов

Саратовский государственный университет
E-mail: bukina_tf@land.ru

Наблюдение разрезов позднего триаса и юры Прикаспийского региона, сложенных серыми глинами, часто приводит к неточным выводам о их монотонности. Расчленение таких толщ производится трудоёмкими методами. Изучение их вещественного состава позволяет выявлять особенности, связанные с эволюционным развитием ландшафтов областей сноса и осадконакопления. Отличие глинистых минералов в отложениях юрских бассейнов от поздне триасовых заключается в нарастании степени дезинтеграции вещества с утратой реликтовых морфологических признаков, в увеличении доли аутигенных фаз и степени биогенной трансформации терригенных компонентов. Это допускает проведение границы триаса и юры по составу и структурным признакам глин.

Ключевые слова: микро- и наноструктурные признаки глин, поздне триасовые и юрские бассейны седиментации, Прикаспийский регион.

Features of the Clayey Matter from the Late Triassic and Jurassic Basins of the Pricaspian Region

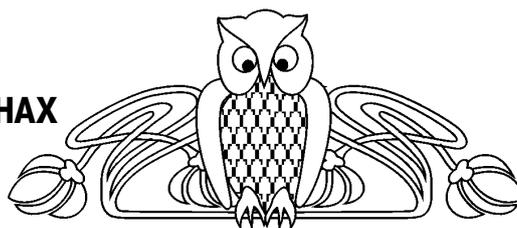
T. F. Bukina, Z. A. Yanochkina, A. D. Korobov

Examinations of the Late Triassic and Jurassic gray clay sections in the Pricaspian region frequently lead to incorrect conclusions on their monotony. Laborious methods are needed to divide such sequences. Investigations of their material compositions make it possible to reveal the features associated with the source-area landscape evolution and sedimentation. Clay minerals in the Jurassic basins differ from those in the Late Triassic ones in increasing degree of the matter disintegration with the loss of relict morphologic features, in increasing share of authigenic phases and the degree of biogenic transformation of terrigenous components. This enables to draw the Triassic-Jurassic boundary on the basis of the clay compositions and structural features.

Key words: clay micro- and nanostructural features, Late Triassic and Jurassic sedimentation basins, Pricaspian region.

Библиографический список

1. Свидзинский С. А., Музалевский М. М., Ковальский Ф. И. Гремячинское месторождение сильвинитов // Новые данные по геологии соленосных бассейнов Советского Союза. М., 1986. С. 204–219.
2. Ахлестина Е. Ф., Московский Г. А. Надсолевые мезозойско-кайнозойские отложения Гремячинского месторождения калийных солей // Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли : материалы 5-го Всерос. литолог. совещ. : в 2 т. Екатеринбург, 2008. Т. 1. С. 41–44.



Основными научными задачами исследований являются выявление генетических особенностей глинистого вещества в разрезах позднего триаса и юры Прикаспийского региона и поиск критериев для осуществления стратификации разрезов сероцветных глинистых толщ. Полевые наблюдения разрезов позднего триаса и юры Прикаспийского региона, сложенных преимущественно серыми глинами, приводят к неточным выводам о их монотонности даже опытных специалистов-геологов. Стратиграфическое расчленение таких толщ производилось трудоёмкими палеомагнитными, микропалеонтологическими, палинологическими методами в ходе комплексных исследований коллективом специалистов, начатых под руководством В. В. Липатовой с 1970 годы и продолжающихся по настоящее время, связанных с поисковыми работами на нефть и газ.

По данным экосистемного изучения материала керна большого количества опорных и параметрических скважин исследуемого региона, была установлена сопоставимость различных стратиграфических методов и результатов изучения вещественного состава отложений, особенно при недостатке палеонтологических и палинологических фактических данных.

Материал, используемый в данной статье, получен авторами в ходе тематических исследований, осуществляющихся НИИ геологии СГУ при совместных работах с ВНИГНИ. Привлечено было более 80 площадей со значительным большим объёмом бурения с целью нефтепоисковых работ по триасу, а также данные исследования скважин на Перелюбском и Коцебинском месторождениях юрских горючих сланцев.

Изучение глинистых минералов визуально однородных сероцветных глин проводилось в ходе комплексных исследований вещества, включающих минералого-петрографический, рентге-



ноструктурный, электронно-микроскопический анализ. Структурно-морфологические особенности тонкодисперсных отложений изучались с применением сканирующих электронных микроскопов (СЭМ) и реплик на просвечивающих электронных микроскопах (ПЭМ). Диагностика минеральных ассоциаций проводилась путём выделения фракции менее 0,001 мм и её исследования на установке ДРОН-3, а также с помощью электронных микроскопов TESLA-BS-242 E и 500 E на просвет при увеличении до 18 тыс. крат и более. Для изучения отдельных элементов керогена применялось увеличение более 200000 крат, что позволило судить о микро- и наноструктурных особенностях биогенно трансформированных глин.

С помощью многолетних исследований глинистого вещества на рубеже триаса и юры на территории Прикаспийского региона было установлено, что сложные абиогенные наноструктуры отложений верхнего триаса формировались в условиях болотно-озерно-аллювиальных фаций континентального типа, в Прикаспийской впадине – в основном за счёт переотложения фрагментов кор выветривания с Урала и из других источников сноса, а на территории Мангышлака – также фрагментов гидротермалитов из разрушаемых вулканических аппаратов и пригидротермальных полей. Причиной появления в составе осадков верхнего триаса Прикаспийской впадины материала кор выветривания явилось их широкое распространение на источниках сноса уже в среднетриасовое время.

С историко-геологических позиций коры выветривания среднего триаса в начале позднего триаса стали активно размываться, формируя осадочный чехол. Они детально изучены А. Д. Наумовым [1], явились предметом исследования В. В. Гудошниковой и В. А. Гуцаки [2], Ю.Г. Цеховского [3]. В результате наших исследований [4] было установлено, что синхронная осадконакоплению вулканическая деятельность привела к образованию гидротермалитов на территории Мангышлака и Устюрта на юго-восточной периферии Прикаспийского региона, начиная с раннего триаса [5].

Были получены данные таких площадей, как Гмелинская, Шунгайская, Большое Богдо, Уш-Тюбе, Шар-Царынская, Бугринская, Кусан-Кудукская, Индерская, Жетыбай, Актас, Тасбулак, Северо-Ракушечная, Аксу и др.

Алевро-глинистые осадки пресноводных озёр здесь представлены глинами и алевролитами серых, буро-серых и зеленовато-серых цветов. От аналогичных озёрных образований раннего триаса эти породы отличаются комплексом глинистых минералов (монтмориллонит + гидрослюда), а также обилием углефицированных растительных остатков (15–20%), обуславливающих тонкую горизонтальную слоистость пород. Обилие растительных остатков, отпечатков стеблей и листьев свидетельствует о развитии растительного покрова в пределах водосборных площадей. Алевро-глинистые осадки осолонённых озёр

представлены алевритами и глинами серых и реже буровато-серых тонов. Текстуры пород массивные или слабогоризонтально-слоистые. Структуры алевро-пелитовые. По всей массе пород рассеян тонкозернистый доломит.

Осадки заболоченных озёр представлены серыми и темно-серыми глинами, алевролитами и пелитолитами (сложенными в основном фрагментами кор выветривания). Породы обогащены углистым детритом, вплоть до образования углистых прослоек. В массе углефицированных растительных остатков определяются древесные формы, фрагменты которых частично замещены халцедоном. Присутствие среди аллотигенных глинистых минералов каолинита и смешанослойных фаз монтмориллонит-гидрослюдистого состава связано с разрушением зрелых кор выветривания, описанных В. А. Гуцаки и В. В. Гудошниковым [2]. Аутигенный каолинит и сферолитовые стяжения сидерита свойственны для озерно-болотных фаций, формировавшихся в условиях гумидного климата.

Алевролиты серые, тонкослоистые. Обломочного материала в них 50–85%. Он представлен зёрнами кварца (до 20%), полевых шпатов (1–2%), обломками известняков, глин, кремнистых пород и микрокварцитов. Цемент поровый гидрослюдистого и хлоритового состава. Нередко отмечаются червеобразные аутигенные каолиниты, образованные в кислой среде, характерной для осадков болот. Аутигенный хлорит светло-зеленого цвета обычно заполняет всё поровое пространство, часто образуя каемки и пленки вокруг зерен. Отмечаются таблитчатые монокристаллы аутигенного хлорита в количестве 10–15%, реже 30% размером 0,5–5 мм. Хлоритовый цемент иногда ассоциирует с мелкокристаллическим кальцитом.

Встречаются породы с большим содержанием С орг. до 5–7%, с высокой степенью восстановленности железа и с обилием глобул пирита (10–15%). Для отложений озёрно-болотных фаций верхнего триаса характерным является наличие железистых карбонатов в виде радиально-лучистых новообразований сидерита (20–25%), иногда образующего маломощные (2–3 мм) прослойки, которые в нижнем и среднем триасе не встречаются. Состав болотных отложений отличается от состава аллювия резким сокращением количества полевых шпатов вследствие их интенсивного замещения глинистыми минералами.

Отсутствие на территории Прикаспийской впадины в алеврито-глинистых образованиях верхнего триаса остатков фауны, вероятно, связано с развитием в заболоченных водоёмах зон углекислотного заражения. Ибо трудно представить, чтобы в континентальных водоёмах в условиях тёплого климата с пышно произрастающей растительностью не обитала фауна. Можно предположить, что остатки организмов, имеющих известковый скелет, в условиях диагенеза полностью растворились. В то же время присутствует значительное количество растительных остатков.



Аналогичные отложения в пределах Жетыбай-Узеньско-Кокумбайской площади встречены в разрезе скв. 19 на глубине 3250–3530 м. Наличием мощных однородных пачек отличается Жазгурлинская свита. В разрезе преобладают глины и пелитолиты с мелкими, но различимыми фрагментами кор выветривания и гидротермалитов по туфам, вероятно, озёрные образования. Подчинённое значение имеют крупно- и среднезернистые аллювиальные песчаники, крупнозернистые озерно-аллювиальные и пойменные алевролиты, прослой туфов. Аргиллиты темно-серые, почти чёрные за счёт обилия углефицированного детрита, являются болотно-озёрными образованиями. В связи с предъюрским размывом сохранившаяся мощность верхнего триаса на этой территории изменяется от десятков метров до 270 м.

Поздний триас Мангышлака и Устюрта характеризовался усилением денудации вышедших на поверхность вулканических аппаратов и нивелировкой всех положительных форм рельефа с развитой на них корой выветривания. Аллювиально-озёрные и болотно-озёрные мелководные опреснённые водоёмы в это время заполнялись фрагментами гидротермалитов и кор выветривания, которые ещё не утратили своих вещественно-структурных, а главное, морфологических особенностей «кружевных структур». Самые сложные структуры скорее свойственны гидротермалитам, нежели корам выветривания, поскольку вулканиты и туфы, по которым они сформированы, изначально имели неоднородный состав. Процессы их образования протекали как вблизи подводных, так и выходящих на поверхность вулканических аппаратов.

В составе фрагментов кор выветривания, по данным рентгено-структурного анализа и электронной микроскопии, определены агрегаты каолинита (К) с гидрослюдой (ГС) и монтмориллонитом (ММ), не утратившие реликтовых структур осадочных, метаморфических и изверженных пород; фрагменты гидротермалитов отличаются большим разнообразием минеральных ассоциаций – различными модификациями К, ГС, хлорита, ММ, особенно магнезиального, с участием селадонита, сложных смешанослойных глинистых образований.

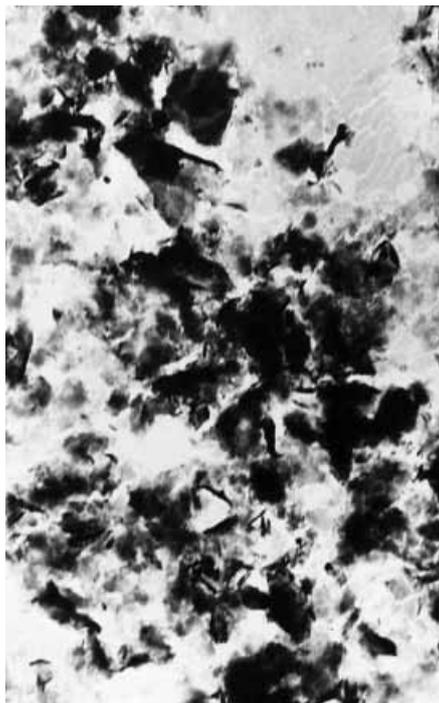
При визуальном изучении породы верхнего триаса часто определяются как серые глины, которые на основании сравнения тончайших признаков оказываются весьма неоднородными. Их структуры имеют обломочную абиогенную природу. Микро- и наноструктуры весьма разнообразны, но также не имеют следов переработки какими-либо организмами. Однородность серых глин триаса и юры с точки зрения структурного аспекта не подтверждается. Особенности структуры и наноструктуры отложений верхнего триаса хорошо иллюстрируются в шлифах и на электронных снимках. Приведём данные по разрезу скважины 35 – П Кусан-Кудукской площади из самой верхней части верхнего триаса (кусан-кудукская свита) (фототабл. 1).

В связи с тем что гидротермальные изменения отложений в разрезах среднего триаса по времени неоднородны, переотложенный в позднем триасе материал может быть свидетельством размыва какой-то определённой части разреза среднего триаса. В нижней части [6] было зафиксировано образование кварц-хлорит-альбитовых метасоматитов в зонах влияния лавы кислого состава и туфолавы на известняки, в средней части отмечалось серицитизация пирокластике в туфах, в верхней части – монтмориллонитизация и гидрослюдизация пепловых частиц в туфах и туффитах. Распределение изменений в разрезах скважин на глубинах от 3200 до 4200 м на площади Северная Ракушка и на глубинах 3200 и 3800 м на площади Южный Жетыбай рассмотрено в приведённой статье. Обломки таких пород в верхнетриасовых разрезах Горного Мангышлака, диагностированных в шлифах, свидетельствующих о размыве нижних и средних частей среднего триаса, показаны в фототабл. 2.

Таким образом, серые глины верхнего триаса Прикаспийского региона оказываются очень неоднородными абиогенными образованиями, сформировавшимися в условиях болотно-озёрно-аллювиальных фаций. Они не сохраняют следов присутствия фауны, но отражают реликтовые особенности первичных комплексов, по которым были развиты коры выветривания в пределах Урала и других источников сноса, а также синседиментационных гидротермалитов по вулканитам и туфогенным осадкам Мангышлака.

Юрский период ознаменовался увеличением акватории морских бассейнов. В ранней юре ландшафты, сходные с позднетриасовыми, уже отличались проникновением морских вод в эстуарии и авандельты. Увеличение дезинтеграции пород на источниках сноса привело к утрате структурных особенностей глинистых остатков кор выветривания и гидротермалитов. Их уже невозможно дифференцировать по генезису. В келловейское время на всей изученной территории распространялся бассейн, в котором накапливались осадки с дисперсным глинистым веществом, пропущенным через пищевые цепи фитопланктона, копепоид, остракод и других микроскопических организмов. Дальнейшее выветривание пород на источниках сноса и неоднократное переотложение дисперсного материала привели к коренному изменению облика осадков и их компонентов.

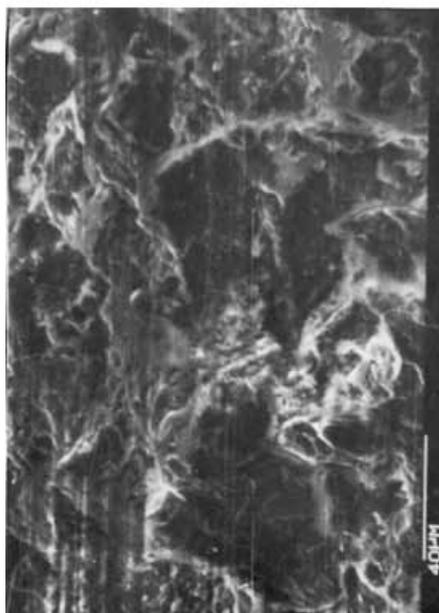
Если формально, по данным рентгено-структурного анализа, мы фиксируем в составе глинистых минералов обилие монтмориллонита и гидрослюды, хлорита, смешанослойной фазы ГС-ММ с прослоями каолинита, глауконита – индикатора морских обстановок, как бы значительно отличающихся от ассоциаций верхнего триаса, то реально имеем дело с совершенно иными по структурным особенностям комплексами, интенсивно переработанными морскими планктонными организмами, особенно кокколитофоридами (фототабл. 3) и другими – от микро-



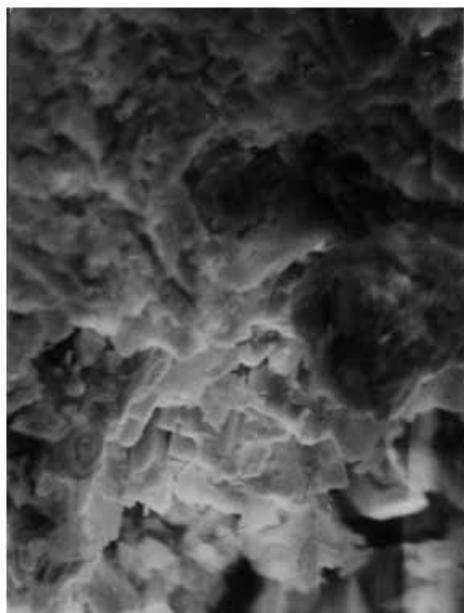
1



2



3



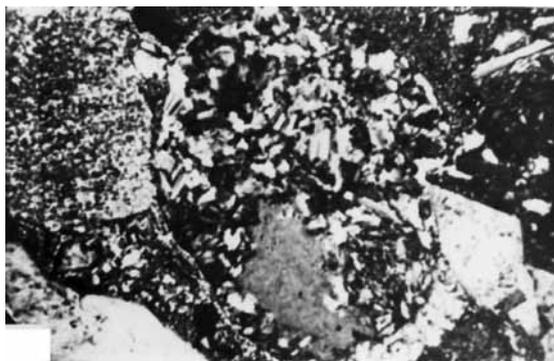
4

Фототабл. 1. Абиогенная структура глин: фиг. 1 – Кусан-Кудукская площадь. Верхний триас. РЭМ. Ув. 4000; фиг. 2 – электронный снимок фракции менее 0.001 мм из глин Кусан-Кудукской площади. ПЭМ, ув. 13000; фиг. 3 – абиогенная наноструктура глин Верхний триас Прикаспийской впадины. РЭМ, ув. 16000; фиг. 4 – пелитолиты, сложенные фрагментами гидротермалитов. Верхний триас Горного Мангышлака. РЭМ, ув. 2000

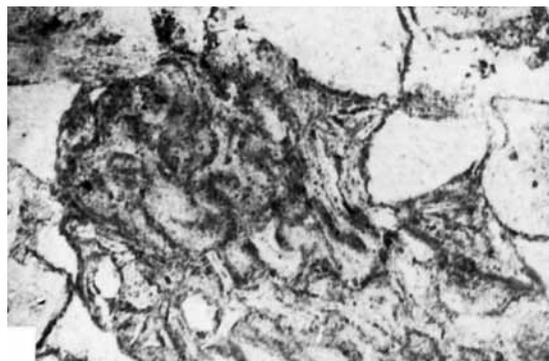
форм до аммонитов. Первичными потребителями нанопланктона становятся фораминиферы и копеподы – обитатели современных морей и океанов.

Литолого-фациальный анализ среднеюрских образований изученного региона показал, что в их

составе преобладают осадки умеренно активного морского мелководья с элементами заливно-лагунных, озерных, болотных и русловых обстановок. Источниками сноса служили равнинные участки суши, покрытые чехлом кор выветривания и бло-

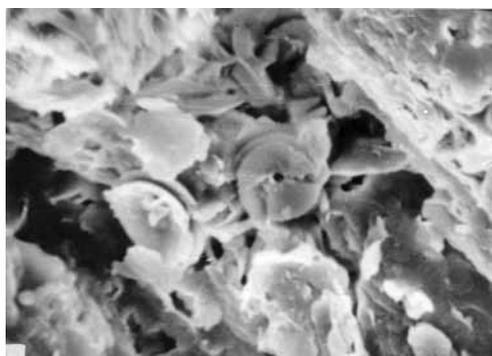


1

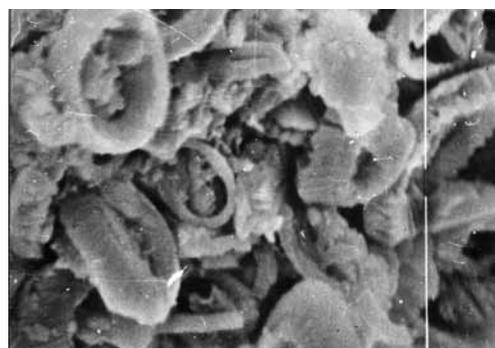


2

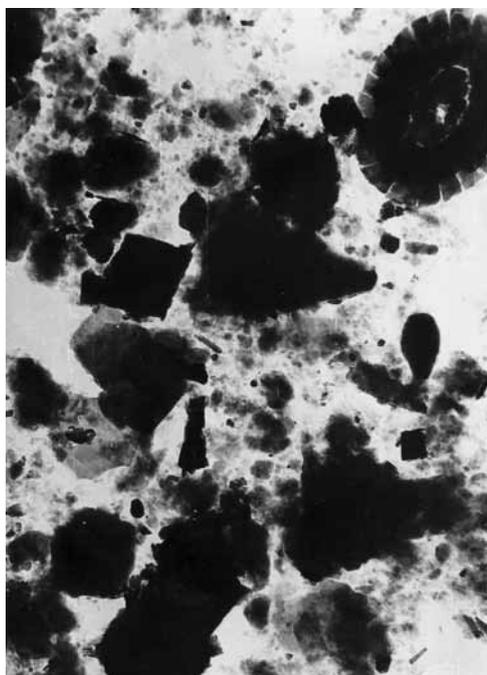
Фототабл. 2. Обломки пород в алевролитах: фиг. 1 – обломки альбитизированных туфов в переотложенном состоянии. Горный Мангышлак. Верхний триас. ПОЛАМ-Р 211.Ник.+, ув. 300; фиг. 2 – обломки серицитизированных туфов в переотложенном состоянии. Горный Мангышлак. Верхний триас. ПОЛАМ-Р 211.Ник.+, ув. 300



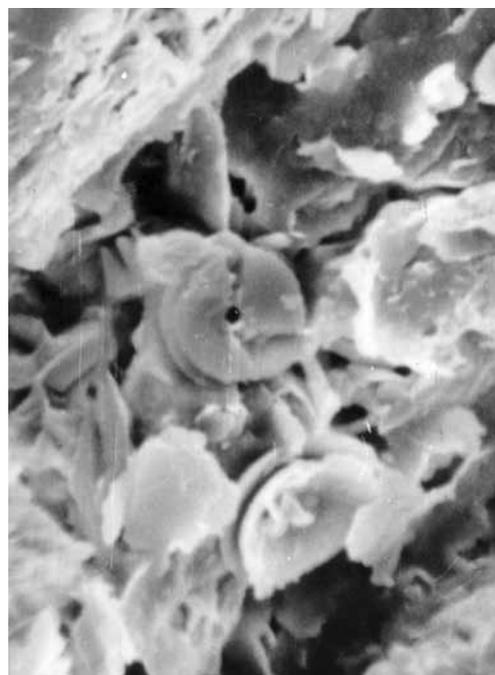
1



2



3



4

Фототабл. 3. Наноструктура глин юрского возраста: фиг. 1 – кокколитовая наноструктура бескарбонатных глин средней юры Поволжья, с. Вязовка. РЭМ, ув. 2000; фиг. 2 – кокколитовая наноструктура бескарбонатных глин средней юры Поволжья, с. Вязовка. РЭМ, ув. 5000; фиг. 3 – частичное замещение кокколита глинистым веществом. Электронный снимок фракции менее 0.001 мм. ПЭМ, ув. 8000; фиг. 4 – кокколитовая наноструктура бескарбонатных глин средней юры Поволжья с. Вязовка. РЭМ, ув. 5000



ки относительно свежих осадочных пород, в том числе красноцветов перми и триаса.

Локальное развитие в среднеюрское время известняков и небольшая толщина их прослоев, некарбонатный состав глин и наличие сидеритовых конкреций и «караваев» свидетельствуют о их отложении в условиях периодически опресняющихся лагун и заливов. На стыке пресных речных и солёных морских вод создавались геохимические барьеры, в пределах которых происходила коагуляция железосодержащих растворов.

В разрезе верхней юры ведущее значение имеют глины известковистые с прослоями известняков, фосфатоносных песчаников, а в зоне *Dorsoplanites panderi* сапропелевых глин и горючих сланцев. Осадки впадин, удалённых от побережья, формировались в раннем и среднем келловее, представлены глинами коричневато-серыми, темно-серыми, массивными, слоистыми, с тонкими прослоями светло-серого слюдистого алеврита.

Глины коричневато-серые на 90–98% сложены пелитовым веществом с оптически ориентированными глинистыми частицами, представленными преимущественно ГС (до 50%), ММ (до 30%) и каолинитом (20%). Содержание алевритовых частиц низкое. Для этих пород характерны реликтовые кокколитоидные наноструктуры. Плохая сохранность кокколитоидов в осадках связана с периодическим «заражением» вод углекислотой, с их охлаждением донными течениями, а также с опресняющим влиянием речного и дождевого стока. Об опреснённом характере бассейна можно судить также по наличию в составе пород аутигенного барита, по преобладанию в глинах бария над стронцием и по существенной роли агглютинированных раковин фораминифер наряду с секреторными.

В начале позднеюрской эпохи море, соединяющееся с бореальным бассейном и распространившееся на всей изученной территории, было довольно мелким. Однако в оксфордском и волжском бассейнах встречались участки с глубоководным режимом седиментации. Обмеление намечилось в северных акваториях к средневолжскому времени, а в поздневолжское время регрессия охватила весь бассейн. Источниками сноса служили пенепленизированные участки Воронежского свода и плоские возвышенности Татарско-Башкирского свода, что и определило накопление в разнообразных ландшафтных обстановках морского бассейна тонкодисперсных осадков, кажущихся на первый взгляд однородными.

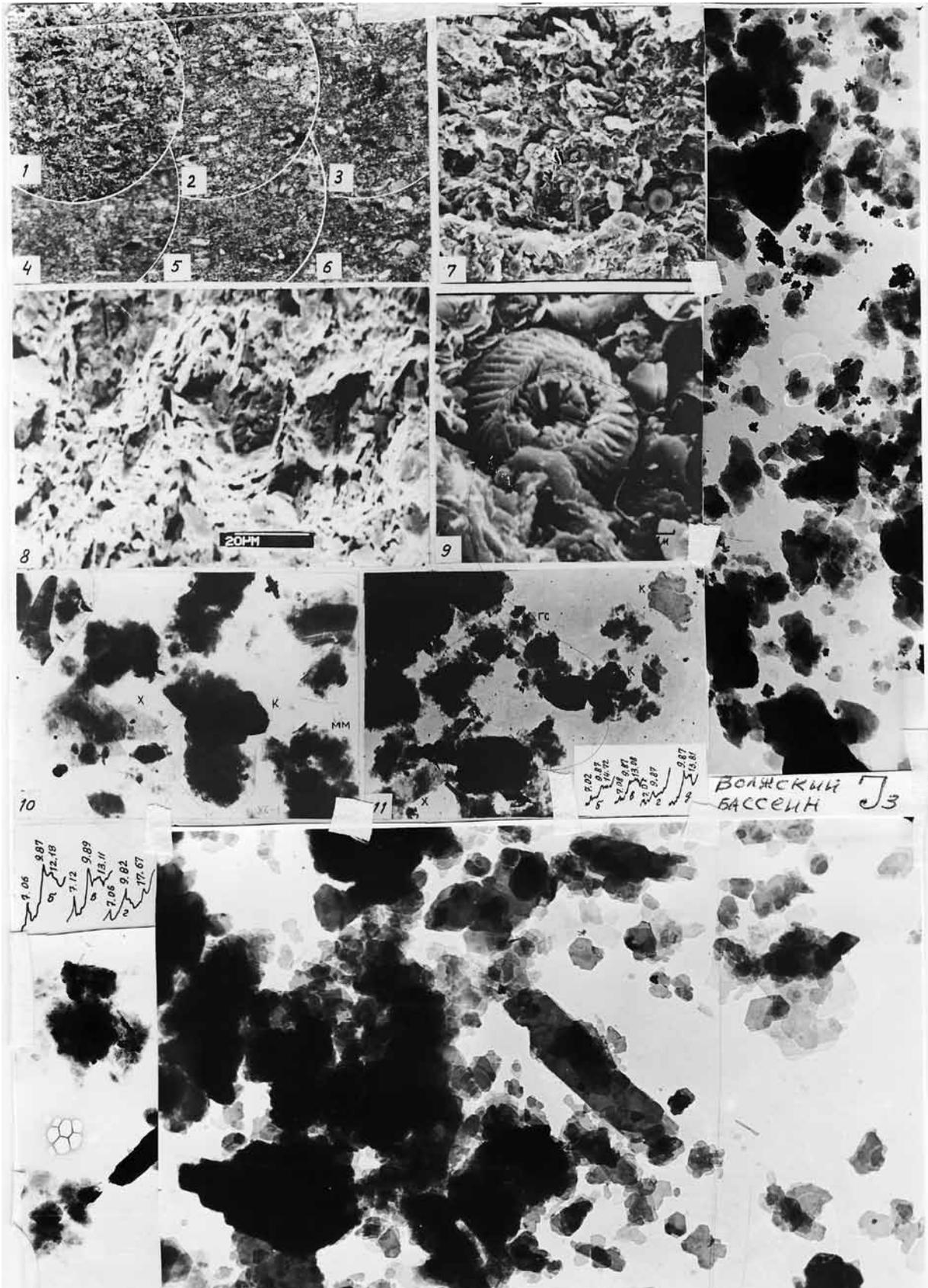
Осадки опреснённых лагун и заливов были широко распространены в средневолжское время. Породы имеют линзовидное залегание, детально изучены в верхней части разреза сланценосной толщи. Представлены глинами слабоизвестковистыми, иногда декарбонатизированными до бескарбонатных (фототабл. 4), с неравномерно распределённой примесью алевритового материала [7]. Они выявлены в ходе изучения сланценосной толщи [8]. Установлено, что наибольшее развитие

такие фации получили на Чаганской площади, в периферических районах Волжского бассейна.

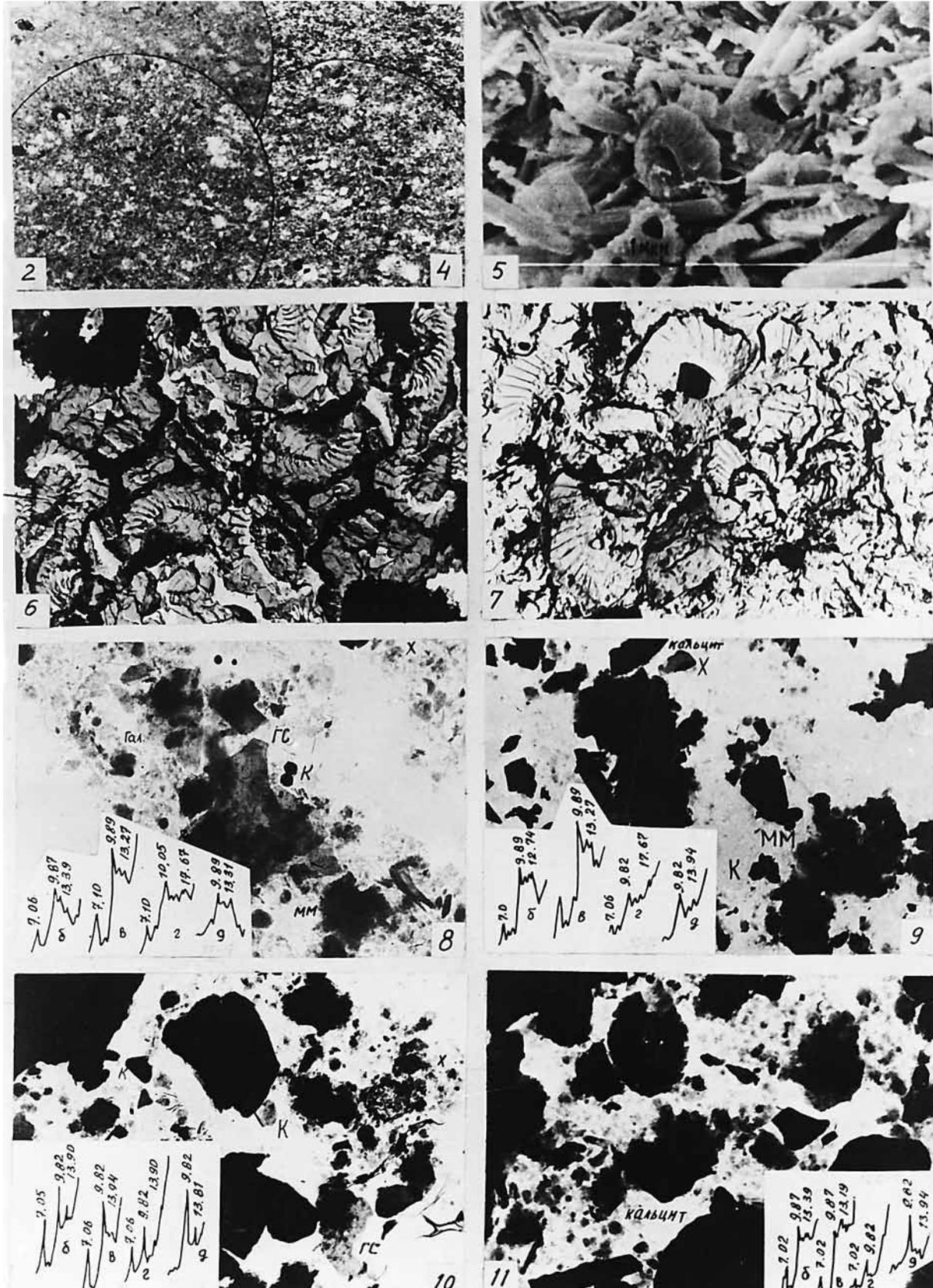
Глины обладают микролинзовидной микроструктурой с субпараллельной оптической ориентировкой частиц, повышенной концентрацией слюд, хлопьевидной и реликтовой кокколитоидной наноструктурой (см. фототабл. 4), содержат 3–6% С орг. По данным рентгеноструктурного анализа, в них определяются ММ с магниевым поглощённым комплексом, ГС с разбухающими пакетами, каолинит, почти свежий хлорит. В составе алевритовых частиц преобладает кварц, по направлению к источникам сноса увеличивается роль полевых шпатов и обломков пород. Всегда присутствуют комочки глин с ближних отмелей. В комплексе аутигенных минералов обилён пирит (до 7% алевритовой фракции).

Осадки лагун, заливов и открытого мелководья с неустойчивой солёностью были распространены в конце времени *Dorsoplanites panderi*, представлены в разной степени известковистыми сапропелевыми глинами и горючими сланцами. Породы сложены органическими и минеральными остатками кокколитофорид с примесью глинисто-алеваитового материала. Общей их особенностью является наличие линз и прослоев пород со следами либо декарбонатизации, либо карбонатизации вещества с реликтовой кокколитоидной наноструктурой. Имеющиеся данные указывают на неустойчивый режим не только солёности, но и температур. Растворимость карбонатов в холодных водах повышается, а в перегретых, наоборот, резко снижается, способствуя осаждению кристаллического кальцита, наряду с биогенным. Породы содержат множество остатков фауны плохой сохранности, часто в виде неопределимых ядер. Обилие жизни в мелководной части бассейна было обусловлено наличием пищи в виде фитопланктона, хорошей аэрацией и освещённостью бассейна. Глины верхней части разреза зоны пандери нередко содержат 35–45% К, 30–35% ГС, 15–20% ММ и менее 10% Хл, а у Кашпира количество каолинита снижается, что связано с его локальным распространением. Определяются смешанослойные ГС-ММ образования с переменным содержанием фаз монтмориллонита и гидрослюды. В сапропелевых глинах они пропитаны органическим веществом.

В группе осадков открытого, относительно глубокого моря выделены генетические типы впадин, удалённых от побережья. Они представлены глинами известковистыми, пепельно- и голубовато-серыми пластичными, иногда плотными мергелевидными, прослоями неяснослоистыми, с неориентированными микроструктурами. Наноструктура глин кокколитоидная (фототабл. 5), фораминиферо-кокколитоидная, с беспорядочным расположением частиц. Содержание пелитовых компонентов в породах превышает 95%, 30–35% приходится на карбонат кальция в виде скелетных элементов кокколитофорид, более 50% составля-



Фототабл. 4. Наноструктура декарбонизированных глин сланцевосной толщи. Волжский бассейн. Верхняя юра: фиг. 1–6 – ПОЛАМ-Р211, ув. 300. (Ник.+); фиг. 7–9 – РЭМ, ув. 2000–5000; фиг.10–12 – электронные снимки фракции менее 0.001 мм. ПЭМ, ув. 10000–18000



Фототабл. 5. Кокколитовая наноструктура известковых глин сланценой толщи с беспорядочной ориентировкой кокколитов. Волжский бассейн. Верхняя юра: фиг. 1–4 – ПОЛАМ-Р 211, ув. 300. (Ник.+); фиг. 5 – РЭМ, ув. 5000; фиг. 6, 7 – ПЭМ, реплики, ув. 6000; фиг. 8–11 – ПЭМ, ув. 9000



ют глинистые минералы и всего 1–5 % – примесь тонких алевритовых частиц. Все это подчёркивает тонкодисперсный характер отложений самых глубоких участков бассейна. Интересным фактом является несоответствие между структурным и химическим составом глин. На РЭМ и согласно поляризационной картине в шлифах кокколлиты составляют не менее 90% объёма образца (фото-табл. 5) при явном дефиците карбоната кальция. Глинистое вещество обволакивает, отчасти замещает кокколлиты. Оно представлено ММ, ГС, Х, иногда с примесью каолинита. Соотношение первых трех компонентов варьирует в широких пределах как по разрезу, так и по площади с тенденцией нарастания содержания хлорита к периферии – ближе к источникам сноса, а монтмориллонита – к центральным зонам бассейна. Гидрослюда чаще скапливалась в углублениях дна. Биогенная трансформация терригенных частиц в осадках привела к образованию смешанослойных минералов ряда ГС- ММ. Бассейн, вероятно, имел нормальную солёность, отношение Sr к Va составляет от 2 до 5 единиц.

Фауна представлена обильными фораминиферами (*Spiroplectamina*, *Ammobaculites*, *Ammodiscus* и др.), разнообразными моллюсками (*Aucella*, *Pecten*, *Nucula*), остатками ежей, двустворок рода *Vuchia* с изящной хрупкой раковинкой и другой фауны. В составе биоты разнообразны донные ползающие формы [8]. Накоплению глинистого материала, как и в современных впадинах морей и океанов, способствовала не только механическая дифференциация вещества, но и биофильтрация планктонными копеподами и другими организмами. Взвешенный органический детрит вместе с терригенным материалом эти организмы связывали в фекальные комочки, которые оседали на дно.

Известковые кокколлитовые глины являются планктоногенными образованиями. Широкое распространение они получили в оксфорде, кимеридже, подробно изучены в зоне *Dorsoplanites panderi* волжского яруса [8]. В фазу *Virgatites virgatus* они уступили место близким по происхождению мелководным образованиям. Максимальная толщина слоев в разрезах достигает 10–35 м. На протяжении почти всей поздней юры терригенная седиментация играла подчинённую роль, уступив место существенно биогенным процессам.

Накопление осадков протекало на значительном удалении от берегов (приток алевритового материала был сокращён), сопровождалось вулканической деятельностью в удалённых районах, а тончайший пепловый материал заносился в стагнированный бассейн золовым путём. Приведённый иллюстративный материал (см. фото-табл. 3) свидетельствует о существенной связи глинистого вещества с биогенными микро- и наноструктурами. От глин триаса глины юрских бассейнов отличаются иной генетической сущностью, а главное – низким темпом седиментации.

В зависимости от структурных особенностей глин применение их и свойства в процессе каких – либо технологических воздействий не могут быть однозначными. Так, в своё время юрские глины месторождения у с. Вязовки пытались использовать в производстве кирпича. После формования и обжига кирпичи не выдерживали транспортировки и распадались рядом с печами. Причину такого поведения материала требовалось установить. Тогда в ходе исследований с помощью РЭМ мы впервые столкнулись с кокколлитовыми наноструктурами бескарбонатных глин среднеюрского возраста. Гигроскопичность чрезвычайно тонких, генетически обусловленных элементов кокколлитов не даёт возможности получить прочную структуру строительного материала. Необходимы экспериментальные наблюдения в каждом отдельном случае при кажущейся простоте использования «монотонных серых глин».

Основные отличия глинистых минералов в отложениях бассейнов позднего триаса и юры заключаются: 1) в нарастании степени дезинтеграции вещества с утратой реликтовых структурно-морфологических признаков исходных терригенных пород и минералов; 2) в увеличении доли аутигенных фаз; 3) в увеличении степени биогенной трансформации переотложенных терригенных компонентов. Такие особенности глин при недостаточности данных по макро- или микрофауне позволяют уверенно проводить границу триаса и юры по вещественному составу и наноструктурным признакам тонкодисперсных комплексов [9].

Библиографический список

1. Наумов А. Д. Пенеплены. Их геологическое значение как особой генетической категории рельефа материков. Саратов, 1981. 404 с.
2. Гудошников В. В., Гуцаки В. А. Геологическая история Урала в мезозое и Кайнозое // Вопр. геол. Южн. Урала и Поволжья. Саратов, 1970. Вып. 7. С. 153–154.
3. Цеховский Ю. Г. О связи эпох формирования кор выветривания с обстановками растяжения земной коры // Проблемы литологии, геохимии и рудогенеза осадочного процесса: материалы к 1 Всерос. литол. совещ., 19–21 декабря 2000 г. (Москва): в 2 т. М., 2000. С. 375–380.
4. Липатова В. В., Яночкина Э. А., Букина Т. Ф. Межрегиональная корреляция триасовых толщ Прикаспийской впадины, Устюрта и Мангышлака // Проблемы геол. Южн. Урала и Нижн. Поволжья. Саратов, 1991. С. 177–191.
5. Яночкина Э. А., Липатова В. В. Палеогеография и условия осадконакопления Каспийского бассейна седиментации в триасовый период. Саратов, 1991. 68 с. Деп. в ВИНТИ № 505-В91.
6. Яночкина Э. А., Букина Т. Ф. Гидротермально-метасоматические изменения триасовых отложений Южного и Горного Мангышлака (как информативные показатели событийной стратиграфии) // Тр. / НИИ геол. Новая серия. 2001. Т. VII. С. 57–67.



7. Букина Т. Ф. Седиментогенез и ранний литогенез верхнеюрских сланценосных отложений центральной части Волжского бассейна : автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. М., 1988. 24 с.

8. Кулева Г. В., Яночкина З. А., Букина Т. Ф., Иванов А. В., Барышникова В. И., Троицкая Е. А., Еремин В. Н. Разрез верхнеюрских сланценосных отложений Волжского бас-

УДК 550.837

АНАЛИТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ЗАДАЧ ГЕОЭЛЕКТРИКИ

В. П. Губатенко*, И. Г. Московский**

* Саратовский государственный университет
E-mail: gubatenkovp@gmail.com

** Саратовский государственный технический университет
E-mail: mosig@mail.ru

Предложен метод нахождения аналитических решений уравнений Максвелла для стационарных и переменных электромагнитных полей. В отличие от классических методов, основанных на решении прямых задач геоэлектрики, данный метод применяет специально поставленную обратную задачу. Разработаны пакеты новых аналитических решений трехмерных задач геоэлектрики.

Ключевые слова: аналитические решения, прямая и обратная задачи, электроразведка.

Analytical solutions of Three-dimensional Geoelectric Problems

V. P. Gubatenko, I. G. Moskovskiy

A method for obtaining analytical solutions of Maxwell equations is proposed for stationary and alternating electromagnetic fields. In contrast to traditional methods of finding the analytical solutions, based on the solution of direct problems of electrical prospecting, this method uses a specially posed inverse problem. A package of new analytical solutions of three-dimensional problems of electrical prospecting is designed.

Key words: analytical solutions, the direct and inverse problems, electrical prospecting.

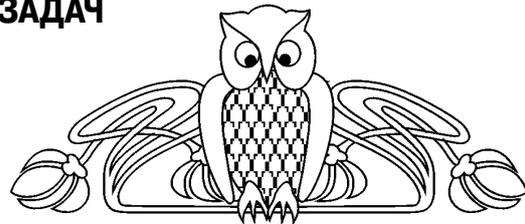
ВВЕДЕНИЕ

В работе [1] поставлена обратная задача геоэлектрики – отыскание магнитной проницаемости, электропроводности и напряженности магнитного поля по заданной в некоторой односвязной области напряженности электрического поля. Сформулированы условия существования решения этой задачи, а также изложен метод ее решения для постоянных токов и переменного монохроматического электромагнитного поля. В работе [2] представлены простейшие примеры, в частности двумерные задачи, иллюстрирующие предложенный метод нахождения аналитических решений уравнений Максвелла.

В настоящей статье рассмотрим пакеты аналитических решений трехмерных задач геоэлек-

сейна (зона Dorsoplanites panderi) // Тр. / НИИ геологии. Новая серия. 2004. Т. 17. 110 с.

9. Букина Т. Ф. Наноструктуры как индикаторы процессов седиментогенеза в бассейнах триаса и юры Прикаспия, Мангышлака и Западной Сибири. // Проблемы синергетики и эволюции геосфер : материалы Всерос. науч. симп., Саратов, 2008. С. 111–118.



трики, применение которых позволит проводить качественную и количественную интерпретацию полевых результатов электроразведки для сложнопостроенных геологических сред.

1. Трехмерные аналитические решения для стационарного электромагнитного поля

Пусть V – односвязная область евклидова пространства R^3 . Для этой области рассмотрим всевозможные модели геологических сред с различными электрическими свойствами. Вначале исследуем стационарное электромагнитное поле для линейной изотропной среды. В случае отсутствия в V области источников электромагнитного поля векторы \mathbf{E} и \mathbf{H} напряженностей электрического и магнитного поля, электропроводность σ и магнитная проницаемость μ связаны соотношениями (уравнениями Максвелла для стационарных полей)

$$\operatorname{rot} \mathbf{H} = \sigma \mathbf{E}, \operatorname{rot} \mathbf{E} = 0, \operatorname{div} \mu \mathbf{H} = 0. \quad (1)$$

Здесь и в дальнейшем предположим, что векторы \mathbf{E} и \mathbf{H} , а также параметры среды σ и μ являются достаточно гладкими и отличными от нуля функциями. В случае неограниченной области V дополнительно потребуем, чтобы $\mathbf{E} \rightarrow 0$, $\mathbf{H} \rightarrow 0$ при бесконечном удалении от границы этой области.

Можно поставить следующую обратную задачу: по заданному в области V вектору \mathbf{E} (или \mathbf{H}) найти в этой области отличные от нуля σ и μ , а также вектор \mathbf{H} (или \mathbf{E}), обращающие соотношения (1) в тождества. Показано [1], что если в области V задан вектор \mathbf{E} , то решение обратной задачи существует тогда и только тогда, когда \mathbf{E} является произвольным отличным от нуля потенциальным вектором, причем это решение не единственное. Если же в области V задан вектор \mathbf{H} , то решение обратной задачи существует и не



единственное в том и только в том случае, когда вектор \mathbf{H} удовлетворяет в области V дифференциальному уравнению

$$(\text{rot } \mathbf{H}, \text{rot rot } \mathbf{H}) = 0,$$

при этом $\text{rot } \mathbf{H} \neq 0$.

Различные решения обратной задачи для заданного потенциального вектора \mathbf{E} можно найти, например, по следующей схеме:

$$\begin{aligned} \mathbf{E} = \text{grad } \phi &\Rightarrow \text{div}(\sigma \text{grad } \phi) = \\ &\stackrel{\text{Set}}{=} 0 \Rightarrow \sigma \Rightarrow \sigma \mathbf{E} = \text{rot } \mathbf{H} \Rightarrow \mathbf{H} \Rightarrow \\ &\stackrel{\text{Set}}{\Rightarrow} \text{div } \mu \mathbf{H} = 0 \Rightarrow \mu, \end{aligned} \quad (2)$$

где импликация $A \Rightarrow B$ обозначает, что A влечет множество решений B .

В соответствии с этой схемой решение обратной задачи состоит из следующих этапов:

- 1) задается скалярная функция ϕ и находится вектор $\mathbf{E} = \text{grad } \phi$;
- 2) находится электропроводность σ из уравнения $\text{div}(\sigma \text{grad } \phi) = 0$ (решение не единственное);
- 3) находится вектор \mathbf{H} из уравнения $\sigma \mathbf{E} = \text{rot } \mathbf{H}$ (решение не единственное);
- 4) определяется магнитная проницаемость μ из уравнения $\text{div } \mu \mathbf{H} = 0$ (решение не единственное).

Если же в области V задан вектор \mathbf{H} , то решение обратной задачи находится по схеме

$$\begin{aligned} (\text{rot } \mathbf{H}, \text{rot rot } \mathbf{H}) = 0 &\stackrel{\text{Set}}{\Rightarrow} \mathbf{H} \Rightarrow \\ \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} \text{rot} \left(\frac{1}{\sigma} \text{rot } \mathbf{H} \right) &= 0 \Rightarrow \sigma \Rightarrow \mathbf{E} = \frac{1}{\sigma} \text{rot } \mathbf{H}, \\ \text{div } \mu \mathbf{H} &= 0 \Rightarrow \mu. \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

$$1.1. \quad \mathbf{E} = \Phi_3(e^{az} \sin ax \sin ay)[\text{ctg } ax \mathbf{i} + \text{ctg } ay \mathbf{j} + \mathbf{k}],$$

$$\mathbf{H} = e^{az} \Phi_2[e^{az}(\cos ax - \cos ay)] \cdot (\sin ax \mathbf{i} + \sin ay \mathbf{j} - (\cos ax + \cos ay) \mathbf{k}),$$

$$\sigma = -2e^{2az} \sin ax \sin ay \frac{\Phi_2'[e^{az}(\cos ax - \cos ay)]}{\Phi_3(e^{az} \sin ax \sin ay)}, \quad \mu = \Phi_1[e^{az}(\cos ax - \cos ay)].$$

$$2.1. \quad \mathbf{E} = \Phi_3[(x+y)(x-y+2z)] \cdot [(x+z) \mathbf{i} + (z-y) \mathbf{j} + (x+y) \mathbf{k}],$$

$$\mathbf{H} = \Phi_2(x-y-z) \cdot [(x+2y-z) \mathbf{i} + (2x+y+z) \mathbf{j} + (-x+y-2z) \mathbf{k}],$$

$$\sigma = \frac{3\Phi_2'(x-y-z)}{\Phi_3[(x+y)(x-y+2z)]}, \quad \mu = \Phi_1(x-y-z).$$

$$3.1. \quad \mathbf{E} = \frac{1}{x^2} \Phi_3\left(\frac{y}{x}\right) \cdot (-y \mathbf{i} + x \mathbf{j}), \quad \mathbf{H} = \Phi_2[z(x^2 + y^2)] \cdot (x \mathbf{i} + y \mathbf{j} - 2z \mathbf{k}),$$

Предложенной схеме соответствуют следующие этапы:

1) задается вектор \mathbf{H} , являющийся частным решением уравнения $(\text{rot } \mathbf{H}, \text{rot rot } \mathbf{H}) = 0$;

2) определяется электропроводность σ из уравнения $\text{rot} \left(\frac{1}{\sigma} \text{rot } \mathbf{H} \right) = 0$ (решение не единственное);

3) находится вектор \mathbf{E} из соотношения $\mathbf{E} = \frac{1}{\sigma} \text{rot } \mathbf{H}$;

4) находится магнитная проницаемость μ из уравнения $\text{div } \mu \mathbf{H} = 0$ (решение не единственное).

Таким образом, если найдено аналитическое решение обратной задачи, то семейство функций $\{\mathbf{E}, \mathbf{H}, \mu, \sigma\}$ обращает соотношения (1) в тождества. Следовательно, \mathbf{E} и \mathbf{H} являются аналитическими решениями стационарных уравнений Максвелла для найденных в ходе решения обратной задачи параметров среды σ и μ .

Заметим, что метод нахождения аналитических решений уравнений Максвелла, основанный на задании вектора \mathbf{E} , обладает большей общностью и простотой, чем только что рассмотренный метод. Действительно, применение метода нахождения аналитического решения по заданному вектору \mathbf{H} возможно, если \mathbf{H} является решением уравнения $(\text{rot } \mathbf{H}, \text{rot rot } \mathbf{H}) = 0$ при условии $\text{rot } \mathbf{H} \neq 0$. Однако различные решения этого уравнения могут быть найдены с помощью схемы (2).

Приведем примеры аналитических решений уравнений (1) для трехмерных распределений электропроводности σ и магнитной проницаемости μ :



$$\sigma = x^2(x^2 + y^2 + 4z^2) \cdot \frac{\Phi_2'[z(x^2 + y^2)]}{\Phi_3\left(\frac{y}{x}\right)}, \quad \mu = \Phi_1[z(x^2 + y^2)].$$

$$4.1. \quad \mathbf{E} = \Phi_3[a(b-c)x - (a^2 + c^2 + bc)y + (a^2 + b^2 + bc)z] \cdot [a(b-c)\mathbf{i} - (a^2 + c^2 + bc)\mathbf{j} + (a^2 + b^2 + bc)\mathbf{k}],$$

$$\mathbf{H} = \Phi_2[(b+c)x - a(y+z)] \cdot (a\mathbf{i} + b\mathbf{j} + c\mathbf{k}),$$

$$\sigma = \frac{\Phi_2'[(b+c)x - a(y+z)]}{\Phi_3[a(b-c)x - (a^2 + c^2 + bc)y + (a^2 + b^2 + bc)z]}, \quad \mu = \Phi_1[(b+c)x - a(y+z)].$$

$$5.1. \quad \mathbf{E} = \Phi_3(by - az) \cdot (b\mathbf{j} - a\mathbf{k}),$$

$$\mathbf{H} = \Phi_2[x(ay + bz)] \cdot [(a^2 + b^2)x\mathbf{i} - a(ay + bz)\mathbf{j} - b(ay + bz)\mathbf{k}],$$

$$\sigma = [(a^2 + b^2)x^2 + (ay + bz)^2] \cdot \frac{\Phi_2'[x(ay + bz)]}{\Phi_3(by - az)}, \quad \mu = \Phi_1[x(ay + bz)].$$

$$6.1. \quad \mathbf{E} = \frac{1}{a \cdot x^2} \Phi_3\left(\frac{y}{x}\right) \cdot (y\mathbf{i} - x\mathbf{j}),$$

$$\mathbf{H} = \frac{e^{az}}{\rho} \Phi_2[az + f(a\rho)] \cdot (-xJ_1(a\rho)\mathbf{i} - yJ_1(a\rho)\mathbf{j} + \rho J_0(a\rho)\mathbf{k}),$$

$$\sigma = \frac{a^2 x^2 e^{az} [J_0^2(a\rho) + J_1^2(a\rho)]}{\rho J_1(a\rho)} \cdot \frac{\Phi_2'[az + f(a\rho)]}{\Phi_3\left(\frac{y}{x}\right)}, \quad \mu = \Phi_1[az + f(a\rho)],$$

$$\rho = \sqrt{x^2 + y^2}, \quad f(t) = \int \frac{J_0(t)}{J_1(t)} dt.$$

$$7.1. \quad \mathbf{E} = \frac{1}{(x^2 + y^2 + z^2)^{3/2}} \Phi_3\left(\frac{x-y}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}\right) \cdot [(y^2 + xy + z^2)\mathbf{i} - (x^2 + xy + z^2)\mathbf{j} + (yz - xz)\mathbf{k}],$$

$$\mathbf{H} = \frac{1}{(x^2 + y^2 + z^2)^{3/2}} \Phi_2\left(\frac{x+y}{z}\right) \cdot (x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}),$$

$$\sigma = \frac{1}{z^2} \cdot \frac{\Phi_2'\left(\frac{x+y}{z}\right)}{\Phi_3\left(\frac{x-y}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}\right)}, \quad \mu = \Phi_1\left(\frac{x+y}{z}\right).$$

$$8.1. \quad \mathbf{E} = \frac{1}{x^2} \Phi_3\left(\frac{y}{x}\right) \cdot (y\mathbf{i} - x\mathbf{j}),$$

$$\mathbf{H} = \frac{1}{x^2 + y^2} \Phi_2(x^2 + y^2 - 4z) \cdot [2x\mathbf{i} + 2y\mathbf{j} + (x^2 + y^2)\mathbf{k}],$$



$$\sigma = \frac{2x^2(x^2 + y^2 + 4)}{x^2 + y^2} \cdot \frac{\Phi_2'(x^2 + y^2 - 4z)}{\Phi_3\left(\frac{y}{x}\right)}, \quad \mu = \Phi_1(x^2 + y^2 - 4z).$$

$$\begin{aligned} 9.1. \quad \mathbf{E} &= \Phi_3[4(y+z)^2 - 2(y+z)(x-z) - 5(x-z)^2] \cdot \\ &\quad [(-5x - y + 4z)\mathbf{i} + (-x + 4y + 5z)\mathbf{j} + (4x + 5y + z)\mathbf{k}], \\ \mathbf{H} &= \Phi_2(x - y + z) \cdot [(x + 3y + 2z)\mathbf{i} + (3x + 2y - z)\mathbf{j} + (2x - y - 3z)\mathbf{k}], \\ \sigma &= \frac{\Phi_2'(x - y + z)}{\Phi_3[4(y+z)^2 - 2(y+z)(x-z) - 5(x-z)^2]}, \quad \mu = \Phi_1(x - y + z). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 10.1. \quad \mathbf{E} &= \Phi_3(bx - ay) \cdot (-b\mathbf{i} + a\mathbf{j}), \\ \mathbf{H} &= e^{ax+by} \Phi_2[e^{ax+by} \sin(cz + d)](a \cos(cz + d)\mathbf{i} + b \cos(cz + d)\mathbf{j} - c \sin(cz + d)\mathbf{k}), \\ \sigma &= ce^{2(ax+by)} \cdot \frac{\Phi_2'[e^{ax+by} \sin(cz + d)]}{\Phi_3(bx - ay)}, \quad \mu = \Phi_1[e^{ax+by} \sin(cz + d)], \\ &\quad a^2 + b^2 = c^2. \end{aligned}$$

В этих формулах $J_0(t)$ и $J_1(t)$ – функции Бесселя действительного аргумента нулевого и первого порядков соответственно. Здесь Φ_1 , Φ_2 и Φ_3 – произвольные непрерывно дифференцируемые функции соответствующих аргументов. В заданной области V эти функции всегда можно выбрать так, чтобы выполнялось условие физической реализуемости: $\sigma > 0$, $\mu > 0$. Полагая же $\Phi_1 = \mu_0 = \text{const}$, получаем решения для немагнитной геологической среды ($\mu = \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м) – основной модели структурной электроразведки.

2. Трехмерные аналитические решения для переменного монохроматического электромагнитного поля

Аналогичный метод нахождения аналитических решений уравнений Максвелла можно построить для переменных электромагнитных полей в частотной области для линейной изотропной среды. Запишем для этого случая в односвязной области $V \subset R^3$ однородные уравнения Максвелла

$$\text{rot } \mathbf{H} = \sigma \mathbf{E}, \quad \text{rot } \mathbf{E} = i\omega \mu \mathbf{H}, \quad (3)$$

где \mathbf{E} и \mathbf{H} – комплексные амплитуды напряженностей электрического и магнитного поля; σ и μ – скалярные комплекснозначные электропроводность и магнитная проницаемость, зависящие от координат x, y, z и круговой частоты ω ; i – мнимая единица.

Функции \mathbf{E} , \mathbf{H} , σ и μ будем рассматривать в области $\omega > 0$. Продолжение этих функций в область $\omega < 0$ очевидно и основано на условии эрмитовости.

Обратная задача для переменного электромагнитного поля формулируется следующим об-

разом: по заданному в области V вектору \mathbf{E} (или \mathbf{H}) найти в этой области скалярные функции σ и μ , а также вектор \mathbf{H} (или \mathbf{E}), обращающие соотношения (3) в тождества.

Заметим, что достаточно рассмотреть метод решения этой задачи только для заданного вектора \mathbf{E} . В случае заданного вектора \mathbf{H} можно воспользоваться принципом перестановочной двойственности, т. е. применить формальные замены $\mathbf{E} \leftrightarrow \mathbf{H}$, $i\omega\mu \leftrightarrow \sigma$.

Показано [1], что если для заданного вектора \mathbf{E} существует решение обратной задачи, то в каждой точке $M \in V$ выполняется одно из двух условий:

$$\begin{aligned} \text{либо } (\mathbf{E}(M, \omega), \text{rot } \mathbf{E}(M, \omega)) &= 0, \\ (\text{rot } \mathbf{E}(M, \omega), \text{rot rot } \mathbf{E}(M, \omega)) &= 0, \\ \text{либо } (\mathbf{E}(M, \omega), \text{rot } \mathbf{E}(M, \omega)) &\neq 0, \\ (\text{rot } \mathbf{E}(M, \omega), \text{rot rot } \mathbf{E}(M, \omega)) &\neq 0. \end{aligned}$$

Если всюду в области V справедливо условие

$$\begin{aligned} (\mathbf{E}(M, \omega), \text{rot } \mathbf{E}(M, \omega)) &= 0, \\ (\text{rot } \mathbf{E}(M, \omega), \text{rot rot } \mathbf{E}(M, \omega)) &= 0, \end{aligned}$$

то векторы \mathbf{E} и \mathbf{H} взаимно ортогональны. Частным случаем таких полей являются двумерные электромагнитные поля. Однако, как мы покажем на различных примерах, это условие может выполняться также для трехмерного распределения параметров среды.

Если геологическая среда немагнитная, то, как в случае ортогональных полей \mathbf{E} и \mathbf{H} , так и не ортогональных, поставленная обратная задача имеет решение тогда и только тогда [1], когда заданное векторное поле \mathbf{E} является решением нелинейного уравнения



$$\mathbf{E} \times \text{rot rot } \mathbf{E} = 0. \quad (4)$$

Таким образом, если заданный вектор \mathbf{E} удовлетворяет уравнению (4), то для немагнитной среды получаем

$$\mathbf{H} = \frac{1}{i\omega\mu_0} \text{rot } \mathbf{E}, \quad \sigma = \frac{(\mathbf{E}, \text{rot rot } \mathbf{E})}{i\omega\mu_0 \mathbf{E}^2}. \quad (5)$$

Иными словами, если \mathbf{E} – решение уравнения (4), то семейство функций $\{\mathbf{E}, \mathbf{H}, \mu = \mu_0, \sigma\}$, где вектор \mathbf{H} и электропроводность σ определяются соотношениями (5), обращает уравнения (3) в тождества. Отсюда видим, что успех нахождения ана-

литических решений уравнений Максвелла для немагнитных сред определяется возможностью отыскания аналитических решений уравнения (4).

Во всех последующих примерах рассмотрены аналитические решения уравнений (3) для случая немагнитной среды. Фигурирующие в этих примерах произвольные функции Φ, Ψ, φ и их производные являются непрерывными комплекснозначными функциями своих аргументов; a, b, c – комплекснозначные функции круговой частоты ω . В примерах 1.2–4.2 векторы \mathbf{E} и \mathbf{H} взаимно ортогональны, а в примерах 5.2–7.2 – не ортогональны.

1.2.
$$\mathbf{E} = [\Phi(u, v, \omega) + \Psi(w, \omega)][a\mathbf{i} + b\mathbf{j} + c\mathbf{k}],$$

$$\mathbf{H} = \frac{1}{i\omega\mu_0} [(ab\Phi'_v - ac\Phi'_u)\mathbf{i} - (bc\Phi'_u + (a^2 + c^2)\Phi'_v)\mathbf{j} + ((a^2 + b^2)\Phi'_u + bc\Phi'_v)\mathbf{k}],$$

$$\sigma = -\frac{(a^2 + b^2)\Phi''_{uu} + 2bc\Phi''_{uv} + (a^2 + c^2)\Phi''_{vv}}{i\omega\mu_0(\Phi + \Psi)}.$$

где $u = bx - ay, v = cx - az, w = ax + by + cz$.

2.2.
$$\mathbf{E} = [\Phi(v, \omega) + \Psi(w, \omega)][2x\mathbf{i} + 2y\mathbf{j} + (x^2 + y^2)\mathbf{k}],$$

$$\mathbf{H} = \frac{(x^2 + y^2)\Phi'_v}{i\omega\mu_0 x^2} [x\mathbf{i} + y\mathbf{j} - 2z\mathbf{k}],$$

$$\sigma = -\frac{2xy\Phi'_v + (x^2 + y^2)\Phi''_{vv}}{i\omega\mu_0 x^4 (\Phi + \Psi)},$$

где $v = \frac{y}{x}, w = z(x^2 + y^2)$.

3.2.
$$\mathbf{E} = [\Phi(v, \omega) + \Psi(w, \omega)][(a^2 + b^2)x\mathbf{i} + (ay + bz)(a\mathbf{j} + b\mathbf{k})],$$

$$\mathbf{H} = \frac{w\Phi'_v}{i\omega\mu_0 x^2} [b\mathbf{j} - a\mathbf{k}],$$

$$\sigma = -\frac{2x(ay + bz)\Phi'_v + w\Phi''_{vv}}{i\omega\mu_0 x^4 (\Phi + \Psi)},$$

где $v = \frac{ay + bz}{x}, w = (a^2 + b^2)x^2 + (ay + bz)^2$.

4.2.
$$\mathbf{E} = [z^{-1}\Phi(u, v, \omega) + \Psi(w, \omega)][x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}],$$

$$\mathbf{H} = \frac{1}{i\omega\mu_0 z} [(v\Phi + uv\Phi'_u + (1 + v^2)\Phi'_v)\mathbf{i} -$$

$$-(u\Phi + (1 + u^2)\Phi'_u + uv\Phi'_v)\mathbf{j} + (v\Phi'_u - u\Phi'_v)\mathbf{k}],$$

$$\sigma = -\frac{2\Phi + 4u\Phi'_u + 4v\Phi'_v + (1 + u^2)\Phi''_{uu} + 2uv\Phi''_{uv} + (1 + v^2)\Phi''_{vv}}{i\omega\mu_0 z^3 (z^{-1}\Phi + \Psi)},$$

где $u = \frac{x}{z}, v = \frac{y}{z}, w = x^2 + y^2 + z^2$.



$$5.2. \quad \mathbf{E} = \Phi(v, \omega)[b e^{bz} \sin by \mathbf{i} + a\mathbf{j}],$$

$$\mathbf{H} = \frac{1}{i\omega\mu_0} \left\{ -abe^{bz} \cos by \Phi'_v \mathbf{i} + b^2 e^{bz} \sin by (\Phi + e^{bz} \cos by \Phi'_v) \mathbf{j} + \right. \\ \left. + [-b^2 e^{bz} \cos by \Phi + (a^2 + b^2 e^{2bz} \sin^2 by) \Phi'_v] \mathbf{k} \right\},$$

$$\sigma = -\frac{1}{i\omega\mu_0} \frac{(a^2 + b^2 e^{2bz}) \Phi''_{vv}}{\Phi},$$

где $v = ax + e^{bz} \cos by$.

$$6.2. \quad \mathbf{E} = \Phi(v, \omega)[\varphi'_u \mathbf{i} - \mathbf{j}],$$

$$\mathbf{H} = \frac{1}{\omega\mu_0} \left\{ \varphi'_u \Phi'_v \mathbf{i} + (\varphi''_{uu} \Phi + \varphi'^2_u \Phi'_v) \mathbf{j} + i [\varphi''_{uu} \Phi + (1 + \varphi'^2_u) \Phi'_v] \mathbf{k} \right\},$$

$$\sigma = -\frac{\Phi''_{vv}}{i\omega\mu_0 \Phi},$$

где $v = x + \varphi(u, \omega)$, $u = y + iz$.

$$7.2. \quad \mathbf{E} = \Phi(v, \omega)[a(ay + bz)\mathbf{i} - (a^2 + b^2)x\mathbf{j}],$$

$$\mathbf{H} = \frac{1}{i\omega\mu_0} \left[2b(a^2 + b^2)(ay + bz)x \Phi'_v \mathbf{i} + ab(\Phi + 2(ay + bz)^2 \Phi'_v) \mathbf{j} - \right. \\ \left. - [(2a^2 + b^2)\Phi + 2[(a^2 + b^2)^2 x^2 + a^2(ay + bz)^2] \Phi'_v] \mathbf{k} \right],$$

$$\sigma = -\frac{4(a^2 + b^2)[2\Phi'_v + v\Phi''_{vv}]}{i\omega\mu_0 \Phi},$$

где $v = (a^2 + b^2)x^2 + (ay + bz)^2$.

Примеры 1.2–4.2 иллюстрируют тот факт, что в немагнитной изотропной среде электромагнитные поля с ортогональными векторами \mathbf{E} и \mathbf{H} могут существовать не только в случае одномерного и двумерного распределения электропроводности σ , но также в случае трехмерного распределения.

В примерах 5.2–7.2 содержатся выражения для полей магнитного типа [3,4] (поперечно-электрических полей) по отношению к координате z . Принято считать [3,4], что в изотропной среде с параметрами μ и σ эти поля могут существовать при выполнении условий $\mu = \eta(z)\theta(x, y)$, $\sigma = \xi(z)/\theta(x, y)$, где η, θ и ξ – произвольные достаточно гладкие функции от соответствующих координат. В случае немагнитной среды эти условия имеют следующий вид: $\mu = \mu_0$, $\sigma = \xi(z)$. Однако примеры 5.2–7.2 показывают, что поля магнитного типа по отношению к координате z могут существовать в немагнитной изотропной среде также для трехмерного распределения электропроводности σ , и, следовательно, эти примеры обобщают известные результаты.

Аналитические решения уравнений Максвелла составляют теоретическую основу электрогеофизики. Представленные в настоящей работе аналитические решения обладают в силу произвольности фигурирующих в них произвольных функций чрезвычайной общностью и охватывают широкий круг моделей трехмерных геологических сред, включая среды с частотно-дисперсной электропроводностью. Изучение закономерностей поведения электромагнитного поля в таких средах на основе предложенных аналитических решений позволит разработать новые методы структурной электроразведки, направленные на эффективное решение разнообразных геологических задач.

Другое не менее важное применение полученных результатов состоит в тестировании численных методов решений трехмерных прямых и обратных задач электроразведки. Интенсивное развитие численных методов невозможно без сопоставления результатов расчета с точными аналитическими решениями однородных уравнений Максвелла.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 10-05-00753-а).



Библиографический список

1. Губатенко В. П. Построение класса переменных электромагнитных полей для линейных изотропных сред // Недр Поволжья и Прикаспия. 2011. Вып. 66. С. 70–77.
2. Губатенко В. П. Нахождение аналитических решений задач геоэлектрики на основе решения обратной

- задачи // Недр Поволжья и Прикаспия. 2011. Вып. 67. С. 34–46.
3. Кисунько Г. В. Электродинамика полых систем. Л., 1949. 427 с.
4. Mohsen A. Electromagnetic field representation inhomogeneous anisotropic media // Appl. Phys. 1973. Vol. 2, № 3. P. 123–128.

УДК 551.735/736 (470.4/5)

О РЕГИОНАЛЬНОМ ПРЕДПЕРМСКОМ СТРАТИГРАФИЧЕСКОМ НЕСОГЛАСИИ В РАЗРЕЗАХ ПРИБОРТОВЫХ ЗОН ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

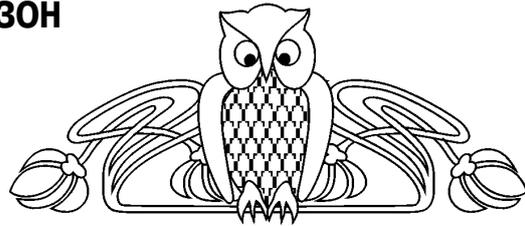
П. Д. Кухтинов*, Д. А. Кухтинов**

*ООО "Газпром ВНИИГАЗ", центр ПХГ, Московская обл.

E-mail: pavelkukhtinov@yandex.ru

**Саратовский государственный университет

E-mail: sheglov@nvniigg.san.ru



Проведен анализ фактических данных о несогласиях на границе карбона и перми в разрезах бортовой и внутренней прибортовой зон Прикаспийской впадины и точек зрения на механизм их формирования. Сделан вывод о том, что региональное несогласие формировалось при снижении уровня моря в среднем карбоне (позднебашкирское и верейское время). В среднем-позднем карбоне произошло затопление края шельфа, появилась более глубоководная обстановка с неустойчивым осадконакоплением, с характерными для нее дефицитом осадочного материала (взвеси), уносом его придонными течениями и турбидитными потоками по каньонам на второй уровень седиментации и подводной денудацией, увеличивающей амплитуду несогласия.

Ключевые слова: Прикаспийская впадина, прибортовая зона, карбон, пермь, предпермское несогласие.

On the Regional Prepermian Unconformity in the Sections from the edge Zones of the Pricaspian Depression

P. D. Kukhtinov, D. A. Kukhtinov

Factual data has been analyzed on the unconformities at the Carboniferous-Permian boundary in the sections from the edge and the inner by-edge zones of the Pricaspian Depression; varieties of opinions on the unconformity formation mechanisms have been analyzed, as well. A conclusion has been made that the unconformity generation along the entire perimeter of the Depression has been called forth by the replacement of the Bashkirian shallow-water environment with the deep-water conditions of the Middle-Late Carboniferous, with characteristic sedimentary material (suspended) deficiency and transfer by the near-bottom currents and turbidite flows along the canyons to the second level of sedimentation.

Key words: Pricaspian Depression, by-edge zone, Carboniferous, Permian, Prepermian unconformity.

В многочисленных публикациях разных лет отмечалось наличие стратиграфических несогласий в разрезах прибортовой зоны Прикаспийской впадины, приуроченных к границе карбона и перми, а также к различным уровням внутри нижней

перми, что послужило основанием для появления традиционных выводов о связи их с положительными тектоническими движениями на отдельных участках – вплоть до тектонической инверсии всего этого региона. Параллельно возникло предположение о развитии Прикаспийской впадины в позднем палеозое как некомпенсированной депрессии, бортовые зоны которой сложены рифовыми образованиями девона, карбона и нижней перми [1, 2 и др.], обрамленными слоистыми образованиями шельфа со стороны платформы и глубоководными депрессионными отложениями со стороны бассейнового склона.

Данные о несогласии на границе карбона и перми появились еще в 60–70-х годах прошлого века. Так, в работах А. В. Урусова [3] и О. Б. Кетат [4] были изложены данные о том, что в пределах Преддонбасской депрессии, Доно-Медведицкого вала и бортовой зоны Прикаспийской впадины породы ассельского яруса в объеме всех трех зон ложатся на размытую поверхность отложений оренбургского или верхних горизонтов гжельского яруса. В то же время в составе комплекса фузулинид нижней зоны ассельского яруса названы виды *Daixina robusta* Raus., *D. vozhgalensis* Raus., которые являются видами-индексами зоны, венчающей в современной биостратиграфической схеме верхний карбон. Следовательно, в действительности граница систем находится выше отмеченного перерыва и имеет согласный характер.

Указания на наличие в бортовых зонах Прикаспийской впадины предассельского, предпозднеартинского, предпозднекунгурского региональных перерывов имеются в работах многих авторов [5–9], однако выводы базируются зачастую на точечных определениях возраста пород в разрезах, которые переносятся на всю изучаемую толщу и нередко распространяются на весь регион.



В пределах Астраханского свода нижне-среднекаменноугольные карбонатные отложения перекрыты «битуминозной» толщей или ширяевской свитой, сложенной переслаивающимися аргиллитами, пелитоморфными, нередко окремнелыми доломитами и глинистыми известняками, силицитами с включениями битума, пирита и остатками аммонитов, остракод, мелких фораминифер, радиолярий, мегаспор и миоспор. Первоначально по миоспорам был определен артинский возраст этих отложений [10], позднее также по палинологическим данным [11, 12] было обосновано выделение всех ярусов и всех горизонтов нижней перми. О наличии признаков внутрипермских перерывов не сообщалось.

В схеме стратиграфии перми западной части южной прибортовой зоны Прикаспийской мегавпадины показано [13]: а) согласная граница карбона и перми; б) значительный перерыв между ассельским и сакмарским ярусами; в) перерыв в кровле астраханской серии сакмарско-кунгурского возраста; г) выпадение из разреза значительной части отложений филипповского горизонта; д) несогласие на границе кунгурского и уфимского ярусов.

В разрезе нижней перми смежной территории – южной части северо-западной прибортовой зоны – отмечаются [13] несогласия на границе карбона и перми, между вышележащей абганеровской серией ассельско-артинского возраста и карасальской серией саргинско-филипповского возраста, а также между свитами карасальской серии и в основании северокаспийской серии иренского горизонта. При сравнении данных по этим смежным территориям видно, что синхронные несогласия отмечаются только в подошве и кровле северокаспийской серии. Остальные перерывы ограничены своими территориями, следовательно, они асинхронны. Тем не менее был сделан вывод [13] о том, что в сторону центра бассейна ассельские отложения срезаны последующей денудацией близ внутренних склонов органогенных построек и под все более молодые образования нижней перми будут выходить все более древние отложения карбона, а в разрезах центральной зоны впадины верхнекунгурские (иренские) отложения залегают на различных горизонтах нижней половины палеозоя.

Во внутренней части западной прибортовой зоны Прикаспийской впадины на ряде площадей (Ахтубинской, Упрямовской, Лободинской, Молчановской) были вскрыты отложения мощностью до 1497 м, представленные в нижней части аргиллитами с прослоями алевролитов и песчаников с обломками эффузивов, в верхней – кремнисто-битуминозными породами с прослоями радиоляритов, спонголитов, туфоаргиллитов, а также конглобрекций, гравелитов и песчаников. В обломках известняков были обнаружены гетерохронные остатки фораминифер, в цементе (Упрямовская скв. 1, инт. 5934–5948 м)

– позднеартинские, по определению О. Б. Кетат, фораминиферы – *Hyperamminoides samarensis* Raus., *Protonodosaria rauserae* Gerke, *Glomospira elegans* Lip. Эта датировка распространялась затем на все вскрытые отложения. Однако недавно появились палинологические данные о присутствии в разрезе Ахтубинской скв. 1 не только верхнеартинских, но и верхнеассельских, сакмарских (?) и нижнеартинских отложений [14]. Тем самым была поставлена под сомнение давняя идея о региональном предпозднеартинском перерыве в Прикаспийской впадине.

Интересные соотношения в разрезах северной бортовой зоны (скв. 25 Ташлы, скв. 63 и 113 Кошинские, скв. 59 Кузнецовская) описаны В. А. Горошковой и др. [15]. Здесь на размытой поверхности отложений краснополюнской горизонта залегают пачка (19–23 м) известняков от темно-серых до черных, с прослоями серых, зеленовато-серых глинисто-битуминозных, с прослоем измененной лавобрекчий. Сторонники некомпенсированного прогибания синеклизы рассматривают пачку как глубоководный аналог средне-верхнекаменноугольных образований, распространенных севернее. По фораминиферам нижнюю часть пачки датировали как верейскую, верхнюю – как гжельскую. В скважинах 63 (инт. 3849–3852 м) и 59 (3730–3760 м) были встречены смешанные комплексы конодонтов и фораминифер, состоящие из касимовских и гжельских видов. Эти факты позволяют им считать, что переотложение фауны произошло в конце позднекарбона – в гжельский век, рассматриваемая пачка имеет гжельский возраст, а нижележащие отложения карбона, вплоть до низов башкирского яруса карбона, отсутствуют. К югу, во внутренней прибортовой зоне, амплитуда предпермского перерыва возрастает (из разреза выпадает башкирский ярус) и серпуховские отложения (Бурлинской скв. 23) перекрыты толщей (125,5 м) серых известняков нижней перми, в нижней части которой (инт. 4295,5–4251 м) обнаружен комплекс конодонтов ассельской зоны barskovi.

Аналогичное несогласие прослежено на Карачаганакской структуре, где нижнепермский рифовый массив сформировался на денудированной поверхности башкирских и серпуховских отложений. Почти повсеместно между этими разновозрастными карбонатными толщами присутствует пачка черных глинисто-битуминозных известняков и мергелей (0,5–4,0 м). Глинистая составляющая представляет собой преобразованный туфогенный материал. В скважинах 19 и 20 в основании пачки залегают тонкий прослой туфоалевролита. Непосредственно над ним в скв. 19 (инт. 4548–4559 м) в органогенных известняках встречены конодонты зоны barskovi. В скважинах 16 и 23, прошедших соответственно через склон и ядро рифового массива, в основании нижнепермских известняков, содержащих примесь туфогенного материала, установлена та же зона



barskovi. Вышележащие мшанково-тубифитовые биогермные (скв. 23) и органогенно-детритовые (скв. 19) известняки содержат остатки фузулинид средней и верхней зон асселя и конодонтов зоны barskovi. В скв. 16 вместе с ассельскими конодонтами встречены переотложенные средне- и верхнекаменноугольные формы. Сакмарские отложения имеют сокращенный объем за счет отсутствия на одних участках тастубского (в восточной части рифового массива – скважины 1, 10, 23, 100), на других (западная часть рифового массива) – стерлитамакского горизонтов. Сакмарский ярус в объеме обеих зон – *Pseudofusulina moelleri* – *Ps. verneuili* и *Pseudofusulina urdalensis* – установлен в разрезе скв. Г-2 Карачаганак (соответственно 4044,8–4078,6 и 4026,8–4044,8 м). Артинский ярус представлен фациями рифового массива (скважины 2, 6, 10, 23, 100, 104) и рифового склона (скважины 7, 9, 12, 13, 16). В разрезе скв. 6 установлены все три зоны яруса – *Pseudofusulina concavitas* – *Ps. pedissequa*, *Pseudofusulina juresanensis* – *Parafusulina lutugini*, *Parafusulina solidissima* (соответственно инт. 3966–4018, 3877–3966, 3805–3877 м). Предполагается, что несогласие связано с крупным каменноугольным поднятием, которое протягивалось к востоку от Карачаганака. В ранней перми произошла смена тектонического режима, обусловившая погружение синеклизы и формирование бортового уступа и органогенных построек вдоль него и во внутренней прибортовой зоне. При этом смена тектонического режима сопровождалась активной вулканической деятельностью.

Весьма интересен разрез Сухореченской скв. П-40, которая пробурена в условиях восточного склона Карачаганакского массива и вскрыла в инт. 5387–5510 м нижнекаменноугольные (серпуховские) карбонатные отложения, несогласно перекрытые кунгурской толщей [16].

На востоке впадины были выявлены различные соотношения между карбоном и пермью и внутри нижней перми. Согласно граница карбона и перми зафиксирована в единичных разрезах [17–19] – скв. 3 Восточный Тортколь (карбонатный разрез) и скв. Г-12 Жанажол (преимущественно терригенный разрез), где в пограничных слоях последовательно выделены фузулинидовые зоны *Daixina sokensis* (соответственно инт. 1839–1905 и 2839–2915 м), зона или подзона *Daixina bosbytaensis* (инт. 1812–1839 и 2827–2839 м), подзона *Schwagerina vulgaris* (инт. 1765–1812 м), зона *Schwagerina moelleri* – *Pseudofusulina fecunda* (инт. 1589–1765 и 2737–2744 м), зона *Schwagerina sphaerica* – *Globifusulina (Pseudofusulina) firma* (инт. 1537–1589 м). Согласно залегание сакмарского яруса палеонтологически подтверждено в разрезе скв. Г-9 Жанажол (в инт. 2815–2820 м выделена нижняя зона *Pseudofusulina moelleri* – *Ps. verneuili*). По фузулинидам установлена также нижняя зона артинского яруса (скв. 110 Кенкияк, инт. 4134,9–4195,2 м).

Во внутренней части восточной прибортовой зоны палеонтологически обосновано несогласное залегание нижней перми на разновозрастных слоях карбона – от нижнебашкирского подъяруса до гжельского яруса. При этом основание нижней перми также имеет различный возраст (среднеассельский, сакмарский или артинский). В качестве примера можно назвать ряд разрезов скважин с различными соотношениями карбона и перми: Локтыбай 14 (C_{1v3}/P_{1as}), Кенкияк 89 (C_{2b1}/P_{1as3}), Бозоба 4 (C_{2m}/P_{1as2}), Куантай 1 (C_{2m2}/P_{1as2}), Арансай П-2 (C_{2m1}/P_{3s}), Синельниковская 1 (C_{3g1}/P_{1as2}), Кожасай П-3 (C_{2m1}/P_{1}), Кожасай П-1 (C_{2m2}/P_{1}), Тортколь 2 (C_{2m2}/P_{1s}), Восточный Акжар 3 (C_{1s}/P_{1as}), Жантай 1 (C_{1s}/P_{1}), Терескен 1 (C_{1v}/J) и др.

Сходная ситуация наблюдается в юго-восточной части впадины. В разрезе скв. 1 Тортай зафиксировано несогласное залегание на нижнем карбоне (серпуховском ярусе) аргиллитово-известковистой толщи асселя, перекрываемой также с размывом верхнеартинскими грубообломочными терригенными отложениями. В склоновом разрезе, вскрытом скважиной скв. 2 Сазтобе, нижнекаменноугольные отложения перекрыты толщей грубообломочных известняков (208 м) с остатками ассельских и сакмарских фораминифер, которые рассматриваются как шлейф от грубообломочных толщ. Выше располагаются аргиллитовая пачка сакмарского яруса, сложенная темноцветными (до черных) известковистыми аргиллитами, туфогенными глинами, туфами, туффитами, кремнистыми породами мощностью от нескольких метров до 120 м (скв. 16 Маткен), мергельно-аргиллитовая пачка нижнеартинского? подъяруса (до 10 м), которая представлена темно-серыми до черных известковистыми аргиллитами, расслоенными мергелями, реже кремнистыми породами, туфами и туфогенными глинами с палинокомплексом нижнеартинского подъяруса, несогласно залегающая сероцветная грубообломочная толща верхнеартинского подъяруса (87 м в скв. 2 Биикжал, 287 м в скв. 10 Ушмола, 444 м в скв. 10 Шолькара), датированная миоспорами. В разрезах склонового типа мощность последней толщи увеличивается до 693 (скв. 3 Молодежная) – 733 м (скв. 4 Тортай).

В ряде работ [20 и др.] отмечается резко несогласное залегание на разновозрастных отложениях карбона и даже девона верхнеартинских отложений в составе пяти пачек на юго-востоке впадины. В некоторых из них были обнаружены остатки разновозрастной микрофауны, в пачках IV и V (скв. 1 Восточный Арман) – комплексы миоспор, датированные как артинские, но и вмещающие породы, и три нижележащие пачки были отнесены к верхнеартинскому подъярусу. В связи с этим заслуживают внимания данные о высоком содержании в спектре пачки IV пыльцы *Vittatina* (55%) при немногочисленности одномешковых форм – *Potonieisporites*, *Florinites*, *Cordaitina*.



На смежной территории восточной прибортовой зоны аналогичные спектры с супердоминантным содержанием виттатин были получены из разрезов ряда скважин, пробуренных на 9 площадях в отложениях, залегающих между палеонтологически датированными породами сокольевгорского горизонта асселя и сакмарского яруса [21]. Они были отнесены к верхнему асселю не только по положению в разрезе, но и с учетом имеющихся в печати данных о возрастании роли *Vittatina* и резком уменьшении значения *Potonieisporites* в верхней части ассельского яруса Среднего и Южного Урала [22], о максимальном развитии виттатин в славянской свите Донбасса, венчающей разрез ассельских отложений, и в отене Западной Европы [23].

Наличие данных о разноамплитудных несогласиях на границе карбона и перми в разрезах прибортовой зоны стало основанием для появления идеи об инверсионном характере тектонического развития Северного Прикаспия в позднем палеозое. По данным Е. В. Мовшовича [24], по периферии Северо-Каспийской впадины зафиксированы глубокие размывы, предшествующие накоплению образований ассельского и артинского ярусов. Широкое распространение размывов, обусловивших выпадение из разреза пород среднего, верхнего карбона и местами низов перми, позволило ему предположить, что поднятия охватывали не только внутреннюю часть бортовых зон, но и центральную часть Северо-Каспийской плиты, сейчас глубоко прогнутую. К началу кунгурского века большая часть периферии Северо-Каспийской плиты была приподнята и размывалась. Позднее, в кунгурский век, в результате новой тектонической инверсии началось интенсивное прогибание и образование Северо-Каспийской впадины, которое продолжалось до четвертичного времени.

Модель формирования регионального несогласия на рубеже карбона и перми северо-западной части впадины, предложенная Ю. И. Никитиным [25], предполагает следующее развитие событий: а) снижение уровня моря в предпермское время, обусловленное материковым оледенением на юге Гондваны, б) интенсивная волновая и субаэральная эрозия осушенных областей каменноугольного шельфа и внутривпадинных поднятий, сложенных карбонатными породами, в) раннепермская трансгрессия, при которой внутривпадинные поднятия оказались перекрытыми мелководными осадками, а на отдельных конседиментационно развивающихся структурах началось рифообразование (Карачаганак), г) при отдельных кратковременных регрессивных явлениях эрозия пермского шельфа и перемещение обломочного материала с остатками мелководной фауны в обстановку мелководья. В то же время нет объяснения отсутствию несогласия между системами во внешней прибортовой зоне, которая должна была находиться в обстановке субаэральной

эрозии, причине выпадения нижних подразделений (слоев, зон, горизонтов) нижней перми из разрезов, формировавшихся во внутренних областях впадины, откуда море не уходило, а также наличия мелководных отложений, заключающих аллохтонный материал с остатками мелководной фауны, там, где должны были формироваться мелководные образования нижней перми.

С глобальным изменением уровня океана связывали появление несогласий О. Н. Марченко с соавторами [26]. По его представлениям, в пределах Прикаспия существовал океанический бассейн, снижение уровня которого фиксируется появлением несогласия между башкирским и московским ярусами среднего карбона. Последующее повышение его уровня в среднем-позднем карбоне и ранней перми привело к смене мелководной обстановки на более мелководную. В первом случае происходило перемещение осадков по склону во впадину, во втором на шельфе терригенное осадконакопление сменилось карбонатным, на внешнем склоне шельфа формировались мелководные (гемипелагические) осадки (мергели, кремнистые глины, кремнистые известняки, туффиты). В условиях высокого стояния уровня океана на границе шельфа и склона постоянно ощущался дефицит осадочного материала, представленного в основном взвесью. При этом обычными являлись неотложение, унос осадков течениями, формирование в некоторых случаях конденсированных слоев, представленных наиболее крупными частицами и/или остатками фауны, имеющими различный возраст. В середине ранней перми отмечается новое понижение уровня моря, приведшее к обмелению или осушению отдельных участков шельфа, возникновению перерывов и очередному сбросу значительной массы накопившихся осадков на второй глобальный уровень седиментации, что подтверждается фактическими данными по разрезам скважин.

Поскольку во многих работах речь идет о перерывах регионального значения, имеет смысл обратить внимание на данные по смежным территориям, представленные в обобщенном виде в корреляционной части унифицированной схемы стратиграфии нижней перми Русской плиты [10]. Согласно этому документу на всей обширной территории, примыкающей к Прикаспийской впадине с севера и запада, разрезы нижней перми повсеместно представлены в полном объеме и практически без внутренних перерывов. Таким образом, перерывы, равно как и вызвавшие их причины, не выходят за пределы впадины, более того, они локализованы в основном в ее внутренней прибортовой зоне.

Проведенный обзор не оставляет сомнений в наличии разрезов как с согласной (во внешней прибортовой и бортовой зонах), так и несогласной (в основном во внутренней прибортовой зоне) границей между карбоном и пермью. В ряде случаев выводы о наличии перерывов носят



скорее предположительный характер, поскольку не имеют необходимого палеонтологического обоснования. Своеобразная локализация несогласий во внутренней прибортовой зоне по всему периметру впадины плохо согласуется с попытками традиционно связать их появление с тектоническими движениями отдельных блоков. Предполагая инверсию Прикаспийской впадины, т. е. превращение седиментационного бассейна в область сноса, никто из сторонников этой идеи не указал возможные направления переноса огромных масс продуктов разрушения мощных толщ и местоположения депоцентра, способного их принять. Поскольку во внешней прибортовой зоне осадконакопление существенно не прерывалось, то обломочный материал с этой размываемой гипотетической суши должен был поступать на смежные территории, препятствуя карбонатонакоплению в целом и рифообразованию в частности. Каких-либо подтверждений этого процесса не наблюдается.

В настоящее время имеются многочисленные модели строения бортовых зон, полученные на основе данных бурения и сейсмостратиграфии, которые наглядно демонстрируют последовательное выклинивание в сторону бассейна верхнепалеозойских, в частности, нижнепермских толщ [27, 28 и др.]. При этом фациальное замещение более мощных мелководными образованиями маломощными глубоководными отложениями подтверждается данными бурения. Весьма наглядны в этом отношении данные по профилю скважин, пересекающих бортовую зону в районе рифового массива Карачаганак. Пробуренные в бортовой зоне скважины 59 Кузнецовская и 113 Кошинская вскрыли карбонатные отложения докунгурской нижней перми мощностью 856 м и 709 м соответственно, залегающие на верхнем карбоне (гжельском ярусе). По направлению к одиночной рифовой постройке (Карачаганак) мощность синхронных отложений на очень коротком расстоянии последовательно уменьшается – до 125,5 м (Бурлинская скв. 23), затем в пределах Карачаганака – до 17 м (скв. 19), постепенно возрастая до 218 м (скв. 16) и 529 м (скв. 23). Несколько восточнее рифа на площади Сухоречка (скв. 40) вскрыт разрез, в котором синхронные отложения отсутствуют полностью и нижний карбон перекрывают породы кунгура. Разница в мощностях только нижнепермских отложений свидетельствует о значительной глубине бассейна за пределами бортовой зоны, превышающей, вероятно, 1 км, а также о значительной крутизне бассейнового склона, достигающей 30° [2]. Объяснить образование подобных стратиграфических соотношений в близко расположенных разрезах тектоническими движениями невозможно, но можно увидеть здесь признаки долгоживущего подводного каньона.

Данные по внешнему обрамлению впадины свидетельствуют о падении уровня моря и вызванных им регрессивных тенденциях в

позднебашкирское и раннемосковское время, проявляющихся в смене карбонатных отложений терригенными образованиями мелководья. С этим событием связано смещение фациальных зон в сторону бассейна, перемещение избыточного материала из области шельфа на континентальный склон и формирование несогласия внутри карбона, особенно крупного (по амплитуде) в пределах каньонов.

Принципиально важное значение имеет факт обнаружения маломощной (до 23 м) пачки глубоководных отложений в разрезах северного сегмента прибортовой зоны (площади Ташлы, Кошинская, Кузнецовская, Карачаганак и др.), залегающей между толщами мелководных карбонатов башкирского и ассельского возраста и содержащей остатки фауны среднего-верхнего карбона и нижней перми. Тем самым подтверждается приуроченность несогласия к среднему карбону, когда проявились регрессивные тенденции в развитии бассейна седиментации. В то же время ее появление однозначно свидетельствует о последующем повышении уровня вод бассейна, смещении более глубоководной обстановки в сторону карбонатного шельфа и трансгрессивном налегании пачки на подстилающие мелководные толщи карбона. Вполне логично рассматривать эту пачку в качестве глубоководного аналога какой-то недостающей части разреза карбона и, возможно, низов асселя, а присутствие смешанной фауны в ее основании может быть связано с формированием конденсированного слоя на внешнем крае шельфа и в верхней части склона в обстановке дефицита осадочного материала и подвижности придонных вод.

Аналогичные, но еще меньшей мощности глубоководные отложения зафиксированы южнее в основании всех типов разрезов Карачаганака – рифовом, склоновом, бассейновом. В данном случае процесс осадконакопления и формирования несогласий в области перехода от внешнего края шельфа к подножию бассейнового (океанического) склона развивался, по-видимому, в соответствии с моделями седиментации в современных морях и океанах [29]. С дефицитом осадочного материала связано также формирование несогласия в разрезах восточной (Кенкиак, Бозоба, Арансай и др.) и южной (Тенгиз, Астраханское поднятие и др.) внутренних прибортовых зон впадины, где разновозрастные отложения карбона несогласно перекрываются различными по возрасту глубоководными образованиями нижней перми. Выпадение из пермского разреза нижних слоев могло происходить при неотложении вследствие дефицита осадка и действия придонных течений.

В заключение представляется важным подчеркнуть, что региональное значение имеет только одно несогласие, формирование которого началось в верейское время в субаквальной, местами в субаэральной обстановке. Следы этого события зафиксированы практически по всему



периметру внутренней прибортовой и отчасти бортовой зон впадины. Последующее затопление шельфа в среднем-позднем карбоне привело к созданию обстановки относительного глубоководья с неустойчивой седиментацией, дефицитом (дистрофией) осадочного материала (взвести), перемещением его течениями и турбидитными потоками к основанию склона и подводной денудацией, увеличивающей амплитуду уже существующего несогласия. В то же время наличие стратиграфически полных разрезов среднего-верхнего карбона и нижней перми на смежных территориях не позволяет говорить о масштабных флуктуациях уровня моря в это время, приводящих к образованию региональных несогласий. Лишь наличие глинистых или туфоогенно-глинистых прослоев среди карбонатных пород свидетельствует об определенной цикличности процесса седиментации, но без заметных hiatusов. Что касается неполноты летописи в разрезе докунгурской нижней перми, предполагаемой или подтвержденной палеонтологическими данными, то ее проявления имеют, по-видимому, локальный характер.

Библиографический список

1. Грачевский М. М. О возможных рифах пермского возраста в прибортовой части Северного Прикаспия // Новости нефтяной и газовой техники. Сер. геол. 1961. № 11. С. 16–18.
2. Грачевский М. М., Сипко Т. А. Фации нижнепермского нефтегазоносного барьерного рифа в Саратовском Заволжье // Докл. АН СССР. 1973. Т. 210, № 3. С. 419–421.
3. Урусов А. В. Пермские отложения Волгоградского Поволжья в связи с перспективами их промышленной нефтегазоносности : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Саратов, 1978. 22 с.
4. Кетат О. Б. Фузулиды нижнепермских отложений Волгоградского Поволжья и их значение для стратиграфии и палеогеографии : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Саратов, 1978. 20 с.
5. Шафиро Я. Ш., Золотухина Г. П., Кетат О. Б. Палеотектоника подсолевых отложений периферии Прикаспийской впадины // Бюл. МОИП, отд-ние геол. 1978. Т. 53 (6). С. 51–66.
6. Алешин В. М., Ермаков В. А. О природе бортового уступа Прикаспийской впадины // Геология нефти и газа. 1975. № 6. С. 16–18.
7. Абрамов В. А. Прогноз нефтегазоносности нижнепермских отложений на северо-западном борту Прикаспийской синеклизы // Геология нефти и газа. 1977. № 3. С. 53–56.
8. Михалькова В. Н., Бражников О. Г., Берестецкая А. М. Выбор направлений поиска месторождений нефти и газа в западной части Прикаспийской впадины // Там же. 1990. № 5. С. 10–13.
9. Шилин А. В. Дискуссионные вопросы развития Прикаспийской впадины в верхнем палеозое в связи с нефтегазоносностью // Верхний палеозой России : стратиграфия и палеогеография (материалы Всерос. конф., Казань, 25–27 сентября 2007 г.). Казань, 2007. С. 372–373.
10. Белова Г. И. О возрасте «битуминозной толщи» Астраханского свода // Геология и полезные ископаемые Калмыцкой АССР. Элиста, 1975. Вып. 3. С. 53–56.
11. Решение межведомственного регионального совещания по среднему и верхнему палеозою Русской платформы с региональными стратиграфическими схемами. Пермская система. Л., 1990. 49 с.
12. Подгайная Н. Н. Палинокомплексы верхнекарбонных, пермских и нижнетриасовых нефтегазоносных отложений Астраханско-Калмыцкого Прикаспия и их значение для поисково-разведочных работ : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Саратов, 1988. 20 с.
13. Лапкин И. Ю., Мовшович Е. В. История изучения отложений пермской системы юга Восточно-Европейской платформы. Статья 3. Современные исследования // Бюл. МОИП, отд-ние геол. 1994. Т. 69, вып. 5. С. 77–95.
14. Здобнова Е. Н. Миоспоры и водоросли *Tasmanites* нижнепермских подсолевых отложений Волгоградского Заволжья и их значение для стратиграфии и нефтегазовой геологии : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Саратов, 2009. 16 с.
15. Горошкова В. А., Овнатанова Н. С., Замлацкая Т. К. О крупном стратиграфическом несогласии во внутренней прибортовой зоне Прикаспийской синеклизы // Докл. АН СССР. 1989. Т. 304. № 3. С. 676–679.
16. Ахметшина Л. З., Гибишман Н. Б. Корреляция подсолевых отложений северной бортовой зоны Прикаспийской впадины. Актубинск, 1989. 44 с. Деп. в КазНИИНТИ 26.04.89, № 2671–Ка–89.
17. Изотова М. Н., Николаев А. И., Филькин Ю. В. Зональная стратиграфия карбонатного палеозоя Прикаспийской впадины по фораминиферам // Микрофауна СССР. Вопросы систематики и биостратиграфии. Л., 1990. С. 29–53.
18. Кухтинова Л. В., Кухтинов П. Д. О границе карбона и перми на востоке Прикаспийской впадины // Актуальные проблемы палинологии на рубеже третьего тысячелетия : тез. докл. IX Всерос. палинолог. конф., Москва, 13–17 сентября 1999 г. М., 1999. С. 154–156.
19. Мильничук В. С., Тарханов М. И., Гибишман Н. Б. и др. Геология и нефтегазоносность юго-востока Прикаспийской синеклизы (Западный Казахстан). Алма-Ата, 1988. 184 с.
20. Здобнова Е. Н. Распределение органических остатков и литологический состав верхнеартинских терригенно-карбонатных отложений юго-востока Прикаспийской впадины (на примере скв.1 Восточный Арман) // Стратиграфия и литология подсолевых нефтегазоносных комплексов Прикаспийской впадины. Саратов, 1991. С. 88–92.
21. Кухтинова Л. В., Кухтинов П. Д. Нижнепермские палинокомплексы терригенных отложений востока Прикаспийской впадины // Советская геология. 1990. № 8. С. 51–56.
22. Дюпина Г. В. Соотношение фаунистических зон и палинокомплексов в нижнепермских отложениях Среднего и Южного Урала // Стратиграфия и корреляция осадков методами палинологии. Свердловск, 1985. С. 62–69.
23. Иносова К. И., Крузина А. Х., Шварцман Е. Г. Атлас микроспор и пыльцы верхнего карбона и нижней перми Донецкого бассейна. М., 1976. 176 с.

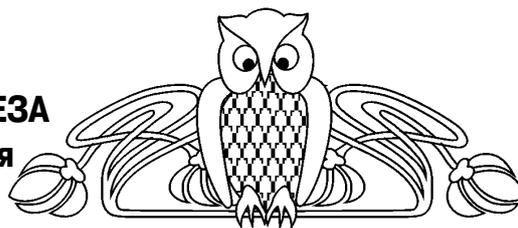


24. Мовшиович Е. В. Об инверсионном характере тектонического развития Северного Прикаспия в позднем палеозое // Докл. АН СССР. 1976. Т. 231, № 1. С. 162–164.
25. Никитин Ю. И. Прогнозная модель формирования регионального несогласия на рубеже карбона и перми северо-западной части Прикаспийской впадины // Стратиграфия и литология подсоловых нефтегазоносных комплексов Прикаспийской впадины. Саратов, 1991. С. 15–25.
26. Марченко О. Н., Щеглов В. Б., Югай Т. А. Стратиграфические перерывы и лавинное осадконакопление в подсоловых разрезах северной бортовой зоны Прикаспийской впадины // Стратиграфия и литология подсоловых нефтегазоносных комплексов Прикаспийской впадины. Саратов, 1991. С. 25–31.

27. Волож Ю. А., Сапожников Р. Б., Шлезингер А. Е., Янишин А. Л. Основные аспекты строения докунгурского разреза Прикаспийской впадины и ее обрамлений с позиции сейсмостратиграфического анализа // Докл. АН СССР. 1983. Т. 273, № 6. С. 1440–1445.
28. Янишин А. Л., Шлезингер А. Е. Геологическая модель формирования Прикаспийской впадины (проблемы и суждения) // Нефтегазоносность Прикаспийской впадины и сопредельных районов. М., 1987. С. 5–11.
29. Лисицын А. П. Лавинная седиментация, изменения уровня океана, перерывы и пелагическое осадконакопление – глобальные закономерности // Палеоокеанология. М., 1984. С. 3–21.

УДК 553. 632 (470.45)

О РОЛИ ПРОЦЕССОВ ВЫСАЛИВАНИЯ НА ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫХ СТАДИЯХ ГАЛОГЕНЕЗА (на примере Гремячинского месторождения калийных солей)



Г. А. Московский, О. П. Гончаренко

Саратовский государственный университет
E-mail: MoskovskyGA@info.sgu.ru

Результаты изучения «продуктивных» интервалов Гремячинского месторождения калийных солей показали, что садка калийных и калийно-магниевых солей сопровождалась масштабным высаливанием хлористого натрия за счет взаимодействия концентрированных растворов солеродного бассейна с низкоконцентрированными. Поступающая рапа пониженной концентрации отличалась большим содержанием хлористого натрия. Это приводило к масштабному высаливанию галита в виде линз, корок и скоплений произвольной формы. Исходя из данных о составе рапы включений в галите разных стадий сгущения предполагается, что этот процесс обуславливал рост концентрации в рапе ионов калия и впоследствии высаливание хлористого калия в рапе карналлитовой стадии с образованием пород карналлит-сильвинитового парагенезиса.

Ключевые слова: бассейн, рапа, месторождение калийных солей, высаливание галита и сильвина.

On the Role of the Salting-out Processes at the Final Stages of Halogenesis (the Case of the Gremyachinskoye Potassium-Salt Field)

G. A. Moskovskij, O. P. Goncharenko

Investigation of the «productive» intervals in the Gremyachinskoye potassium-salt field shows the potassium and potassium-magnesium salt settling to have been accompanied with large-scale salting out of sodium chloride due to interaction of highly concentrated solutions from that part of the salt-generating basin with the low concentrated ones. The constantly arriving low concentrated brine was peculiar for high contents of sodium chloride. That has resulted in large-scale salting-out of halite as lenses, crusts and randomly shaped clusters. On the basis of the data on the brine

compositions in the inclusions in halite at various condensation stages it is surmised that the process was responsible for increased concentrations of potassium ions in the brine and subsequently for potassium salting out in the carnallite-stage brine, with generation of rocks of carnallite-sylvite paragenesis.

Key words: basin, brine, potassium salt field, salting out of galite and sylvite.

Гремячинское месторождение калийных солей расположено в пределах Сафроновского участка Приволжской моноклинали и представляет тупиковый участок Прикаспийского солеродного бассейна. Месторождение выявлено и изучено на стадии детальных поисков Волгоградской экспедицией ПГО «Нижневолжскгеология» в 1979–1983 годах. С 2006 года оно изучается на стадии разведки ООО «ЕвроХим-ВолгаКалий».

Галогенная толща в районе месторождения представлена породами погожской, антиповской, пигаревской, долинной и ерусланской ритмопачек. Сильвинитовый «продуктивный» горизонт месторождения связан с погожской ритмопачкой. В скважинах, пробуренных в 2010 году на восточном фланге месторождения (участки Равнинный и Даргановский), была вскрыта самая нижняя луговская ритмопачка с 30–40-метровым горизонтом карналлитов и карналлит-галитовых пород. На этих же участках а также в некоторых скважинах основной части месторождения карналлитовые, карналлит-галитовые, карналлит-сильвинитовые и карналлит-бишофитовые породы установлены в долинной ритмопачке. Сильвинитовый горизонт основной части месторождения в восточном направлении выклинивается.



В результате выполненного нами детального описания калийно-магниевых пород в разрезах основной части месторождения, а также в луговской, погожской и долинной ритмопачках Равнинного и Даргановского участков была установлена большая роль процессов высаливания. Они связаны с периодическим поступлением в удалённые (тупиковые) участки солеродного бассейна с высокой концентрацией рапы, каким является район Гремячинского месторождения, менее стущенных вод из центральной части Прикаспийского солеродного бассейна. Явление высаливания хлористого натрия при смешении концентрированной рапы с менее плотными растворами, насыщенными этим компонентом, повязано О. Б. Раупом, а описание образующегося при этом галита высаливания выполнено В. М. Ковалевичем [1, 2]. Детальные исследования галогенных отложений Прикаспия позволили привязать формирование горизонтов галита высаливания к определенным интервалам галогенного разреза и показать возможность ис-

пользования их в генетических интерпретациях хода галогенного процесса [3–5].

В то же время в опубликованной литературе не встречается работ, в которых обстоятельно рассматривалось бы суммарное влияние этого процесса на ход галогенной седиментации. Между тем, детальное изучение галогенных отложений на восточном фланге Гремячинского месторождения калийных солей, которое выполнено было нами в 2011 году (Равнинный и Даргановский участки), показало чрезвычайно большую роль горизонтов галита высаливания в «продуктивных» калийно-магниевых интервалах. Этот галит образует линзы, толстые корки и скопления произвольно ориентированных кристаллов галита высаливания, имеющих, как правило, идиоморфные очертания (рис. 1). Нередко в этих кристаллах присутствуют фрагменты зон роста с жидкими вакуолями, иногда содержащими минералы-узники карналлиты. Часто центрами для их кристаллизации являлись скопления кристаллов ангидрита (рис. 2).

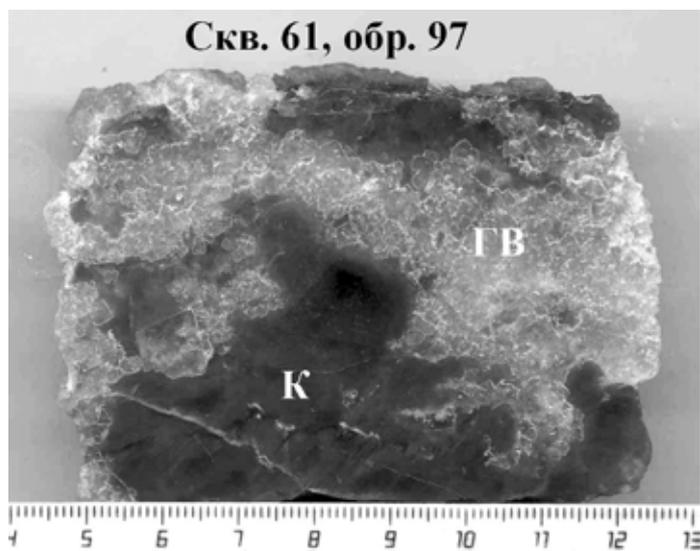


Рис. 1. Карналлитовая порода (карналлит – К) со скоплением галита высаливания (ГВ). Даргановский участок, скв. 61, обр. 97, гл. 1217,4 м (луговская ритмопачка)

В интервалах развития карналлита (со значительной ролью галита высаливания) могут встречаться разности пород карналлит-сильвинового состава с идиоморфными кристаллами молочно-белого сильвина (рис. 3).

Исследования реликтов рапы солеродного бассейна (во включениях в галите и сильвине), выполнявшиеся нами на месторождении в 1979–1982 годах и 2007–2008 годах по методу О. И. Петриченко [6], показали следующее. В составе рапы, из которой кристаллизовался карналлит, количество ионов калия и магния составляло соответственно 20–25 г/л и 95–100 г/л [4, 5]. В то же время рапа пониженной концентрации на начало формирования галитового горизонта погожской

ритмопачки имела следующие концентрации этих компонентов: 18–20 г/л калия и 40–45 г/л магния. Примерно такие же концентрации указанных компонентов нами установлены для середины галитовой стадии антиповского и долинного циклов разреза Гремячинского месторождения [7], что подтверждает устойчивость состава морских растворов, поступающих сюда из центральной части солеродного бассейна. Высаливание хлористого натрия из рапы пониженной концентрации приводило к нарушению соотношений компонентов в ней и возрастанию относительной роли ионов калия.

Смешение растворов верхнего слоя (потерявшего часть хлористого натрия, но сохранившего

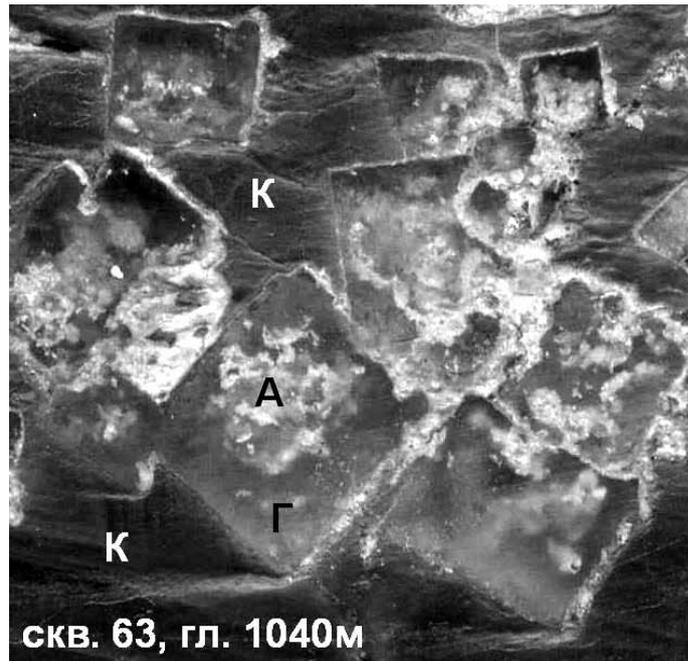


Рис. 2. Кристаллы галита высаливания (Г) в карналлитовой породе (К) размером 1,5–2 мм с затравками в виде сгустков ангидрита (А) в центре кристаллов. Даргановский участок, скв. 63, обр. 10, гл. 1040 м (долинная ритмопачка)



Рис. 3. Порода карналлит-сильвинового состава. (сильвин – С, карналлит – К). Даргановский участок, скв. 62, обр. 74, гл. 1054,4 м (долинная ритмопачка)

весь хлористый калий) и нижнего (с высокой концентрацией хлористого магния) за счёт появившегося избытка ионов калия могло привести к высаливанию хлористого калия, так как его количество на карналлитовой стадии может лишь незначительно превышать 22 г/л [8].

Столь важная роль процессов высаливания в галогенной седиментации, по нашему мнению, отражает переходный характер галогенного процесса на границах разных стадий, так как для этих

временных границ характерен периодический возврат галогенеза к предыдущей стадии [9].

Приведённый материал позволяет предполагать существенную роль процессов высаливания на заключительных стадиях галогенеза не только галита, но и сильвина. Этот вывод даёт возможность несколько по иному интерпретировать условия формирования сильвинитовых оторочек в кровле и подошве карналлитовых и бишофитовых горизонтов.

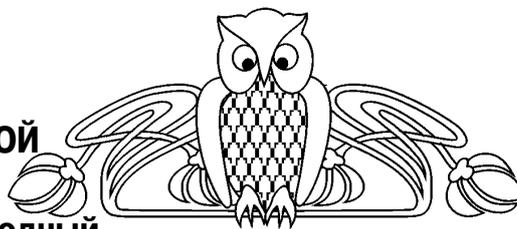


Библиографический список

1. Ковалевич В. М. Каменная соль высаливания в миоценовых галогенных отложениях Восточного Предкарпатья. Киев, 1977.
2. Ковалевич В. М. Физико-химические условия формирования солей Стебникского калийного месторождения. Киев, 1978.
3. Жеребцова И. К., Золотарева В. А., Пантелева О. Д. Геохимические особенности формирования соленосных отложений в северной части Приволжской моноклинали // Физико-химические закономерности осадконакопления в солеродных бассейнах. М., 1986.
4. Московский Г. А., Гончаренко О. П. Основные черты геохимии кунгурского галогенеза в западной части Прикаспийской впадины (по включениям в минералах). Деп. в ВИНТИ 16.11.1989. № 4072-В90. 198 с.

УДК (550.83+550.84):553.98

ГАЗОВЫЕ ПОЛЯ В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ СЛОЖНОПОСТРОЕННЫХ КРУПНЫХ ГЕОСТРУКТУРНЫХ БЛОКОВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ (по региональному профилю Уварово-Свободный, Саратовская область)



О. К. Навроцкий*, Г. И. Тимофеев**, И. А. Титаренко**,
Ю. А. Писаренко**, А. И. Диброва**, Е. В. Глухова**

*Саратовский государственный университет

E-mail: nitaran@mail.ru

**Нижне-Волжский НИИ геологии и геофизики, Саратов

В статье рассматриваются особенности результатов комплексирования газометрической съемки и сейсморазведки по региональному геофизическому профилю на территории, охватывающей ряд крупных геоструктурных блоков юго-восточной части Русской платформы: Воронежскую антеклизу, Рязано-Саратовский прогиб и западную часть Жигулевско-Пугачевского свода. В отобранных пробах газа с глубины 2 м определены метан, его гомологи, водород и гелий. В газовых аномалиях отразились разломная тектоника и геоструктурные элементы, которые представляют нефтепоисковый интерес.

Ключевые слова: газометрическая съемка, сейсморазведка, газовые аномалии, геоструктурные блоки, разрывная тектоника, лицензионная привлекательность.

**The Gas Poles in Conjunction Zones of the Large
Geostructural Blocks of Complex Structure in the South-
Eastern Part of the Russian Platform (within the Regional
Uvarovo-Svobodniy Track, Saratov Region)**

О. К. Navrotckii, G. I. Timofeev, I. A. Titarenko,
Yu. A. Pisarenko, A. I. Dibrova, E. V. Glukhova

The article considers the **features** of the gasometric survey and seismic exploring results on the regional geophysic profile in

5. Московский Г. А., Гончаренко О. П. Пермский галогенез Прикаспия : в 2 ч. Ч. 2. Гидрохимия заключительных стадий и условия постседиментационных преобразований солей. Саратов, 2004.
6. Петриченко О. И. Включения в минералах как источник информации об условиях солеобразования // Геология и полезные ископаемые соленосных толщ. Киев, 1974.
7. Московский Г. А., Гончаренко О. П., Свидзинский С. А., Писаренко Ю. А. Пермский галогенез Прикаспия : в 2 ч. Ч. 1. Гидрохимия галитовой стадии. Саратов, 2003. 59 с.
8. Валяшко М. Г. Геохимические закономерности формирования месторождений калийных солей. М., 1962.
9. Московский Г. А. О неустойчивости гидрохимического режима галогенеза при переходе от галитовой стадии к калийной // Геологические науки-97 : тез. докл. науч. конф. геол. фак. и НИИ геологии Саратовского ун-та. Саратов, 1997.

territory of the large geostructural blocks on south-eastern part of Russian platform: Voronezh anticline, Rjazano-Saratov's deflection and Zhiguljov-Pugachov deflection. It selected testes of gas from 2m depth there are metan, its gomologes, hydrogen, gelium. In gas anomalies the fractured tectonic and geostructured elements reflected. Its presents the oil-gas prospecting interest.

Key words: gasometric survey, seismic exploration, gas anomalies, geostructural blocks, frachured tectonic, license appeal.

В настоящей работе описаны результаты комплексных геохимических и геофизических исследований по региональному широтному профилю Уварово-Свободный (протяженность 370 км.) и ряду субмеридиональных расщелин (общая протяженность 290 км.). Целью исследований было уточнение геологического строения территории, выявление особенностей распределения углеводородов, гелия и водорода в приповерхностных отложениях, повышение лицензионной привлекательности к нераспределенному фонду недр в пределах неизученной северной и западной частей Саратовской области.

Необходимо отметить, что подобное комплексирование в региональном плане в пределах указанной территории проводилось впервые (рис. 1).

В тектоническом плане профиль захватил три крупных геоструктурных элемента: Воронежскую антеклизу, Рязано-Саратовский прогиб и западную часть Жигулевско-Пугачевского свода.

Геофизические работы по профилю Уварово-Свободный определили и уточнили геологическое

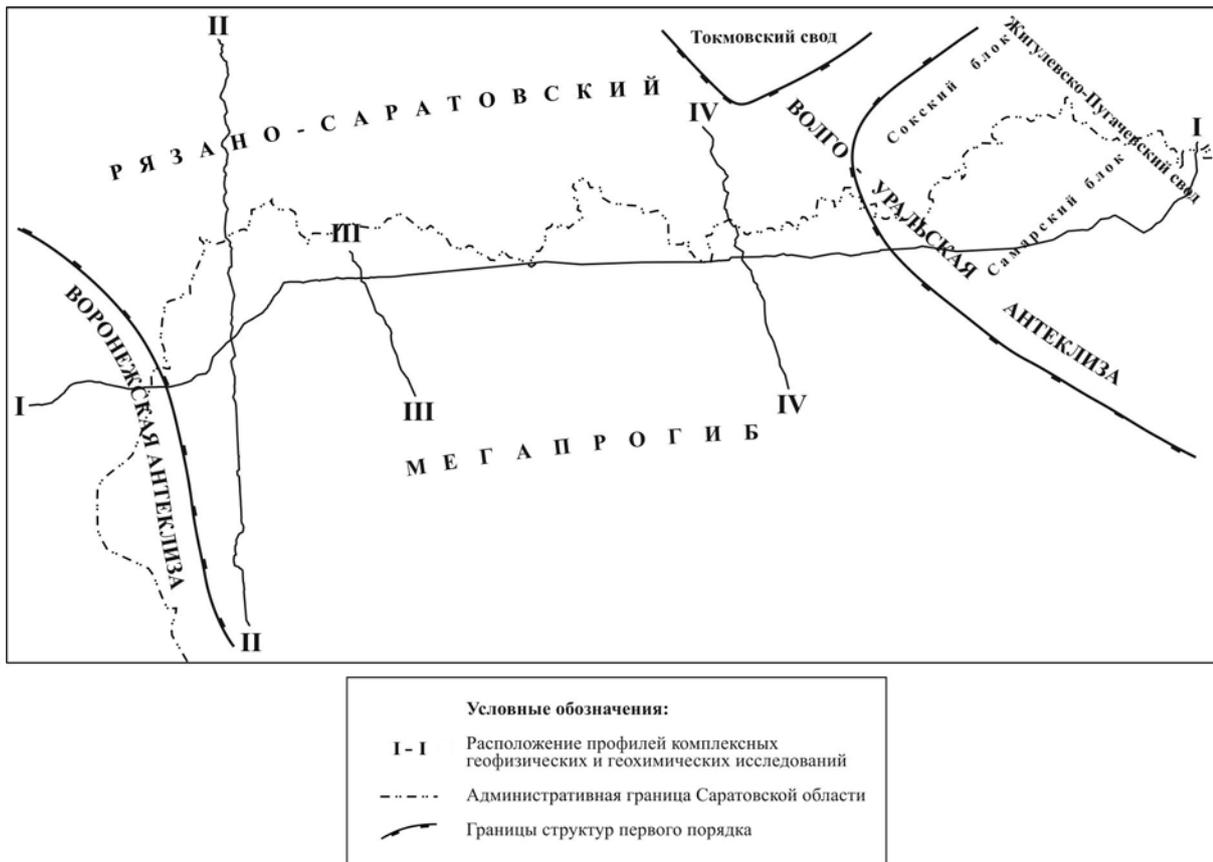


Рис. 1. Обзорная карта района работ

строение территории, а газометрическое зондирование выявило особенности газового поля в пределах профиля, отражающие разрывную тектонику и зоны возможного нефтегазонакопления.

Следует отметить, что представление о недостаточной эффективности приповерхностной газовой съёмки для решения нефтегазопроисловых задач, особенно на региональном этапе, разделяется не всеми исследователями. По результатам таких работ в различных регионах СССР было показано, что над продуктивными структурами содержание тяжелых углеводородных газов (ТУВГ) зачастую оказывается выше, чем над «пустыми» [1].

Газометрическая съёмка, сопровождающая сейсморазведку, заключалась в бурении неглубоких (до 2 м) скважин, отборе газовых проб и их последующем анализе в лабораторных условиях.

Привязка пунктов наблюдения (геохимических скважин) проводилась по пикетам, установленным геодезической службой

Саратовской геофизической экспедиции. В местах отсутствия пикетов по техническим причинам (пашня, скошенные поля подсолнухов и др.) привязка осуществлялась по топографическим картам масштаба 1: 200000.

Расстояние между скважинами 1,0 – 1,5 км в зависимости от природного ландшафта.

В установленных на местности пунктах газовых наблюдений проводилось бурение скважин.

Оно выполнялось шнековым инструментом с диаметром бура 33 мм до глубины 2 м.

Скважины каптировались специальным трубчатым пробоотборником и тампонировались в верхней части (не менее 20–30 см от забоя) приготовленным густым глинистым раствором для предотвращения поступления в нее воздуха при последующих операциях.

Все операции с отбором газовых проб выполнялись с помощью водяного насоса из рабочего (ниже уровня тампонирования) объёма скважины. Сначала проводилась предварительная откачка попавшего в скважину во время бурения воздуха, затем отбиралась проба газа для анализа в специальные пробоотборники (30%-ный раствор NaCl) объёмом до 200 см³. После отбора газовых проб скважины ликвидировались, проводилась рекультивация земель.

Отобранные из скважины газовые пробы анализировались на хроматографе «Кристалл-2000М» с детекторами ПИД: для определения углеводородных компонентов (предел детектирования $1,95 \cdot 10^{-12}$ г/с по пропану и $4,7 \cdot 10^{-6}$ об. по CO₂) и ДТП для неуглеводородных компонентов (предел детектирования $n \cdot 10^{-4}$ об.).

Анализы проводились в соответствии с [2].

Определялись метан, этан, пропан, бутан, пентан, гексан; гелий, водород, кислород, азот.



Все углеводородные газы, за исключением метана, суммировались и давались в одной категории – тяжёлых углеводородных газов.

При интерпретации результатов газового зондирования учитывалась вероятность влияния современных микробиологических процессов. Поскольку специальных исследований в этом направлении не проводилось, оценивался косвенный показатель возможного процесса – коэффициент корреляции между концентрациями исследуемых газов и рельефом местности.

Числовые характеристики коэффициентов

корреляции между альтитудой скважин и концентрациями CH₄, ТУВГ, He, H₂ по региональному профилю I–I (объем выборки 360 скважин), рассечкам II–II (165), III–III (42) и IV–IV (85) колеблются по абсолютным значениям от 0,1 до 0,3. Из этого следует, что микробиологические процессы на исследуемые газовые компоненты не оказывают влияния, по крайней мере, в тех концентрациях, которые положены в основу выявления газовых аномалий.

В этом случае рассмотрим возможные парагенетические газовые ассоциации (табл.1).

Таблица 1

Коэффициенты корреляции, r , между газовыми компонентами по региональному профилю «Уварово – Свободный» и его рассечкам (звездочки соответствуют $|r| < 0,5$).

Геохимический показатель	CH ₄	ТУВГ	CO ₂	He	H ₂	O ₂	N ₂
Региональные профили I–I, II–II							
CH ₄	1	*	*	*	*	*	*
ТУВГ	*	1	*	*	*	*	*
CO ₂	*	*	1	*	*	-0,9	0,9
He	*	*	*	1	*	*	*
H ₂	*	0,6	*	*	1	*	*
O ₂	*	*	-0,8	*	*	1	-0,9
N ₂	-0,6	*	0,8	*	*	-0,8	1
Профиль III–III, IV–IV (курсив)							
CH ₄	1	*	*	*	*	0,5	-0,5
ТУВГ	*	1	*	*	*		
CO ₂	*	*	1	*	*	-0,8	0,7
He	*	*	*	1	*	*	*
H ₂	*	*	*	*	1	*	*
O ₂	*	*	-0,7	*	*	1	-0,9
N ₂	*	*	0,7	*	*	-0,9	1

Анализ табл. 1 позволяет сделать следующие выводы:

– метан не находится ни в одной парагенетической ассоциации с исследуемыми газами; «антагонистом» (отрицательный коэффициент корреляции) ему выступает азот на профилях I–I и IV–IV;

– ТУВГ находятся в парагенезисе с H₂ и №₂ на профиле I–I;

– CO₂ находится в парагенезисе с №₂ на всех профилях, «антагонистом» ему выступает O₂ на профилях I–I и IV–IV;

– гелий не находится ни в одной парагенетической ассоциации с исследуемыми газами;

– кислород и азот – «антагонисты» на всех профилях;

– азот в парагенезисе с CO₂ на всех профилях, «антагонист» метану (профили I–I и IV–IV) и кислороду на всех профилях.

Таким образом, корреляционный анализ позволил выявить парагенетические газовые ас-

социации, оценить «самостоятельность» метана и гелия и перейти к увязке результатов газового зондирования с особенностями геологического строения территории.

Необходимо отметить многолетний опыт использования результатов газометрической съемки при оценке перспектив нефтегазоносности и выявлении разрывных нарушений в осадочном чехле.

Метан и его газообразные гомологи из породы и вод стали применяться как показатели еще с 30-х гг. прошлого столетия. Идея их использования для прогнозирования нефтегазоносности принадлежит В. А. Соколову и изложена в ряде фундаментальных трудов [1–5].

Водород – весьма химически активный газовый компонент, обладающий повышенной миграционной способностью. По этим причинам H₂ в природных газах пород, пластовых вод и залежей нефти и газа, хотя и встречается часто, но не всегда. Его концентрации обычно ниже 2–3%, но встречаются величины, исчисляемые десятка-



ми процентов. Такие концентрации обнаружены в калийных солях, рудничных газах, некоторых нефтяных месторождениях, а также газах пород из глубоких скважин и пластовых вод [6–9].

О проникновении глубинного H_2 из фундамента по трещинам и разломам в осадочный чехол в районах Западной Сибири говорится в работе [6].

Гелий – наиболее миграционно способный газовый компонент в осадочных отложениях, что определяется его химической инертностью, малой сорбируемостью породами, слабой растворимостью в водах.

Геологическими наблюдениями, экспериментальными работами и расчетами подтверждено, что существует подток глубинного He к поверхности земли по проницаемым тектонически ослабленным зонам.

Выявлена высокая эффективность применения гелиевой съёмки по подпочвенным грунтам и

подземным водам для трассирования глубинных разломов в фундаменте, дизъюнктивных нарушений в осадочном чехле, оценки их мобильности, прогноза землетрясений [10–14].

Таким образом, имеется достаточно оснований к тому, чтобы использовать He в качестве показателя для трассирования разрывных нарушений фундамента и осадочного чехла и зон активизации неотектонических движений.

Специальный анализ возможного влияния различных геологических факторов (литологический тип грунтов, структурное положение кровли палеозоя и мезозоя, разрывные нарушения) показал, что тип пород, в которых отбирались газовые пробы, не влияет на распределение газовых показаний. Аномалии зафиксированы в различных типах пород – глинистых, песчаных, карбонатных.

О влиянии на газопоказания структурного положения кровли палеозоя и мезозоя можно судить по табл. 2.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции, r , между абсолютной отметкой кровли мезозоя (числитель), палеозоя (знаменатель) и концентрациями CH_4 , ТУВГ, He , H_2 (звездочки соответствуют $|r| \leq 0,5$)

Наименование объекта	Число скважин зондирования	Величины r по газовым компонентам			
		CH_4	ТУВГ	He	H_2
Региональный профиль I–I	360	*/0,6	*/*	*/*	*/*
Рассечка II–II	165	*/*	*/*	*/*	*/*
Рассечка III–III	42	*/*	*/*	*/*	*/0,6
Рассечка IV–IV	85	*/*	*/*	0,6/*	*/0,6

Анализ значений коэффициентов корреляции газопоказаний и структурного положения палеозоя и мезозоя показал, что влияние кровли палеозоя сказывается на профиле I–I только на метан ($r=0,6$), на профиле IV–IV и профиле III–III – только на водород ($r=0,65$). Структура мезозоя отразилась только по гелию на профиле IV–IV ($r=0,65$).

Выполненный авторами сопоставительный анализ результатов газометрической съёмки с сейсморазведочными данными по соответствующим региональным профилям подтвердил приуроченность выявленных в пределах исследуемой территории гелиевых и водородных аномалий к зонам глубинного «дыхания» недр.

Так, например, практически все выделенные на профиле I–I аномалии по He довольно хорошо корреспондируются с присутствующими на временном разрезе МОГТ по этому профилю локальными участками «разрыва» и резкого смещения осей синфазности, критического ослабления динамической выраженности отражающих горизонтов или полной потери их прослеживаемости, существенного осложнения волновой картины интенсивным пакетом дифрагированных волн. Такие участки на временных разрезах традиционно интерпретируются специалистами в области сейсморазведки как зоны возможных дизъюнктивных нарушений. В свою очередь, наличие такого рода

сейсмических неоднородностей на тех фрагментах региональных профилей, где аномалии по He и H_2 не отмечаются, можно связывать с зонами «залеченных» дизъюнктивных нарушений, по которым миграции глубинных газов не происходит. Однако такие явления требуют специального разрешения как с геофизических позиций, так и с точки зрения причинности газовых аномалий.

Результаты газометрического зондирования и геологическое строение территории представлены на рис.2 и рис.3.

Геохимический фон на рис.2 по всем газовым компонентам рассчитан как среднее значение с одним стандартным отклонением. Концентрации, превышающие фон, отнесены к аномалиям.

Анализ данных (см. рис. 2) позволяет выделить аномальные зоны по различным газовым компонентам. Основные из них – CH_4 , ТУВГ, He и H_2 .

В территориальном плане выделяются зоны, приуроченные к различным структурным элементам (см. рис. 3):

- по метану – восточный склон Воронежской антеклизы;

- по ТУВГ, He и H_2 – соответствующая четко выраженному взбросовому Самарскому блоку, который надежно выделяется по материалам сейсморазведки МОГТ-2D. Наблюдаемая в пределах этого блока газовая ассоциация может

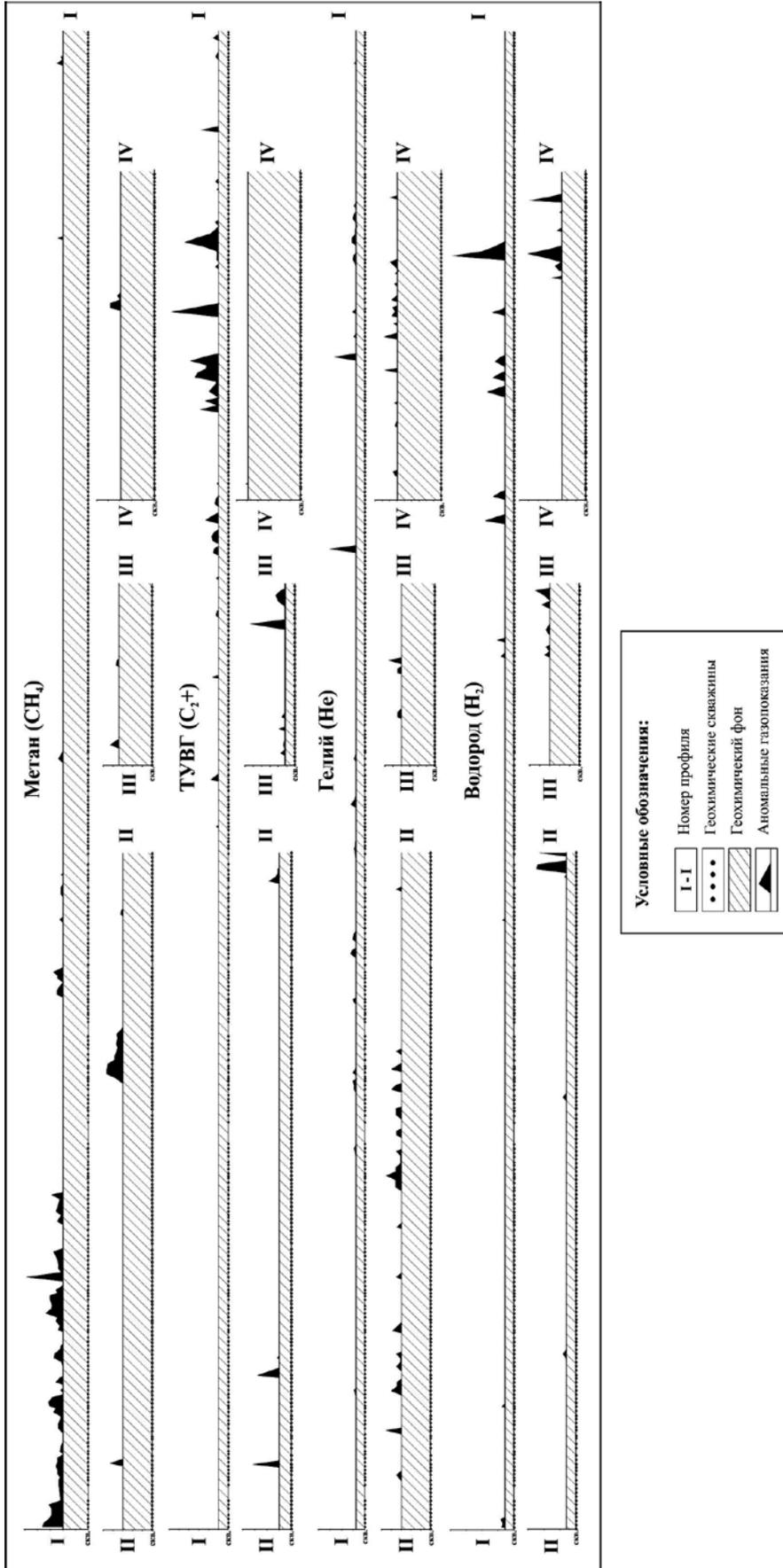


Рис. 2. Распределение аномальных газопоказаний по геохимическим профилям

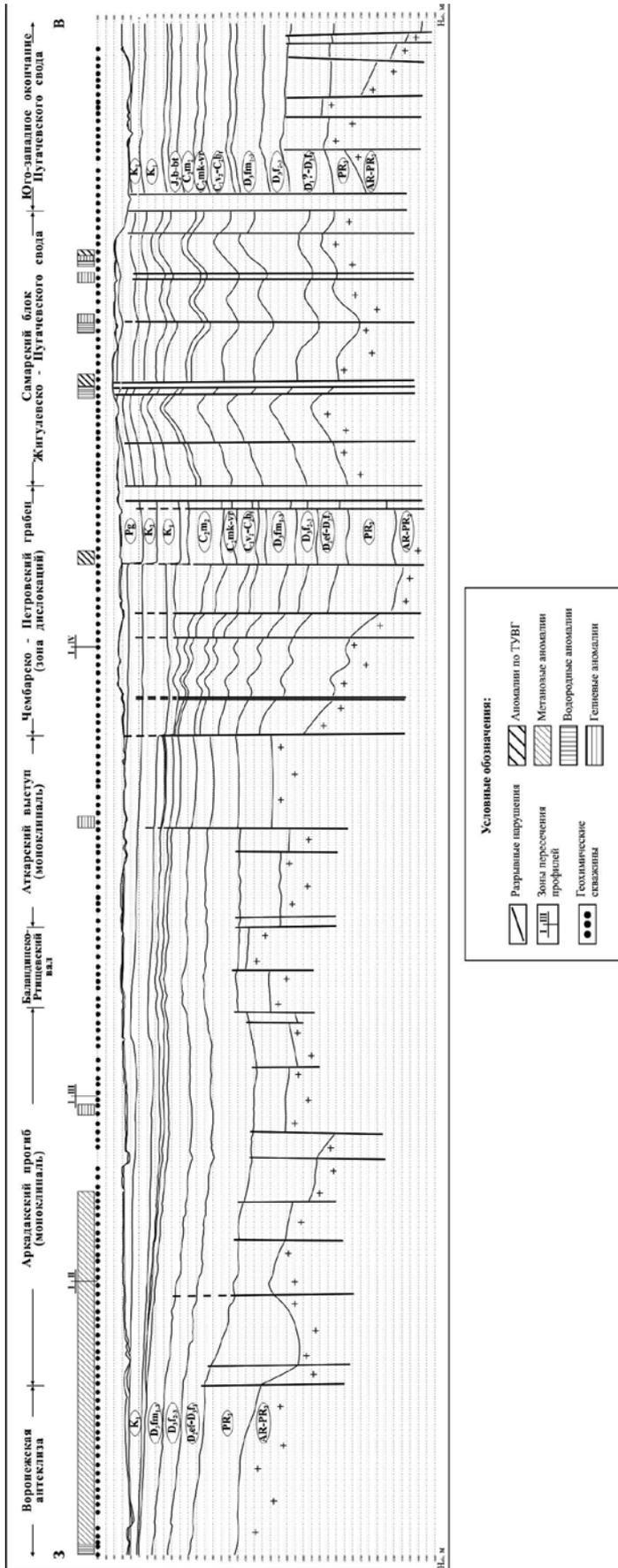


Рис. 3. Особенности геологического строения и газовые поля по профилю Узарово-Свободный

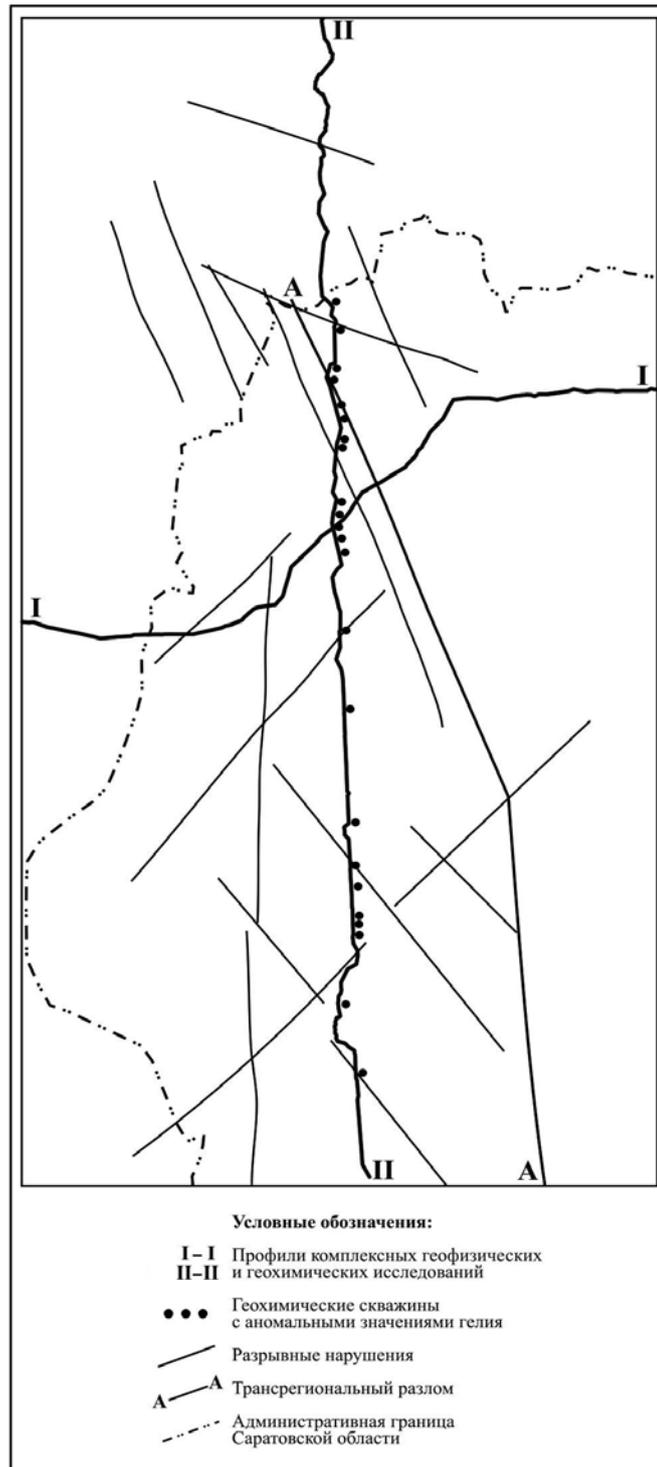


Рис. 4. «Гелиевый» профиль II-II и особенности структурного плана по данным дешифрирования

быть связана с наличием на глубине нефтегазовых скоплений, тем более что полигенность гелиевых аномалий объясняет возможность подтока дополнительного тепла (влияющего на реализацию нефтематеринских свойств пород) за счет распада радиоактивных элементов;

– по гелию – профиль II-II, простирающийся по зоне повышенной проницаемости, которую обеспечила целая сеть разрывных нарушений (см. рис. 2 и рис. 4). Субмеридиональный характер гелиевой аномалии предполагает, что профиль идет по простиранию разрывного нарушения.



Для выяснения особенностей структурного плана территории в районе профиля II-II были привлечены результаты дешифрирования космических фотокарт масштаба 1: 500 000 и материалы работ по дешифрированию аэро- и космических фотоснимков, которые были проведены в разные годы и разными авторами.

По данным дешифрирования космических снимков, в районе выявлены северо-западные и северо-восточные линейные нарушения, что видно из рис. 4. Наиболее крупное и протяженное нарушение выделяется на космотектонической карте Нижнего Поволжья масштаба 1000 000 как трансрегиональный разлом. В своей северо-западной части разлом дешифрируется двумя параллельными линиями нарушений, что позволяет его интерпретировать как зону повышенной трещиноватости пород, которая пересекает профиль II-II под острым углом и может являться контролирующей для повышенных содержаний гелия.

Таким образом, приведенный материал позволяет сделать следующие выводы:

1. В газовом поле выделяются различные типы аномалий: метановые, гелиевые, гелиево-водородные в сочетании с ТУВГ.

2. Метановая аномалия фиксируется в восточной части профиля I-I и возрастает по мере подъема кристаллического фундамента в сторону Воронежской антеклизы.

3. «Гелиевый профиль» II-II идет по «простиранию» зоны субмеридиональных нарушений.

4. Гелиево-водородные аномалии в сочетании с ТУВГ приурочены к Самарскому взбросовому поднятию. Эта зона может рассматриваться как наиболее благоприятная для постановки детальных геофизических и геохимических исследований с целью обнаружения в этой зоне скоплений УВ. В настоящий момент именно эта территория может быть лицензионно привлекательна.

5. Исследования показали эффективность и необходимость комплексирования геофизических и газогеохимических методов с целью уточнения особенностей геологического строения, оценки лицензионной привлекательности нераспределенного фонда недр, дифференцированной оценки перспектив нефтегазоносности в пределах ли-

цензионных участков с целью рационального распределения финансовых средств при проведении геологоразведочных работ.

Библиографический список

1. Геохимические, нефтегазопроисковые исследования в Европейской части СССР. М., 1975. 156 с.
2. ГОСТ 23781-87 «Газы горючие природные. Хроматографический метод определения компонентного состава». М., 1987.
3. Соколов В. А. Геохимия природных газов. М., 1971. 334 с.
4. Зорькин Л. М., Старобинец И. С., Стадник Е. В. Геохимия природных газов нефтегазоносных бассейнов. М., 1984. 248 с.
5. Комплексный анализ данных геохимических поисков нефти и газа. М., 1981. 268 с.
6. Никонов В. Ф., Толстиков Г. А., Опанасенко Г. И. Закономерности распределения водорода в газах Западной Сибири // Тр. / Гипротюменьнефтегаз. 1971. Вып. 5. С. 35-39.
7. Бетелев Н. П. О наличии водорода в составе природного газа на юго-восточном Устье // ДАН СССР. 1965. Т. 161, № 6. С. 1422-1426.
8. Суббота М. И., Садовников Н. М. О генезисе газа, состоящего из азота, окиси углерода и водорода, некоторых межгорных впадин Северного Тянь - Шаня // Советская геология. 1973. № 9. С. 25-30.
9. Природные газы осадочной толщи / под ред. В. П. Якуцени. Л., 1976. 344 с.
10. Якуцени В. П. Геология гелия. Л., 1968. 231 с.
11. Булашевич Ю. П., Башорин В. Н. О выявлении разломов на Свердловском профиле ГСЗ по повышенным концентрациям гелия в подземных водах // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1973. № 3. С. 93-100.
12. Булашевич Ю. П., Башорин В. Н. О приуроченности высоких концентраций гелия в подземных водах к зонам разрывных нарушений // ДАН СССР. 1971. Т. 201, № 4. С. 840-842.
13. Осипов Ю. Г., Яницкий И. Н. Некоторые особенности формирования зон регионального гелионасыщения // Геохимия. 1966. № 1. С. 36-47.
14. Тугаринов А. Н., Осипов В. Н. О потоке гелия в зонах разломов на эндогенных месторождениях // Геохимия. 1975. № 11. С. 1615-1625.



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ахлестина Екатерина Фоминична, старший научный сотрудник Отделения геологии НИИ ЕН Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского, кандидат геолого-минералогических наук. E-mail: science@info.sgu.ru

Букина Тамара Филипповна, старший научный сотрудник отделения геологии научно-исследовательского института естественных наук Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского, кандидат геолого-минералогических наук. E-mail: bukina_tf@land.ru

Волков Юрий Владимирович, старший преподаватель кафедры физической географии и ландшафтной экологии географического факультета Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского. E-mail: VolkovUV@info.sgu.ru

Глухова Елена Валерьевна, ведущий инженер лаборатории литологии, геохимии и петрофизики НВНИИГТ. E-mail: nitaran@mail.ru

Гончаренко Ольга Павловна профессор кафедры минералогии и петрографии геологического факультета Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского, доктор геолого-минералогических наук. E-mail: MoskovskyGA@info.sgu.ru

Губатенко Валерий Петрович, профессор кафедры геофизики геологического факультета Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского, доктор физико-математических наук. E-mail: gubatenkovp@gmail.com

Гужова Екатерина Ивановна, аспирантка кафедры метеорологии и климатологии географического факультета Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского. E-mail: kafmeteo@sgu.ru

Дибровá Александр Иванович, ведущий инженер лаборатории литологии, геохимии и петрофизики НВНИИГТ. E-mail: nitaran@mail.ru

Злобин Роман Игоревич, студент кафедры метеорологии и климатологии географического факультета Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского. E-mail: kafmeteo@sgu.ru

Иванова Галина Федоровна, доцент кафедры метеорологии и климатологии географического факультета Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского, кандидат географических наук. E-mail: kafmeteo@sgu.ru

Коробов Александр Дмитриевич, профессор кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского, доктор геолого-минералогических наук. E-mail: bukina_tf@land.ru

Кузнецова София Александровна, студентка кафедры метеорологии и климатологии географического факультета Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского. E-mail: kafmeteo@sgu.ru

Кухтинов Дмитрий Акимович, профессор кафедры исторической геологии и палеонтологии геологического факультета Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского, доктор геолого-минералогических наук. E-mail: shegllov@nvniigg.san.ru

Кухтинов Павел Дмитриевич, старший научный сотрудник ООО «Газпром ВНИИГАЗ», центр ПХГ Московская обл. E-mail: pavelkukhtinov@yandex.ru

Лапина Серафима Николаевна, доцент кафедры метеорологии и климатологии географического факультета Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского, кандидат географических наук. E-mail: kafmeteo@sgu.ru

Макаров Владимир Зиновьевич, профессор кафедры физической географии и ландшафтной экологии географического факульте-

та Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского, доктор географических наук. E-mail: geogr@sgu.ru

Молочко Анна Вячеславовна, доцент кафедры геоморфологии и геоэкологии географического факультета Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского, кандидат географических наук. E-mail: farik26@yandex.ru

Морозова Светлана Владимировна, доцент кафедры метеорологии и климатологии географического факультета Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского, кандидат географических наук. E-mail: kafmeteo@sgu.ru

Московский Георгий Александрович, профессор кафедры минералогии и петрографии геологического факультета Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского, доктор геолого-минералогических наук. E-mail: MoskovskyGA@info.sgu.ru

Московский Игорь Георгиевич, доцент кафедры прикладной математики Саратовского государственного технического университета им. Ю.А. Гагарина, кандидат физико-математических наук. E-mail: mosig@mail.ru

Навроцкий Олег Константинович, профессор кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского, доктор геолого-минералогических наук, действительный член Академии горных наук, заслуженный геолог РФ. E-mail: nitaran@mail.ru

Писаренко Юрий Алексеевич, заведующий отделом стратиграфии и палеонтологии НВНИИГТ, действительный член Академии горных наук, доктор геолого-минералогических наук. E-mail: nitaran@mail.ru

Пичугина Наталья Валентиновна, старший преподаватель кафедры физической географии и ландшафтной экологии географического факультета Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского. E-mail: geogr@sgu.ru

Позднякова Ольга Валерьевна, инженер кафедры физической географии и ландшафтной экологии географического факультета Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского. E-mail: VolkovUV@info.sgu.ru

Пряхина Софья Ивановна, профессор кафедры метеорологии и климатологии географического факультета Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского, доктор сельскохозяйственных наук. E-mail: kafmeteo@sgu.ru

Тимофеев Герман Иванович, главный научный сотрудник лаборатории литологии, геохимии и петрофизики НВНИИГТ, доктор геолого-минералогических наук. E-mail: nitaran@mail.ru

Титаренко Игорь Анатольевич, заведующий отделом геологической интерпретации геолого-геофизических данных НВНИИГТ, кандидат геолого-минералогических наук. E-mail: nitaran@mail.ru

Хворостухин Дмитрий Павлович, аспирант кафедры геоморфологии и геоэкологии географического факультета Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского. E-mail: khvorostukhin89@mail.ru

Чумаченко Алексей Николаевич, профессор кафедры геоморфологии и геоэкологии географического факультета Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского, доктор географических наук. E-mail: khvorostukhin89@mail.ru

Яночкина Зарема Алексеевна, ведущий научный сотрудник отделения геологии научно-исследовательского института естественных наук Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского, кандидат геолого-минералогических наук. E-mail: bukina_tf@land.ru



INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Akhlestina Ekaterina Fominichna, Scientific research institute of natural sciences, department of geology, senior researcher. E-mail: science@info.sgu.ru

Bukina Tamara Philippovna, Saratov State University, Scientific research institute of natural sciences, department of geology, senior researcher. E-mail: bukina_tf@land.ru

Chumachenko Aleksey Nikolaevich, Saratov State University, geographical faculty, department of geomorphology and geoecology, professor, head of the department. E-mail: khvorostukhin89@mail.ru

Dibrová Aleksandr Ivanovich, Lower Volga Research Institute of Geology and Geophysics, laboratory of lithology, geochemistry and petrophysics, lead engineer. E-mail: nitaran@mail.ru

Goncharenko Olga Pavlovna, Saratov State University, geological faculty, department of mineralogy and petrography, professor. E-mail: MoskovskyGA@info.sgu.ru

Gubatenko Valeriy Petrovich, Saratov State University, geological faculty, department of geophysics, professor, head of department. E-mail: gubatenkovp@gmail.com

Glukhova Elena Valerievna, Lower Volga Research Institute of Geology and Geophysics, laboratory of lithology, geochemistry and petrophysics, lead engineer. E-mail: nitaran@mail.ru

Guzhova Ekaterina Ivanovna, Saratov State University, geographical faculty, department of meteorology and climatology, post-graduate student. E-mail: kafmeteo@sgu.ru

Ivanova Galina Fedorovna Saratov State University, geographical faculty, department of meteorology and climatology, associate professor. E-mail: kafmeteo@sgu.ru

Khvorostukhin Dmitriy Pavlovich, Saratov State University, geographical faculty, department of geomorphology and geoecology, post-graduate student. E-mail: khvorostukhin89@mail.ru

Korobov Aleksandr Dmitrievich, Saratov State University, geological faculty, department of geology and geochemistry of fossil fuel, professor, head of the department. E-mail: bukina_tf@land.ru

Kukhtinov Dmirty Akimovich, Saratov State University, geological faculty, department of historical geology and paleontology, professor. E-mail: sheglov@nvniigg.san.ru

Kukhtinov Pavel Dmitrievich, Moscow Region, "Gazprom VNII-GAZ" company, PHG Center, senior researcher. E-mail: pavelkukhtinov@yandex.ru

Kuznetsova Sofia Aleksandrovna, Saratov State University, geographical faculty, department of meteorology and climatology, student. E-mail: kafmeteo@sgu.ru

Lapina Serafima Nikolaevna Saratov State University, geographical faculty, department of meteorology and climatology, associate professor. E-mail: kafmeteo@sgu.ru

Makarov Vladimir Zinovievich, Saratov State University, geographical faculty, department of physical geography and landscape ecology, professor, head of the department. E-mail: geogr@sgu.ru

Molochko Anna Vyacheslavovna, Saratov State University, geographical faculty, department of geomorphology and geoecology, associate professor. E-mail: farik26@yandex.ru

Morozova Svetlana Vladimirovna, Saratov State University, geographical faculty, department of meteorology and climatology, associate professor. E-mail: kafmeteo@sgu.ru

Moskovsky Georgiy Aleksandrovich, Saratov State University, geological faculty, department of mineralogy and petrography, professor. E-mail: MoskovskyGA@info.sgu.ru

Moskovskiy Igor Georgievich, Saratov State Polytechnic University, department of applied mathematics, associate professor. E-mail: mosig@mail.ru

Navrotckii Oleg Konstantinovich, Saratov State University, geological faculty, department of geology and geochemistry of fossil fuel, professor, Honored Russian geologists. E-mail: nitaran@mail.ru

Pichugina Natalia Valentinovna, Saratov State University, geographical faculty, department of physical geography and landscape ecology, senior lecturer. E-mail: geogr@sgu.ru

Pisarenko Yuriy Alekseevich, Lower Volga Research Institute of Geology and Geophysics, department of stratigraphy and paleontology, head of department, professor. E-mail: nitaran@mail.ru

Pozdnyakova Olga Valerievna, Saratov State University, geographical faculty, department of physical geography and landscape ecology, engineer. E-mail: VolkovUV@info.sgu.ru

Pryakhina Sofia Ivanovna, Saratov State University, geographical faculty, department of meteorology and climatology, professor. E-mail: kafmeteo@sgu.ru

Timofeev German Ivanovich, Lower Volga Research Institute of Geology and Geophysics, laboratory of lithology, geochemistry and petrophysics, chief scientific officer, professor. E-mail: nitaran@mail.ru

Titarenko Igor Anatolievich, Lower Volga Research Institute of Geology and Geophysics, department of geological interpretation of geophysical data, head of department. E-mail: nitaran@mail.ru

Volkov Yuriy Vladimirovich, Saratov State University, geographical faculty, department of physical geography and landscape ecology, senior lecturer. E-mail: VolkovUV@info.sgu.ru

Yanochkina Zarema Alekseevna, Saratov State University, Scientific research institute of natural sciences, department of geology, senior researcher. E-mail: bukina_tf@land.ru

Zlobin Roman Igorevich, Saratov State University, geographical faculty, department of meteorology and climatology, student. E-mail: kafmeteo@sgu.ru



Подписка на I полугодие 2013 года

Индекс издания по каталогу ОАО Агентства «Роспечать» 36010.

Раздел 21 «Науки о Земле. Экология».

Журнал выходит 2 раза в год.

Подписка оформляется по заявочным письмам

непосредственно в редакции журнала.

Заявки направлять по адресу:

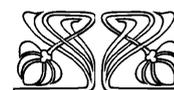
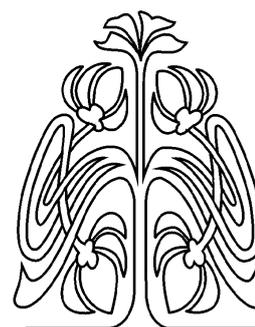
410012, Саратов, Астраханская, 83.

Редакция журнала «Известия Саратовского университета».

Тел. (845-2) 52-26-85, 52-50-04; факс (845-2) 27-85-29;

E-mail: farik26@yandex.ru

Каталожная цена одного выпуска 300 руб.



ПРИЛОЖЕНИЯ

