



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

- Башкатов А. Н.** Методологические аспекты моделирования экологических функций долинных комплексов в кибернетическом ландшафте 3
- Гусев В. А., Молочко А. В.** Региональные особенности геоэкологических рисков (на примере нефтепромыслов Саратовской области) 11
- Гусев В. А., Молочко А. В., Федоров А. В., Хворостухин Д. П., Чумаченко А. Н.** Схемы территориального планирования как основа для разработки индексов устойчивого развития 16
- Иванова Г. Ф., Левицкая Н. Г., Орлова И. А.** Изменчивость климатических норм за период инструментальных наблюдений в Саратове 20
- Макаров В. З., Пичугина Н. В., Данилов В. А.** Программа и некоторые результаты ландшафтно-морфологических исследований территории национального парка «Хвалынский» 23
- Молочко А. В., Жучков П. С.** Возможности применения геоинформационных технологий в решении задачи оптимизации трассы магистрального газопровода (на примере Петровского района Саратовской области) 29
- Морозова С. В.** Комплексный анализ основных центров действия атмосферы Северного полушария 38
- Морозова С. В., Левицкая Н. Г., Орлова И. А.** Климатические изменения в Нижневолжском регионе на фоне глобального потепления (на примере Саратова) 45
- Мукало А. С.** История формирования термина «памятник природы» в Германии в XIX – начале XX века 50

Геология

- Астаркин С. В., Гончаренко О. П., Пименов М. В.** Обстановки осадконакопления в бобринское время в пределах юго-востока Русской плиты 57
- Калякин Е. А.** Морские ежи *Cyclaster* и *Galerites* из маастрихтских отложений Поволжья 63
- Коробов А. Д., Коробова Л. А., Колотухин А. Т., Мухин В. М., Елисева Л. В.** Парагенезисы и история формирования глинистых и титанистых минералов терригенных коллекторов Западной Сибири – основа прогноза зон нефтегазонакопления 69
- Мартынова Е. Г., Староверов В. Н., Хохлов А. Е.** Закономерности размещения месторождений строительного камня на территории Саратовского Правобережья 79
- Московский Г. А., Свидзинский С. А., Гончаренко О. П., Барановская М. А.** Карналлит-галитовые породы и галититы галогенных образований Гремячинского месторождения и их роль в формировании продуктивного силвинитового горизонта 84
- Первушов Е. М.** Автономные формы позднемеловых модульных гексактинеллид (*Porifera*) 87

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
Захаров Андрей Михайлович
Ивченков Сергей Григорьевич
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
Рыкин 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 08.06.2013.
Формат 60x84 1/8.
Усл. печ. л. 11,32 (12,5).
Тираж 500 экз. Заказ 23.

Отпечатано в типографии
Издательства Саратовского университета

© Саратовский государственный
университет, 2013

CONTENTS

Scientific Part

Geography

- Bashkatov A. N.** Methodological Aspects of Modeling of Ecological Functions of Valley Complexes in a Cybernetic Landscape 3
- Gusev V. A., Molochko A. V.** Regional Features of Geoecological Risks (with Saratov Region' Oilfields as an Example) 11
- Gusev V. A., Molochko A. V., Fedorov A. V., Khvorostukhin D. P., Chumachenko A. N.** Territorial Planning Schemes as a Basis for Sustainable Development Indexes Creation 16
- Ivanova G. F., Levitskaya N. G., Orlova I. A.** Variability of Climatic Rates for Period of Instrumental Observations in Saratov 20
- Makarov V. Z., Pichugina N. V., Danilov V. A.** Programme and Certain Results of the Landscape Landforms Research of the Territory National Park «Hvalynsky» 23
- Molochko A. V., Zhuchkov P. S.** The Possibilities of GIS Technologies in Addressing the Problem of Optimizing Route of Gas Main (with Petrovskiy District of Saratov Region as an Example) 29
- Morozova S. W.** A Comprehensive Analysis of the Centres of the Atmosphere Action of the Northern Hemisphere 38
- Morozova S. V., Levitskaya N. G., Orlova I. A.** Climate Changes of the Lower Volga Region on the Background of Global Warming (on the Example of Saratov) 45
- Mukalo A. S.** The Development History of the Concept «Nature Monument» in Germany in the XIX–XX Century 50

Geology

- Astarkin S. V., Goncharenko O. P., Pimenov M. V.** Depositional Environment in Bobrikovsky Time within the South-east of the Russian Plate 57
- Kalyakin E. A.** The Echinoids *Cyclaster* and *Galerites* from the Maastrichtian Deposits of Volga Region 63
- Korobov A. D., Korobova L. A., Kolotukhin A. T., Mukhin V. M., Eliseyeva L. V.** Parageneses and Formation Histories of Clayey and Titanian Minerals from the West Siberian Terrigenous Reservoirs – the Basis for Predicting Oil and Gas Accumulation Zones 69
- Martynova E. G., Staroverov V. N., Hohlov A. E.** Laws of Placement a Fields of Building Rock in Territory of the Saratov Right Bank 79
- Moskovskij G. A., Svidzinskiy S. A., Goncharenko O. P., Baranovskaya M. A.** Carnallite-halite Rocks and Halite of Gremyachinskoye Field' Halogenous Formations and Their Role in Productive of Sylvinite Horizon Foundation 84
- Pervushov E. M.** Autonomous Forms of the Late Cretaceous Modular Hexactinellids (Porifera) 87

Information about the Authors

97



ГЕОГРАФИЯ

УДК 911.5.9

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ДОЛИННЫХ КОМПЛЕКСОВ В КИБЕРНЕТИЧЕСКОМ ЛАНДШАФТЕ

А. Н. Башкатов

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

Статья посвящена теоретическим и методологическим аспектам функциональной организации культурного ландшафта. Предметом исследования является экологическая функция, которая выступает как внешнее проявление свойств ландшафтных компонентов в межэлементных связях природно-социальных систем. В качестве технологической платформы рассматривается кибернетический ландшафт – интерактивная управляемая компьютерная модель.

Ключевые слова: долинные комплексы, экологическая функция, региональное планирование, кибернетический ландшафт, ГИС-моделирование, инфраструктура пространственных данных.

Methodological Aspects of Modeling of Ecological Functions of Valley Complexes in a Cybernetic Landscape

A. N. Bashkatov

Article is devoted theoretical and methodological aspects of the functional organization of a cultural landscape. An object of research is ecological function which acts as external display of properties of landscape components in inter-element communications of nature-social systems. As a technological platform the cybernetic landscape – interactive operated computer model is considered.

Key words: valley complexes, cybernetic landscape, ecological function, regional planning, GIS-modeling, an infrastructure of the spatial data.

Проблематика функционального моделирования в ландшафтно-экологических исследованиях

Экологический императив современной географии определяет приоритетным объектом исследований культурный ландшафт, возникающий в результате целенаправленных действий общества по благоустройству окружающей среды.

Культурный ландшафт, представленный как **система**, состоит из природных, социальных и технических **элементов, связанных** экологическими отношениями. Техника, «экзоскелет» социума, выступает как главное средство адаптации, а также энергетически мощным и материалоёмким агентом воздействия на ландшафт. Скорость технических преобразований значительно превышает динамические характеристики природных процессов. «Экологическая цена» технических средств адаптации непоправимо высока. Но адаптация реализуется различными способами, в том числе поведенческими. Культурное поведение человека в культурном ландшафте кажется самым корректным способом решения экологических проблем. Адекватное природным реалиям поведение человеческих сообществ может быть отрегулировано архитектурно-планировочными, социально-демографическими, научно-образовательными мероприятиями. Экологическая доктрина Российской Федерации в числе основных задач науч-



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





ного обеспечения природопользования говорит о необходимости разработки методологии и методов эколого-экономической оценки, в том числе определения стоимости природных объектов с учетом их экологических функций [1]. В связи с этим вопрос: что такое экологическая функция природного объекта, как её определить и оценить? – приобретает особую актуальность. Ответить на него можно лишь с позиций системного взаимодействия субъекта экологических отношений – социума с объектом – географической средой.

Природные элементы культурного ландшафта формируют потенциал географической среды – совокупность ресурсов и условий человеческой деятельности. Потенциал может быть задействован с большой степенью вариабельности – в зависимости от сложившихся механизмов природопользования. Процесс природопользования в конкретном месте и в конкретное время формирует определённую экологическую функцию. Иначе говоря, экологическая функция ландшафта – это задействованный ресурс среды. Данный ресурс может быть и не задействован, т. е. при наличии природного потенциала отсутствует соответствующая практика природопользования. Так, например, кочевники-монголы не включали рыбу в свой пищевой рацион, и биологические ресурсы рек и озёр на территории проживания не использовались. Любой процесс природопользования вполне реален, наблюдаем и измеряем. Следовательно, может быть объективно выявлена и измерена, качественно и количественно определена и экологическая функция того или иного ландшафтного компонента либо географического объекта в конкретных пространственных границах – «активированной» части географической среды.

Экологическая функция – объективно существующее географическое явление, характеризующееся местоположением и временем существования.

Наблюдаемая и измеряемая экологическая функция является объективным критерием природопользования, что позволяет дать комплексную оценку ландшафтному объекту, в том числе и экономическую, путем определения выгод от эксплуатации естественных свойств объекта и затрат на его рекультивацию в случае их утраты. С научно-методических позиций функция – эмпирически установленный закон зависимости одной величины от другой. Математически это выражение принимает классический вид: y – свойства географической среды, f – экологическая функция, $y = f(x)$, где x – характер природопользования.

Однако на практике экологические функции определяются декларативно, в форме «назначения» позитивной экологической роли всем «зелёным» частям культурного ландшафта. В современной ландшафтной экологии все много-

образии экологических функций сводится к двум основным категориям: собственно экологические функции и социально-экологические функции. Собственно экологические функции – ресурсные, средообразующие, природоохранные. Социально-экологические функции: научная, образовательно-воспитательная, эстетико-художественная, рекреационная. Из приведённого перечня видно, что природной среде отводится исключительно положительная роль в жизни человека, что само по себе неплохо, но утопично. Стоит ли говорить о научном обеспечении экономической оценки безусловного блага?

Проблема. Описание и оценка экологических функций ландшафта в современной практике управления природопользованием происходит в форме деклараций, без научно-методического обеспечения. Для практической эколого-экономической оценки нужен эргономичный метод выявления экологических функций на основе наблюдений и измерений.

Объектом моделирования являются долинны комплексы на территории г. Саратова. Долинный комплекс состоит из родников, питающих ручьи в истоках, долин ручьев и рек, суходольных балок и оврагов – притоков основной долины, т. е. всех элементов парадинамической гидросистемы в пределах водосборного бассейна притока р. Волги (рис. 1). Особенностью гидрологической системы Саратова является то, что область питания родников находится за пределами водосборного бассейна Саратовской котловины, на Волго-Донском водоразделе. Следовательно, для обеспечения безопасного и устойчивого водоснабжения городских родников необходимо сохранение лесного массива на Лысогорском плато и прилегающих горах – Лопатиной, Алтынной, Увекской и Соколовой.

Долины городской гидросети являются обязательным элементом в проектах экологических каркасов как регионов, так и городов. Это объясняется многообразием экологических функций долинной сети – от коммуникационных до ресурсных. Как правило, на долины малых рек, ручьев, крупных овражно-балочных комплексов возлагается роль «связующих звеньев» между городом и окружающим ландшафтом [2]. Ландшафтная архитектура имеет многообразный опыт использования долинных комплексов в садово-парковом строительстве. В пригородах российских городов широко распространено сельскохозяйственное использование долин для разбивки садов и огородов. Существуют разработки и опыт практического применения биологической очистки поверхностного стока в водоёмах долин [3]. Однако широкого применения данные разработки, к сожалению, в настоящее время не имеют.

В то же время в долинах накапливаются бытовые, строительные и промышленные отходы, наиболее ценные свойства долинных комплек-

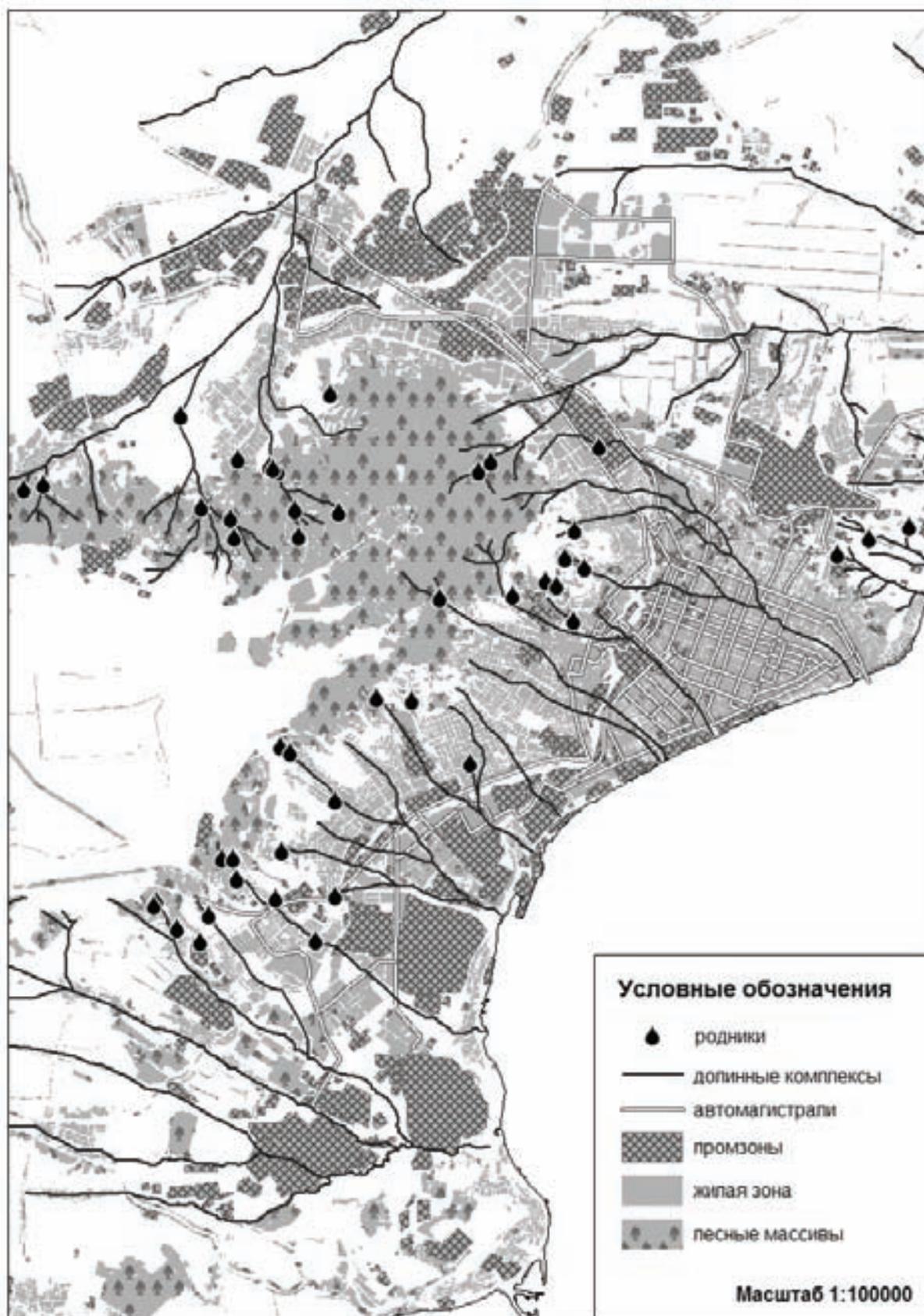


Рис. 1. Долинные комплексы г. Саратова



сов как биогеоценозов утрачиваются [4]. Налицо противоречие между целями градостроительного проектирования и существующей экологической ситуацией. Разрешить данное противоречие можно с помощью внедрения в процесс экологического обоснования генеральных планов городов *механизма определения экологических функций долинных комплексов как ключевых элементов экологического каркаса*. В перспективе это позволит дать комплексную оценку ландшафтному объекту, в том числе и экономическую, путем определения выгод от эксплуатации естественных свойств объекта и затрат на его рекультивацию в случае их утраты.

Протекая по разным в градостроительном, социальном и историческом отношении районам города, одна гидросистема, цельный долинный комплекс в практическом природопользовании и сознании горожан разделяются на изолированные водные объекты. Преодолеть такую ситуацию можно с помощью интерактивной модели.

Предмет исследования – функциональное районирование городского ландшафта и методологические разработки в области функционального моделирования долинных комплексов. В качестве технологической платформы рассматриваются географические информационные системы, инфраструктура пространственных данных, данные дистанционного зондирования Земли.

Задача изучения экологических связей между географической средой и человеческим обществом с присущим ему техническим арсеналом присутствует практически во всем комплексе наук о Земле. Сложность состоит в том, что ландшафт в целом трудно наблюдаем из-за своей размерности, несопоставимой с человеком-исследователем. К тому же человек находится внутри ландшафта в качестве одного из его элементов, что делает справедливым принцип: «система не может объяснить саму себя». Кроме того, отраслевое изучения географической среды задаёт покомпонентный формат исследования, в то время как реальный ландшафт – сложная динамическая система с эмерджентными свойствами.

Для преодоления этих сложностей нужен особый подход к наблюдению всего ландшафта как целостной сущности и метод актуализации структурно-функционального состояния ландшафтной системы. Перспективным вектором в решении данной задачи, на наш взгляд, будет развитие междисциплинарного направления, сочетающего ландшафтный подход с кибернетикой – наукой о связях, управлении и организации в системах любой природы [5]. В настоящей статье мы рассмотрим частный случай такого синтеза – модельного отображения экологических функций на основе информации космической съёмки и технологии веб-картографии.

Данные дистанционного зондирования Земли удобно использовать из-за их широкого территориального охвата, многоаспектности информации

и наглядности образного представления. Неслучайно основоположник ландшафтной экологии С. Troll [6] изучал экологические отношения дешифрированием аэрофотоснимков – по сути образных моделей. В настоящее время существует целое научное направление по интерпретации «ландшафтного узора» – новая таксономия, основанная на геометрических особенностях аэро- и космоснимков [7]. Однако подобная интерпретация сводится к сопоставлению различных тематических слоёв, построенных по визуальным контурам, и не отражает эмерджентной сущности ландшафта. На наш взгляд, гораздо более конструктивным является использование космоснимков для формирования картографических сервисов в Интернете. Сочетание в таких сервисах функций географических информационных систем с интерактивными формирует своего рода виртуальную управляемую среду с заданной функциональностью. При использовании функциональных модулей, реализующих алгоритм экологических процессов, мы получим **кибернетический ландшафт** – компьютерную **модель**, способную имитировать процесс **управления** природопользованием.

Собственно, сама концепция культурного ландшафта как «одомашненного», обжитого «дикого» природного ландшафта предполагает процесс управления – осознанного или интуитивного, планируемого или спонтанного, комплексного или частичного.

Чем реально мы можем и должны управлять в природно-социальной системе? Очевидно, в первую очередь мы должны управлять собственным поведением, поскольку управление природными компонентами нереально и часто неэтично по отношению к другим обитателям ландшафта. Мы должны контролировать свои экологические связи, можем регулировать процесс природопользования. Административные и экономические механизмы регулирования природопользования эффективны только в случае их синергетического действия с процессами функционирования природного ландшафта. Трудность управления сложной динамической системой, каковой является культурный ландшафт, заключается в её гетерархичности. Иначе говоря, поведение такой системы находится под распределённым управлением, подчиняющимся воздействию самостоятельно действующих факторов. Причиной неудачной экологической оптимизации ландшафтов в XX веке являются попытки управлять природными процессами, например борьба с оврагами в расчленённом рельефе, насаждение лесополос в степной зоне, осушение болот и т. д. Управлять можно иерархично устроенной техногенной подсистемой, а критерием успешности управления должен быть интегральный показатель, оперирующий значениями объёмов природопользования. Данному определению соответствует экологическая функция, которая не только имеет балансовое выражение, но и включает в свое содержание



деятельность, направленную на охрану окружающей среды от деградации ее качества. По степени эффективности реализации экологических функций можно судить об истинном отношении общества к обеспечению рационального природопользования, охране окружающей среды, правам человека. Таким образом, экологическая функция с морально-нравственной точки зрения – показатель поведения человека в природе.

Технологическая и информационная база кибернетического ландшафта

Моделирование предполагает перевод первичной объективной информации во вторичную субъективную. Первичная информация – это свойства реального ландшафта, его компонентов и географических объектов, отражённые в их структуре, процессах и явлениях. Первичная информация проявляется в информационных связях внутри ландшафта и представляет собой важнейший атрибут географической оболочки. Вторичная информация – смысловое содержание объективной информации об объектах и процессах географической среды, сформированное сознанием человека с помощью смысловых образов, переведённое в семантические значения и выраженное в виде кибернетического ландшафта – виртуального управляемого пространства.

Общая характеристика модели. Модель природно-социальной системы в виде кибернетического ландшафта является информационной (поскольку основана на компьютерной технологии), имитационной (имитирует сценарий поведения системы при разных исходных данных), динамической (показывает изменения во вре-

мени). Целью разработки прототипа киберландшафта является научный прогноз.

Структура модели базируется на трёх технологических направлениях: ГИС-моделирование; инфраструктура пространственных данных, доставляющая базовую и оперативную информацию; геопортал на основе веб-технологий для визуализации создаваемых цифровых карт и интерактивного взаимодействия.

Начальными требованиями к разработке модели следует признать способность решать следующие задачи:

- 1) формировать пространственную среду в виде базовых космоснимков или электронных карт топографической основы;
- 2) визуализировать и формализовать экологические процессы посредством операционных объектов;
- 3) обеспечивать интерактивность – возможность редактировать атрибутивные и пространственные свойства операционных объектов;
- 4) анализировать и измерять внутренние и внешние информационные потоки системы.

Рассмотрим конкретное воплощение данных задач на примерах.

Пространственная среда. Пространственной средой служит «подложка» – базовые данные, в качестве которых могут быть использованы мозаика космоснимков, цифровая модель рельефа (ЦМР), электронные векторные и растровые карты (рис. 2). Общим свойством подложки разных типов является территориальная конкретика – способность к определению местоположения в заданной системе координат. Формирование статичного либо динамичного цифрового пространства к настоящему времени

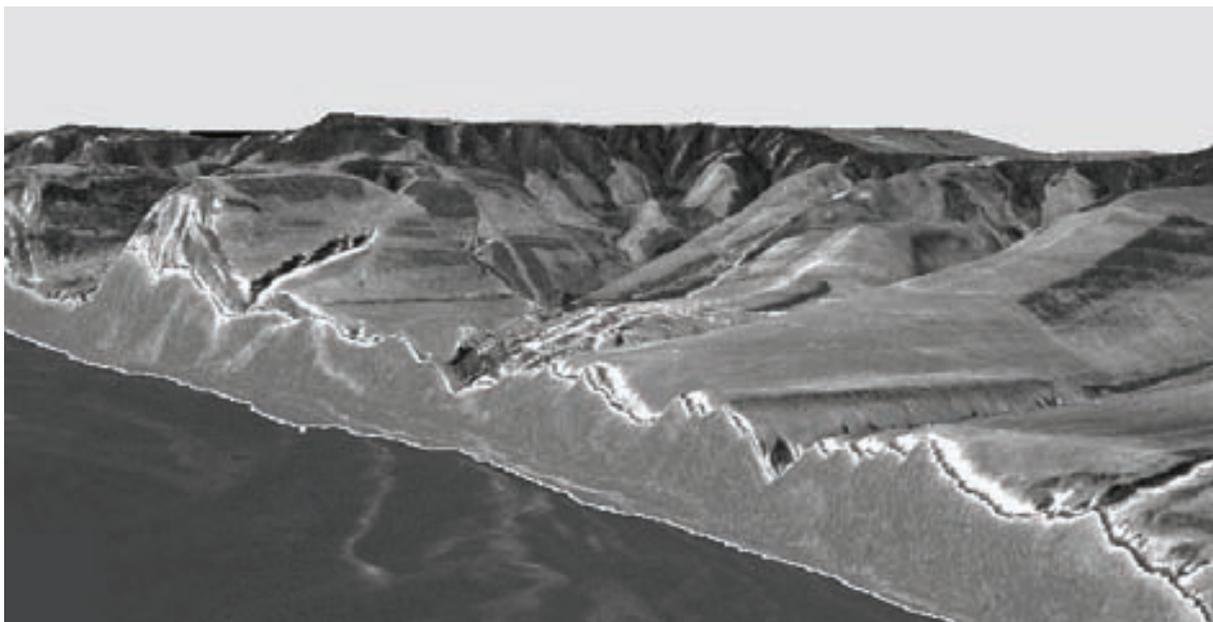


Рис. 2. Цифровая модель рельефа с увеличенным в пять раз вертикальным масштабом (территория Красноармейского района Саратовской области)



является достаточно распространенным процессом и может быть реализовано разными средствами. Для киберландшафта, моделирующего конкретную территорию, наиболее адекватным способом формирования базовой поверхности, очевидно, будет мозаика ортофотоизображений цифровых геокодированных космоснимков. Базовая поверхность не участвует в расчёте экологических функций, служа лишь для позиционирования и визуальной навигации.

Пространственной средой для моделирования экологических функций долинных комплексов может служить как статичная мозаика растровых изображений в случае отображения операционных единиц в виде полигонов, так и ЦМР для расчета динамических свойств рельефа.

Визуализация и формализация экологических связей. Непосредственное участие в математическом выражении ландшафтной структуры и экологических процессов принимают геометрические примитивы (полигоны, точки и линии), формирующие слои векторных объектов, семантически связанных с атрибутивной информацией. Совокупность векторных слоёв создает операционное пространство, которое выступает как векторная нагрузка на базовую поверхность, визуально частично с ней совпадает и доступно для анализа. Векторные объекты выступают в роли виртуальных ландшафтных компонентов. Это могут быть почвенные карты, карты растительного покрова, литогенной основы, типологические единицы – фации, урочища, местности, вплоть до ландшафтных районов; отдельные географические объекты – родники, достопримечательности, памятники природы, и т. п. Виртуальный ландшафтный компонент как типичный ГИС-объект, помимо геометрических параметров, обладает атрибутивными свойствами, которые могут быть задействованы в функциональном анализе. В качестве операционных единиц также выступают виртуальные хозяйствующие субъекты, воздействующие на ландшафтные компоненты.

Ключевым этапом моделирования является формализация – перевод внутренней структуры предмета, явления или процесса в определённую информационную структуру – форму. При этом необходимо найти алгоритм связи между исходными данными о состоянии объекта и результатом их формального отражения. Заменяя связи между исходными данными и результатом математическими соотношениями, можно получить вместо реального объекта или явления математическую модель. Далеко не всегда эти формулы очевидны, и их выведение необходимо проверять эмпирическим путём.

Выявление экологических связей непосредственно в кибернетическом ландшафте – наиболее сложная и неопределённая задача, требующая экспертной оценки и внешней проверки. Предварительно планируется три возможных пути реше-

ния этой задачи: дешифрирование космоснимков, ГИС-анализ и использование данных натурных наблюдений, интерактивно подгружаемых в модель.

Дешифрирование аэрофото- и космоснимков в оптическом диапазоне является наиболее традиционной процедурой выявления экологических процессов путём непосредственного наблюдения и/или сравнения разновременных изображений. Анализ данных космосъёмки в инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах предоставляет большие возможности для построения синтезируемых покрытий, на которых видны различные производные ландшафтных процессов (например, индекс вегетации).

ГИС-анализ базируется на схожих методических принципах, но несколько по иному алгоритму анализа и синтеза, поскольку оперирует преимущественно векторными объектами, в отличие от растровых данных космосъёмки. Оба метода носят эмпирический характер и позволяют получать количественные параметры анализируемых процессов и структур.

Синергетический эффект даёт сопряжённый анализ данных дистанционного зондирования и векторных объектов с атрибутивными свойствами.

Итогом описанных процедур является некое множество объектов, выявленных по признакам ландшафтных явлений и экологических процессов, например источники грунтовых вод и связанная с ними рекреация (рис. 3).

Интерактивность и инфраструктура пространственных данных. Эмпирические данные предоставляет и способ получения информации путём интерактивного взаимодействия с пользователями модели. В концепции кибернетического ландшафта изначально заложена способность к распределённому управлению, что определяет порталную архитектуру. Под порталом (от англ. *portal* – главный вход, ворота) в терминологии интернетики понимается исходная точка выполнения тематического поиска в распределённой сети. Физически это сервер, предоставляющий прямой доступ пользователям к некоторому множеству информационных ресурсов [8]. Территориально, организационно и тематически распределённые источники данных об экологических процессах в ландшафте – это различные ведомства и картографические службы, хозяйствующие субъекты, научные учреждения и физические лица – интернет-пользователи. Кибернетический ландшафт на базе геопортала представляет собой инфраструктуру пространственных данных.

Данный источник информации отличается разнообразием и многоплановостью, но поддаётся формализации проектированием интерфейса, тематической рубрикацией и внутренней модерацией. Иллюстрацией может служить любой интернет-ресурс, аккумулирующий информацию пользователей о реальных объектах географической среды, например фотографии, привязанные к карте местности (рис. 4).



Рис. 3. Карта расположения родников на Алтынной горе г. Саратова и GPS-трека экспедиции 19 января 2013 г. по их обследованию

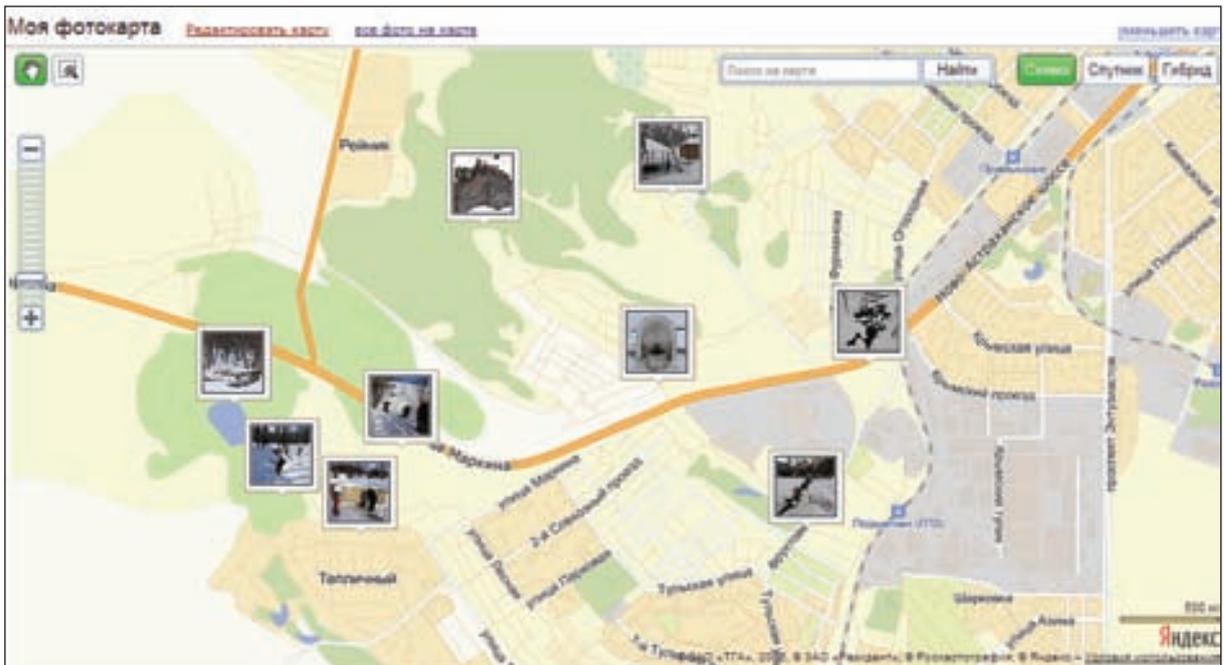


Рис. 4. Screenshot интернет-сервиса «Яндекс-фотокарта» с фотографиями родников на Алтынной горе г. Саратова

Анализ и измерение информационных потоков. Выявление и измерение экологических функций географической среды в настоящем исследовании являются конечной целью моделирования реального ландшафта. Поэтому киберландшафт должен предоставлять пользователям и администраторам набор инструментов и встроенных процедур построения моделей экологических процессов с выводом общепринятых форматов – карт, текстовых и графических отчётов.

Процедура построения алгоритма экологических процессов может базироваться на семантической модели формализованных информационных ресурсов (объект – свойство – признак). Аналогичные автоматизированные информационные системы в области инвентаризации, кадастра и административного регламента уже разработаны и успешно используются [9].

Сумма расчётных значений производных взаимодействия ландшафтных компонентов и



хозяйственных объектов равна экологической функции, которая в киберландшафте существует как цифровой объект, представленный в виде интегрального изображения явления в единичных синтетических показателях. Множество таких изображений образует цифровой аналог синтетической карты, отражающей типологическое районирование территории. Как уже подчеркивалось, цифровой объект имеет количественные параметры, как пространственные, так и атрибутивные, которые могут быть оперативно считаны и использованы в построении функциональной модели.

Базовым критерием измерения экологических функций в киберландшафте является объём информационного потока. Следует подчеркнуть наибольшую релевантность данного критерия в отношении информационных функций ландшафта, например, когда объекты географической среды рассматриваются в качестве познавательных, туристических, рекреационных ресурсов. Средства измерения информационного потока интегрированы непосредственно в системы управления содержимым сайта, существует также множество внешних по отношению к интернет-ресурсу поисковых сервисов, проводящих анализ его наполнения, например отчёт, генерируемый сайтом Google Analytics, отражающий источники и объём трафика по анализируемому сайту в целом и отдельным его страницам. Так как модель кибернетического ландшафта базируется на геопортальной технологии, она изначально поддерживает форматы и стандарты метаданных. Следовательно, в отношении каждого элемента структуры киберландшафта (базовой поверхности, оперативного пространства, генерируемого объекта) можно отслеживать обращения к нему – количество просмотров, источник, характер запроса и т. д.

Заключение

Целью методологических разработок в области функционального моделирования ландшафта является устойчивое развитие природно-социальных систем. Развивать при этом можно только социальную компоненту, сохраняя благоприятную для неё географическую среду. Для сохранения природной компоненты ландшафта надо поддерживать гомеостатическое состояние, близкое к климаксу биогеоценоза. Одним из путей достижения управляемой устойчивости системы является поддержание динамического

равновесия посредством скоординированных реакций на внешние воздействия. Следовательно, надо в «режиме реального времени» измерять как воздействия, оказываемые техническими и социальными компонентами, так и результаты такого воздействия. Другими словами, выявлению подлежат внешние проявления свойств географической среды в системе экологических отношений, кратко – экологические функции.

Современные информатика и геоинформатика располагают технологической базой для построения пространственно-временной модели, позволяющей выявлять, визуализировать и измерять экологические функции ландшафта. Синтезируемые на основе интегральных показателей геоизображения могут как отображать типологическое районирование территории по функциональному признаку, так и формировать схемы оптимизации территориального планирования. Применение кибернетического ландшафта в качестве экологической модели делает более эргономичным решение целого ряда административно-управленческих, эколого-экономических и научно-методических задач.

Библиографический список

1. Экологическая доктрина РФ // Рос. газ. 2002. 18 сент.
2. Вергунов А. П., Денисов М. Ф., Ожегов С. С. Ландшафтное проектирование. М., 1991.
3. Вдовин Ю. И., Мальсанов Б. В., Рашевская И. В. Экологическое оздоровление водоёмов урбанизированных ландшафтов // Проблемы строительства, инженерного обеспечения и экологии городов / под ред. Ю. И. Вдовина. Пенза, 2001.
4. Экологические проблемы. Саратов на рубеже XX и XXI веков / Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов г. Саратова. Саратов, 1996. 128 с.
5. Турчин В. Ф. Феномен науки : Кибернетический подход к эволюции. М.; 2000.
6. Troll C. Luftbildplan und ökologische Bodenforschung (Aerial photography and ecological studies of the earth). Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde. Berlin, 1939.
7. Monica G. Turner, Robert H. Gardner, Robert V. O'Neill. Pattern and process: landscape ecology in theory and practice. Springer-Verlag ; N. Y., 2001.
8. Кошкарев А. В. Геопортал как инструмент управления пространственными данными и геосервисами // Пространственные данные. 2008. № 2.
9. Лоцинин А. А., Михайлов С. И., Зегебарт Д. Г. «ТРИА-ТЕРРА» – система управления данными о пространственных объектах // Земля из космоса. Вып. 3. 2009.



УДК [55:004](470.44)

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ (на примере нефтепромыслов Саратовской области)

В. А. Гусев, А. В. Молочко

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

В статье приводится характеристика региональных особенностей геоэкологического риска нефтепромыслов Саратовской области и раскрываются возможности использования геоинформационных систем (ГИС) и математико-картографических моделей (МКМ) как инструмента их анализа.

Ключевые слова: геоэкологический риск, ГИС-технологии, нефтепромысел, математико-картографическая модель, Саратовская область.

Regional Features of Geoecological Risks (with Saratov Region' Oilfields as an Example)

V. A. Gusev, A. V. Molochko

The article shows characteristic of regional features of oilfield's geoecological risk (with Saratov region as an example). Geoinformation systems (GIS) and mathematical and cartographical models as a tool of their analysis are disclosed possibilities of using.

Key words: geoecological risk, GIS-technologies, oilfield, mathematical and cartographical model, Saratov region.

Развитие новых технологий, увеличение объемов промышленного и сельскохозяйственного производства, расширение сети транспортных систем и систем передачи энергии и энергоносителей сопровождаются ростом техногенной нагрузки на биосферу. Следствием этого являются все чаще возникающие чрезвычайные ситуации, аварии и катастрофы, характеризующиеся значительными материальными, социальными и экологическими последствиями. Стала очевидной необходимость разработки новых подходов к обеспечению безопасности людей и природной среды. Именно поэтому в странах с развитой экономикой сформировалась новая отрасль знания – анализ экологических и геоэкологических рисков и управление ими [1].

В Саратовской области основными видами техногенной нагрузки, оказывающей негативное воздействие на природную среду, являются:

- градопромышленный комплекс;
- сельскохозяйственное производство, включая орошение земель, а также гидротехническое строительство;
- разработка месторождений полезных ископаемых;
- хранение, транспортировка и переработка нефти, газа и нефтепродуктов;



– добыча пресных и минеральных подземных вод.

Закономерности появления и факторы развития геоэкологических рисков нефтедобывающей отрасли на каждом этапе ее функционирования невозможно детально и корректно оценивать без учета региональных особенностей территории нефтепромысла [2]. Месторождения отличаются по зонально-климатическим, структурно-геологическим, почвенно-растительным, инженерно- и гидрогеологическим, ландшафтным, антропогенным и техногенным условиям [3].

К региональным факторам, определяющим развитие и существование геоэкологических рисков, относятся все действующие и возможные природные процессы.

Помимо отдельного анализа региональных особенностей природных факторов, важно учитывать также взаимное воздействие природных и техногенных процессов на локальном, региональном, трансрегиональном и трансграничном уровнях, поскольку характер экспозиции может быть многослойным вследствие перемещения, с одной стороны, поллютантов с воздушными, водными и терригенными потоками, а с другой – самих природных факторов (перемещение масс воздуха, воды, терригенной массы) [2].

Кроме того, взаимообусловленность геоэкологических рисков определяется и техногенными процессами, имеющими место в рассмотренных выше этапах функционирования нефтепромысла [2, 4].

Формирование региональных факторов, определяющих развитие и существование геоэкологических рисков для Саратовской области, имеет ряд особенностей [5]:

- существенные размеры территории;
- большая протяженность как с запада на восток (500 км), так и с севера на юг (150–330 км);
- приграничное положение между лесостепной и степной зонами Центральной России и полупустынями и пустынями Казахстана и Средней Азии, что обуславливает разнообразие и специфику ландшафтов;
- расположение в пяти геоморфологических провинциях, различающихся историей геологического развития, рельефом, характером горных пород.

Общие особенности формирования региональных факторов развития геоэкологических



рисков для каждого отдельного месторождения дополняются также локальными особенностями. В целом для Саратовской области на основе накопленного нами опыта, а также исходя из данных Саратовского ЦГМС, Центра мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций МЧС Саратовской области [6, 7] среди основных факторов, вызывающих возникновение природно обусловленных рисков ситуаций, можно выделить следующие:

1. Гидрологические и гидрогеологические особенности:

– показатель густоты речной сети и ее неравномерное распространение по территории области (высокий показатель для правобережья и низкий для левобережья) – оказывают свое влияние на возможные проявления подтопления, а также активизацию экзогенных процессов, что, в свою очередь, воздействует на объекты инфраструктуры нефтепромысла и объекты транспорта нефти и нефтепродуктов;

– сезонный подъем уровня поверхностных и грунтовых вод малых и средних рек – приводит к подтоплению территории, вызывая аварийные и чрезвычайные ситуации, поражающие многие элементы инфраструктуры. Наиболее подвержены воздействию данного фактора риска поймы рр. Аткара, Медведица, Хопёр, Большой и Малый Узени, Большой и Малый Иргизы, Карай, Терса. Многоводные паводки способны привести к подтоплению либо, в редких случаях, к затоплению значительных территорий, что может нарушить коммуникации, усложнить работу по обслуживанию нефтепроводов, линий электропередач (ЛЭП) и подстанций. Данные особенности в случае возможных аварийных ситуаций на трассах трубопроводов, нефтесборных пунктах или же самих скважинах могут вызвать существенные сбои в функционировании объектов инфраструктуры либо замедление реагирования служб ликвидации аварийных ситуаций. В зависимости от складывающихся погодных условий паводок на малых реках Саратовской области можно ожидать от начала марта до конца первой декады апреля. Чрезвычайные ситуации, обусловленные этим явлением (20–30%), прогнозировались в Аткарском (Зубковское, Языковское месторождения) и Лысогорском районах (Родионовское, Урицкое, Широко-Карамышское, Дмитриевское, Озерское, Суворовское, Западно-Карамышское месторождения) [6, 7];

– экстремальный подъем уровня крупных и средних рек в период паводка, а также резкое увеличение уровня Волгоградского и Саратовского водохранилищ, возможное как результат нарушения целостности гидротехнических сооружений плотин ГЭС и следствие ошибок, нарушений технического и технологического регламента их работы, которое может привести к затоплению территории и вызвать не только схожие с подтоплением воздействия на инфраструктуру нефтепромысла, но и в ряде случаев

частичное или полное разрушение как буровых установок, так и всей инфраструктуры, включая трубопроводы, дороги, нефтесборные пункты;

– ледоход и зажоры в местах водных переходов нефтепроводов, а также серьезные наледи на трубопроводах, объектах обслуживания и функционирования нефтепромысла;

– колебания уровня грунтовых вод, которые могут привести к подтоплению территории нефтепромысла и трассы прохождения нефтепровода, а также степень их минерализации – все это способствует усилению коррозии металлических элементов объектов обслуживания и трубопроводов;

– абразивная деятельность Волгоградского и Саратовского водохранилищ, приводящая к активизации оползневых и осыпных процессов;

2. Геологические и почвенные особенности территории:

– один из наиболее высоких уровней вертикального расчленения рельефа, характерный для отрогов Приволжской возвышенности, проявляющийся в высокой густоте овражной сети – способен оказать воздействие на нефтепромысел и инфраструктуру в виде разрывов трубопроводов и аварийных ситуаций на них, нарушений целостности объектов обслуживания нефтепромысла, а также самих буровых;

– плоскостной смыс со склонов преимущественно Приволжской возвышенности – возможная причина аварий и нарушений в функционировании трубопроводов и нефтепромыслов;

– оползневые процессы, приуроченные к правобережью области, долинам крупных и средних рек, отличающихся глубоким положением долин и русел, которые, так же как и другие экзогенные динамические процессы, способны привести к разрушению инфраструктуры и элементов функционирования нефтепромысла;

– повсеместное распространение осадочных пород легкого гранулометрического состава как результат трансгрессий Каспийского моря и оледенений – способно привести к существенному увеличению площади распространения загрязнения при аварийных ситуациях на нефтепромысле и трубопроводах, а также усилению воздействия грунтовых вод на поверхностные воды при кратковременном или постоянных подъемах их уровня, что может оказать такое же воздействие на нефтепромысел и его инфраструктуру, как и подтопление или затопление;

– особенности распространения засоленных почв, а также линз солонцов и солончаков, которые способствуют усилению коррозионной агрессивности почвенной среды на металлические элементы трубопроводов и строений нефтепромысла и в результате могут привести к нарушению их целостности и риску аварийных ситуаций;

– практически повсеместно высокий уровень нефтеемкости почвогрунтов, усиливающий площадь распространения возможного загрязне-



ния при авариях с разливом и фонтанированием нефти.

3. Атмосферные особенности территории:

– практически полное отсутствие безветрия на территории области, которое также может затруднить нормальный режим работы на нефтепромыслах. С вероятностью 20–30 % на территории Саратовской области прогнозировались ЧС, обусловленные сильными ветрами. Районы возникновения: Аткарский, Аркадакский, Балашовский, Балаковский, Балтайский, Красноармейский, Лысогорский, Пугачевский, Самойловский [6, 7]. Сильные и частые ветры производят большую разрушительную работу на откосах дорог, обвалование кустов скважин, амбаров и др. Кроме того, они могут повредить наружные технологические установки, линии и опоры электропередач и т. д. Обрыв линий электропередач и прекращение подачи электроэнергии на объекты могут вызвать временную приостановку всего производственного цикла на нефтепромыслах, привести к технологическим поломкам и, как следствие, к аварийным ситуациям;

– сильные метелевые и ливневые явления, связанные с преобладанием западного переноса воздушных масс, а также сильной циклонической активностью прилегающих территорий, которые могут привести к затрудненному проезду к местам возможным авариям, к разрушению конструкций под действием тяжести снега или затоплению вследствие сильных ливней;

– явления, связанные с обледенением и го-

лоледом, способствующие аварийным ситуациям, связанным с нарушением электроснабжения объектов обслуживания и функционирования нефтепромысла, а также увеличению времени реагирования аварийных групп при критических ситуациях за счет затрудненного доступа к объекту аварии. Возникновение чрезвычайных ситуаций не выше межмуниципального уровня в связи с сильными гололедно-изморозевыми отложениями на проводах в 2010 г. прогнозировались с вероятностью 20–30 % в Базарно-Карабулакском, Вольском, Краснопартизанском, Пугачевском, Перелюбском районах, в 2012 г. с вероятностью 0,08% в Базарно-Карабулакском, Вольском, Краснопартизанском, Пугачевском, Перелюбском и ряде других районов области (рис. 1, 2) [6, 7];

– засухи и, как следствие, степные и лесные пожары, способные вызвать воспламенение на объектах функционирования нефтепромысла, а также нанести вред инфраструктуре обслуживания. Чаще всего они отмечены в Саратовском, Вольском, Балтайском, Аткарском, Калининском, Лысогорском, Воскресенском, Базарно-Карабулакском районах, наиболее подверженных рекреационной нагрузке и имеющих разновозрастные хвойные насаждения, опасные в пожарном отношении. Возникновение ЧС с вероятностью 20 %, обусловленных крупными природными пожарами, прогнозировалось на 2012 г. в Саратовском, Вольском, Аткарском, Калининском, Лысогорском, Балтайском, Краснокутском, Татищевском, Петровском районах (рис. 3, 4) [6, 7].

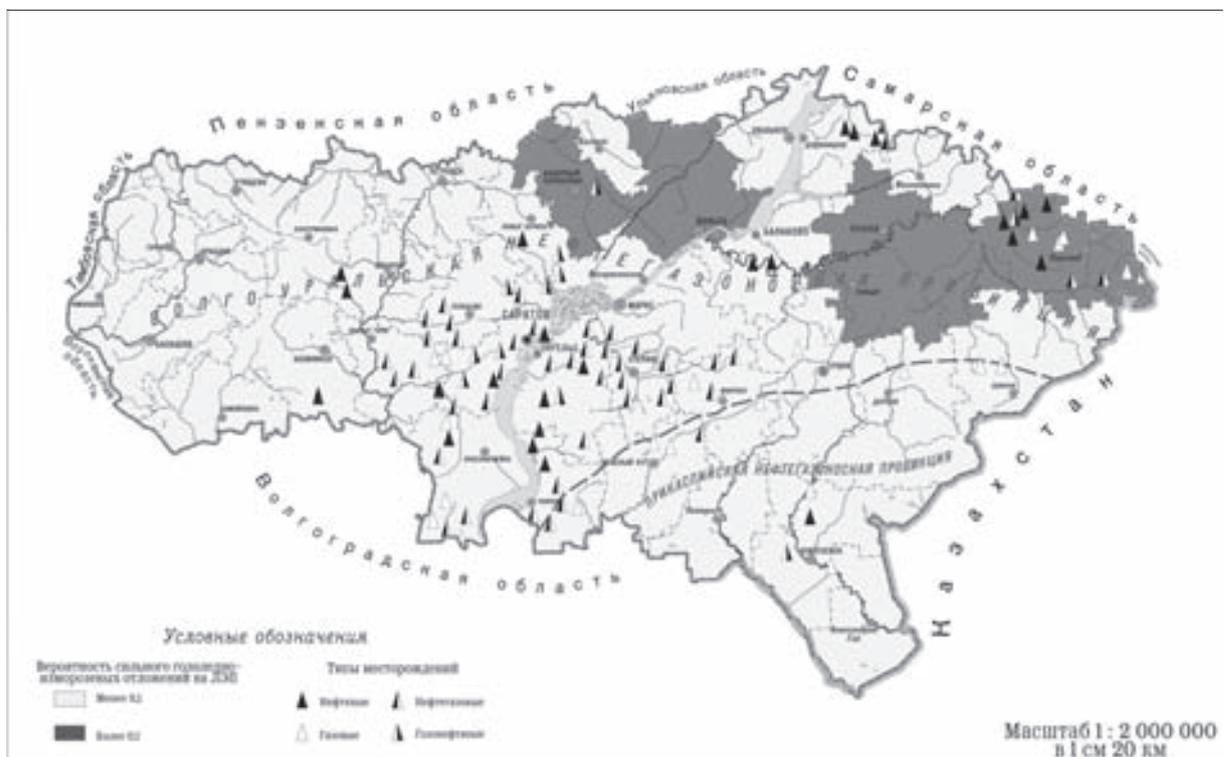


Рис. 1. Прогноз проявления сильного гололедно-изморозевых отложений на проводах в 2010 г.

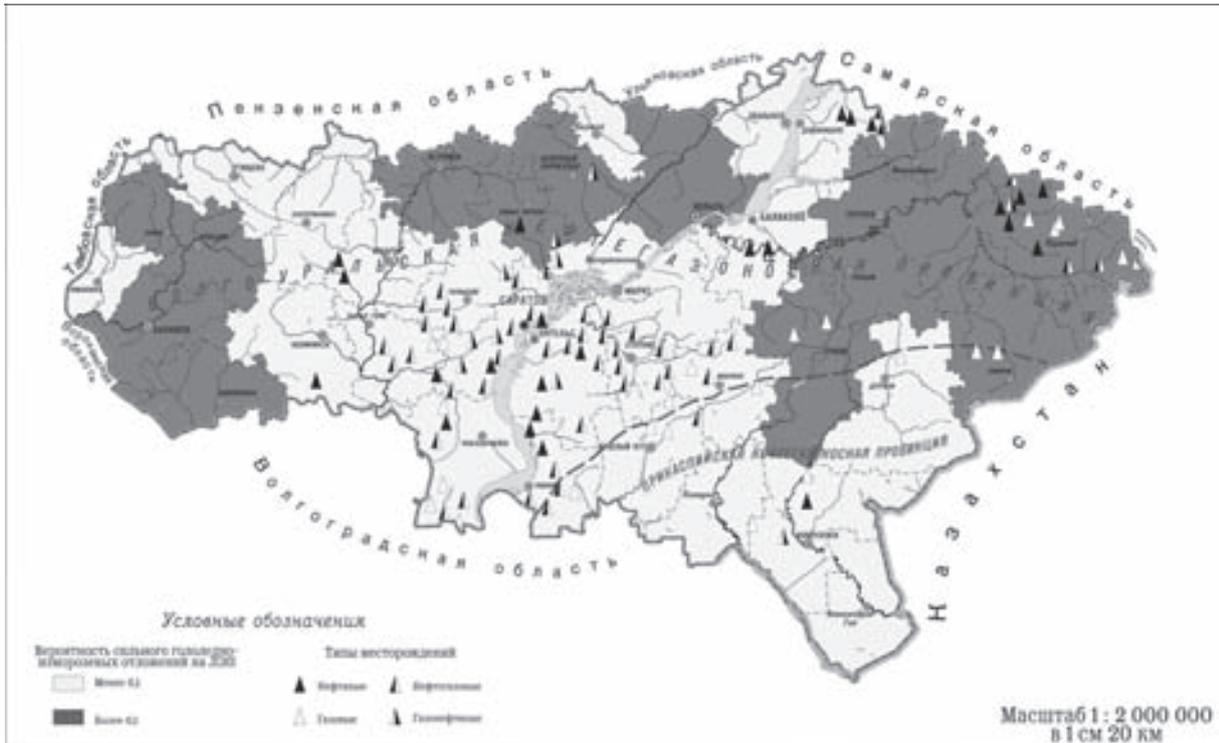


Рис. 2. Прогноз проявления сильного гололедно-изморозевых отложений на проводах в 2012 г.

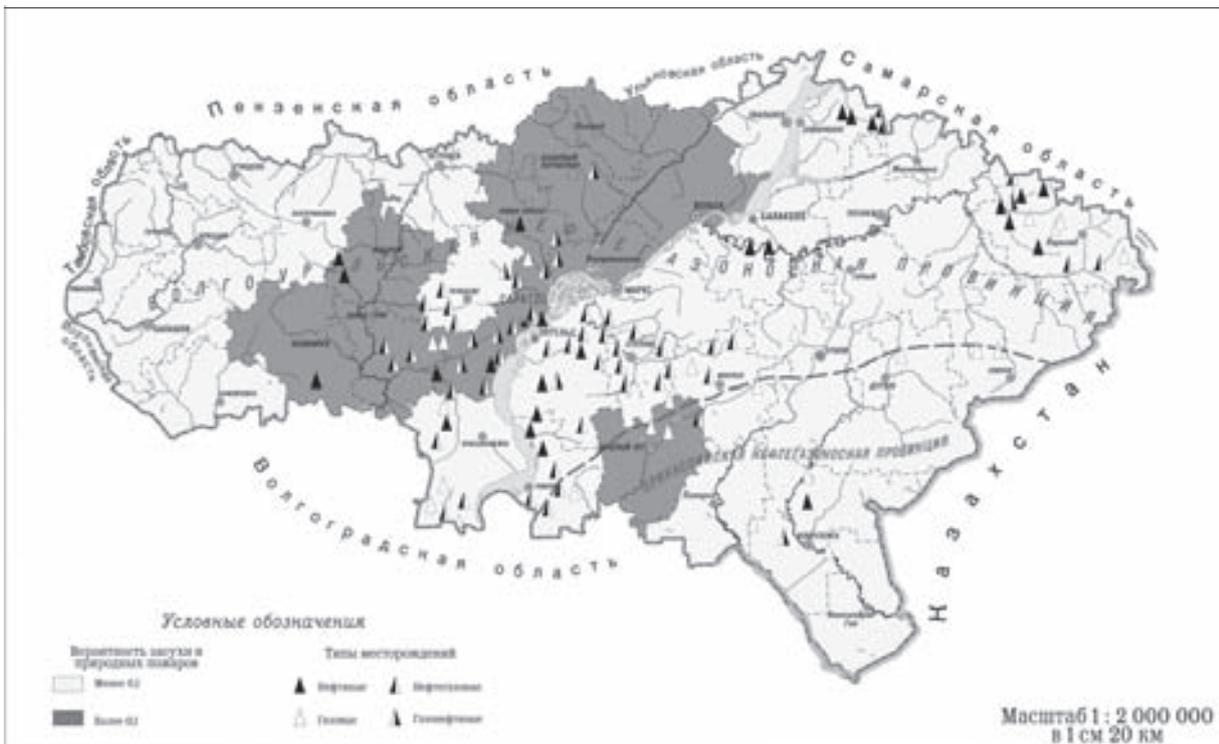


Рис. 3. Прогноз проявления засухи и природных пожаров в 2010 г.

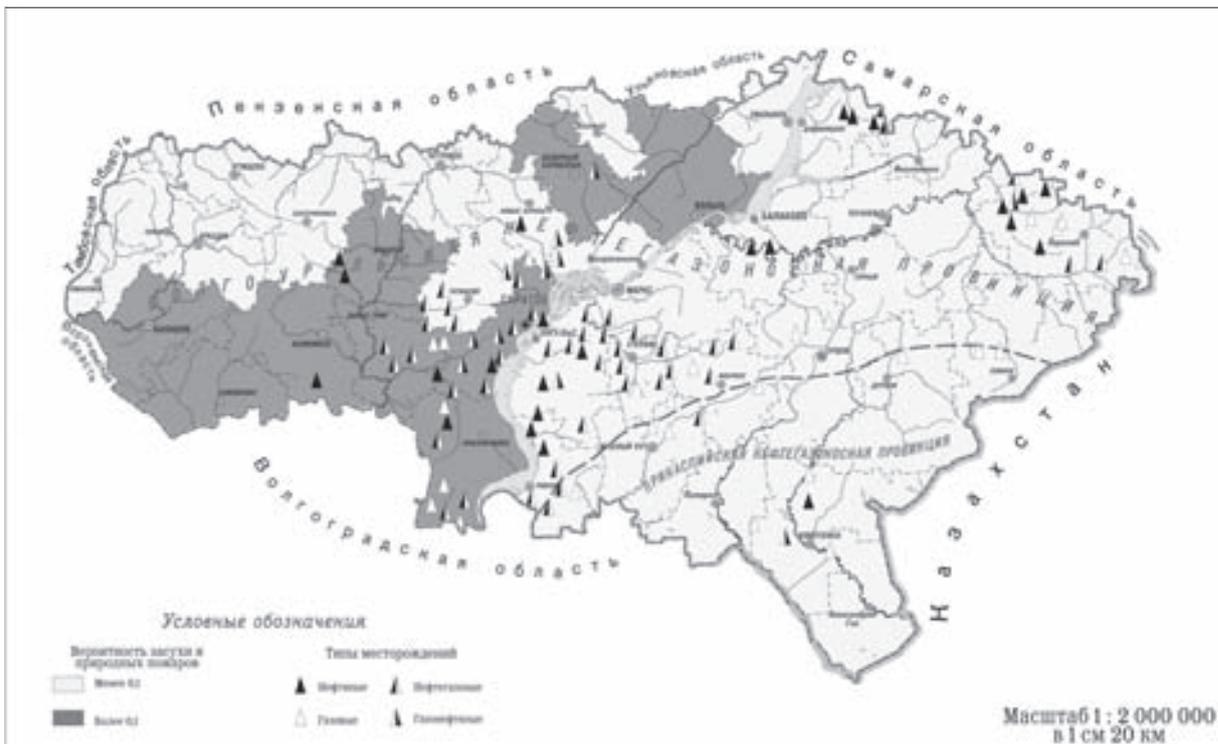


Рис. 4. Прогноз проявления засухи и природных пожаров в 2012 г.

Необратимый рост числа опасных событий обуславливает необходимость перехода к новой стратегии борьбы с природными катастрофами, основанной на оценке природных рисков и разработке методов снижения их последствий. Реализация такой стратегии позволит перейти на экономическое планирование и развитие с учетом природных рисков, повысить безопасность общества, сократить социальные и материальные потери [8].

Учет региональных особенностей позволит использовать методику картографического риск-анализа нефтепромыслов не только для территории Саратовской области, но и для других нефтедобывающих территорий.

Решение поставленных вопросов позволит на практике осуществить переход на технологию анализа природных рисков и смягчения последствий природных катастроф, сделать важный шаг на пути реализации концепции устойчивого развития.

Библиографический список

1. Акимов В. А., Лесных В. В., Радаев Н. Н. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах. М., 2004. 352 с.

2. Самсонов Р. О. Оценка и управление геоэкологическими рисками в газовой отрасли // Нефтегазовое дело. 2007. URL: http://www.ogbus.ru/authors/SamsonovRO/SamsonovRO_3.pdf. (дата обращения : 10.01.2013).

3. Бухарицин П. И. Опасные и особо опасные (стихийные) гидрометеорологические явления на Северном Каспии // Наука и искусство географии : спектр взглядов ученых СССР и США. М., 1989. С. 1–15.

4. Казак А. С. Оперативный контроль магистральных газопроводов. М., 1989. 289 с.

5. Особо охраняемые природные территории Саратовской области / под ред. В. З. Макарова. Саратов, 2007. 300 с.

6. Прогноз возникновения чрезвычайных ситуаций на территории Саратовской области на 2010 год. URL: <http://64.mchs.gov.ru/forecasts/index.php?ID=1916> (дата обращения : 29.03.2010).

7. Прогноз возникновения чрезвычайных ситуаций на территории Саратовской области на 2012 год. URL: <http://www.64.mchs.gov.ru/forecasts/detail.php?ID=16653> (дата обращения : 21.12.2012).

8. Дзекцер Е. С. Методологические аспекты проблемы геологической опасности и риска // Геоэкология. 1994. №3. С. 41–47.



УДК 502.131.1:528.946

СХЕМЫ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ КАК ОСНОВА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИНДЕКСОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

В. А. Гусев, А. В. Молочко, А. В. Федоров,
Д. П. Хворостухин, А. Н. Чумаченко

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

В данной статье рассматриваются некоторые существующие индексы и индикаторы устойчивого развития. Предлагается территориальная дифференциация показателей устойчивого развития на муниципальном уровне. В качестве основы для разработки индексов устойчивого развития муниципальных районов предлагаются схемы территориального планирования.

Ключевые слова: индекс устойчивого развития, муниципальный район, геоинформационная система, схема территориального планирования.

Territorial Planning Schemes as a Basis for Sustainable Development Indexes Creation

V. A. Gusev, A. V. Molochko, A. V. Fedorov,
D. P. Khvorostukhin, A. N. Chumachenko

In this article some existing sustainable development indexes and indicators are considered. Sustainable development rates territorial differentiation on municipal level is offered. Territorial planning schemes are proposed as a basis for municipal districts sustainable development indexes creation.

Key words: sustainable development index, municipal district, geoinformation system, territorial planning scheme.

Концепция устойчивого развития как теория рационального природопользования и пути достижения благополучия населения прочно вошла в повседневный и научный обиход. Она была принята как основной вектор развития человечества на конференции ООН в Рио-де-Жанейро в 1992 году. В основу концепции устойчивого развития легли 2 документа: Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию и Повестка дня на XXI век. Все последующие мероприятия, проводимые под эгидой ООН, только расширяли и дополняли основные тезисы, заложенные в данных документах [1]. Все они несут в себе главную мысль: для обеспечения устойчивого развития необходимо усовершенствовать экономику, улучшить качество жизни населения такими путями, которые бы не вредили окружающей среде [2]. Подобная постановка проблемы требует разработки четких критериев оценки степени устойчивости развития той или иной территории – системы индексов и индикаторов устойчивого развития.

На сегодняшний день различными фондами, движениями и организациями разработано



огромное количество показателей, в той или иной степени направленных на такую оценку. Но зачастую данные показатели не опираются на саму концепцию устойчивого развития, на единство экологической, экономической и социальных систем.

В основном большинство разработанных индикаторов устойчивого развития базируются на экономических показателях, таких как валовой внутренний продукт (ВВП) или валовой национальный продукт (ВНП). Используются также оценки инвестиционной привлекательности, экономических свобод, коррупции и пр. В большинство индексов включены демографические и социальные показатели, такие как младенческая смертность, прирост населения, образованность и т. д.

Все эти экономические и социальные показатели обычно доступны в виде национальной и международной статистики, что существенно облегчает задачу расчета тех или иных индексов и индикаторов на уровне государств. Однако в этих расчетах практически не оценивается экологическая составляющая, и понятно почему. Экологические показатели сложно укладываются в рамки административного деления. А если и есть некоторые параметры, характеризующие экологию в пределах государств, федеральных образований, то зачастую это финансовые показатели, отражающие затраты на экологические мероприятия, ущерб от загрязнения и пр. Так, например, показатели «Индекс адаптированных чистых сбережений» и «Система эколого-экономического учета ООН» предлагают денежную оценку ущерба окружающей среде, которая определяется по степени загрязнения и изъятию природных ресурсов. Они хороши тем, что органы власти могут оценить экономический ущерб от ухудшения состояния окружающей среды и, тем самым, попытаться вернуть данные потери за счет предприятий.

Есть показатели, с помощью которых предпринимается попытка увязать экономические, социальные и экологические показатели. В частности, при расчете индекса развития человеческого потенциала с учетом экологического фактора (ИРЧПэ), предлагаемого С. Н. Бобылевым, сначала определяются четыре более частных индекса (индексы долголетия, образования, дохода и состояния окружающей среды) [3]. Однако три первых показателя берутся с весом 0,3, а послед-



ний – с весом 0,1, что несколько не соответствует триединой концепции устойчивого развития: равенство экономической, социальной и экологической составляющих [4].

Приведенные выше и многие другие индексы устойчивого развития применимы, как уже указывалось, в основном на государственном уровне. Они хороши для построения рейтингов и сравнительных оценок различных стран. В некоторых случаях эти показатели дают неплохой результат при сопоставлении регионов отдельного государства. Однако они практически не способны решить вопросы, связанные с разработкой рекомендаций на локальном уровне. Концепция устойчивого развития должна работать не только на уровне государств, рассматриваемых как отдельный и неделимый субъект международной деятельности по обеспечению устойчивого развития всей планеты, но и по всей внутренней иерархии государства – от регионов до отдельных населенных пунктов. При этом на каждом из уровней должна быть система оценки устойчивого развития, опирающаяся на те данные, которые могут быть получены от специализированных государственных органов.

Анализ ситуации на разных уровнях может служить различным целям:

- на национальном – для оценки успешности деятельности государства по обеспечению устойчивого развития территории;
- региональном – для разработки стратегий развития;
- локальном – для конкретной планировки территории, отвечающей всем потребностям человека.

Очевидно, что для Российской Федерации удобной операционной ячейкой для расчета подобных показателей на локальном уровне могут служить муниципальные районы. Это связано с рядом особенностей:

- наличием показателей государственной статистики;
- возможностью учета локальных экологических проблем;
- возможностью выявления пространственных закономерностей на микроуровне;
- возможностью анализа как природной, так и экономической и социальной составляющей на достаточно крупном масштабе [5].

Кроме того, по всей стране завершена программа разработки и создания схем территориального планирования муниципальных районов. Они являются одним из элементов общей системы градостроительной планировки Российской Федерации и должны отвечать задачам устойчивого развития территорий муниципальных районов. Это предписано Градостроительным кодексом Российской Федерации. Широкий круг показателей, используемых для создания данных схем, может служить хорошей базой для состав-

ления различных показателей, индексов и индикаторов.

Коллективом научно-внедренческого образовательного центра геоинформационных технологий географического факультета Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского в сотрудничестве с ГУПП «Институт «Саратовгражданпроект» Саратовской области были разработаны схемы территориального планирования ряда муниципальных районов Саратовской области. Одной из особенностей этой работы стало создание на данные муниципальные районы специализированных геоинформационных систем «Муниципальный район», отвечающих следующим требованиям:

- создание и приведение к единой системе форматов и масштабов градостроительной, проектной, геодезической, географической, картографической и другой информации в отношении объектов областного и районного значения, используемой органами государственной власти муниципального района;

- создание единой картографической основы и комплекта тематических карт необходимых масштабов на бумажных носителях и в электронном виде;

- разработка и внедрение необходимой информационно-аналитической системы на базе лицензионных специализированных программных средств, поддерживающих градостроительные, проектные, геодезические и геоинформационные технологии, интегрированной с территориальной информационной системой Саратовской области;

- своевременное и эффективное реагирование на кризисные и аварийные ситуации, контроль за природопользованием и экологическим состоянием;

- эффективное использование электронного картографического материала и соответствующих баз данных структурными подразделениями и службами администрации района;

- мониторинг состояния территории муниципального района, возможных направлений его развития и ограничений использования земель;

- возможность проведения сложных типов операций, с помощью которых обрабатываются пространственные, правовые, экономические, организационные, социальные и другие взаимосвязанные данные [6].

Базы данных созданных геоинформационных систем содержат большой набор показателей для получения самых разнообразных характеристик. Кроме того, система позволяет получать новые параметры путем анализа и комбинирования существующих данных. Уровень обеспечения исходными данными показан в таблице. В ней приведены наиболее распространенные индексы устойчивого развития и компоненты, по которым производится оценка, а также компоненты данных в ГИС «Муниципальный район».



Сравнительная характеристика компонентов оценки интегральных индексов устойчивого развития и данных ГИС «Муниципальный район»

Индекс	Компоненты оценок										
	Демография	Образование	Здоровье	Жилье, инфраструктура	Политическая и социальная стабильность	Культура	Ресурсы, состояние окружающей среды	Политические и гражданские институты	Доходы населения	Характеристика трудовых ресурсов	Бедность и неравенство
Индекс развития человеческого потенциала		+	+						+		
Генеральный индекс развития Института ООН для социального развития	+	+	+	+					+	+	+
Индекс человеческого благополучия	+	+	+		+	+		+	+		+
Комбинированный индекс качества жизни		+	+	+	+	+	+	+	+		+
Индекс человеческого прогресса	+	+	+	+			+				
Комбинированный индекс уровня потребления	+	+	+	+		+	+				+
Индекс человеческого страдания (HIS)	+	+	+	+			+	+	+		
Гонконгский индекс устойчивого развития	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
ГИС «Муниципальный район»	+	+	+	+		+	+		+	+	

Примечание. 1. Таблица составлена авторами на основе данных [3]. 2. «+» означает наличие индекса.

Как видно из таблицы, ГИС «Муниципальный район» содержит в себе исходные данные по большинству индексов. При этом стоит отметить, что вся информация уже находится в открытом доступе и не требует дополнительной обработки. Обновление информации также может производиться достаточно легко, так как использованы данные системы государственной статистики, которые регулярно обновляются.

Рассмотрим содержание каждого блока информации в ГИС «Муниципальный район» подробнее.

Демографический блок. В базе данных представлена следующая демографическая информация по каждому населенному пункту муниципального района:

- численность населения;
- рождаемость и смертность;
- динамика людности за определенный период;
- половозрастной состав;
- национальный состав;
- количество прибывших на жительство за определенные годы.

Доходы населения. Характеристика трудовых ресурсов. Наряду с демографическими показателями, в ГИС «Муниципальный район» представлена статистика по количеству трудоспособного населения и его занятости, что позволяет оценить степень использования трудовых ресурсов по каждому населенному пункту.

Образование. В системе указывается наличие тех или иных образовательных учреждений (средних, общих, начальных школ, детских

садов, средних специальных учебных заведений, учреждений дополнительного образования и т. д.), а также число детей, обучающихся в них, наполняемость учреждений, их износ и материальная обеспеченность.

Здоровье. Имеется информация о наличии учреждений здравоохранения, их состоянии, обеспеченности населения услугами скорой медицинской помощью.

Несомненно, данный блок необходимо дополнять данными, не используемыми в схемах территориального планирования, но исключительно необходимыми при составлении индексов устойчивого развития всех уровней, например, уровень заболеваемости населения различными болезнями, в том числе социально значимыми, обеспеченность квалифицированными медицинскими кадрами и учреждениями. Данная статистика ведется специализированными государственными органами и находится в открытом доступе, что является большим плюсом при составлении показателей устойчивого развития.

Жилье, инфраструктура. Схемы территориального планирования муниципальных районов являются одним из наиболее полных источников информации о наличии и состоянии инженерной инфраструктуры района. В них представлены данные по обеспеченности населения:

- газом;
- проводной телефонной связью;
- сотовой телефонной связью;
- оптоволоконными линиями связи;
- цветным телевидением;
- дорогами с твердым покрытием (удален-



ность населенных пунктов от дорог с твердым покрытием);

- общественным транспортом;
- почтовой связью;
- электричеством.

Каждый из этих показателей является важнейшим при определении уровня жизни населения. Учет обеспеченности инфраструктурой, а также качественным жильем является одним из основополагающих показателей при создании индекса устойчивого развития как муниципального района, так и любых других территориальных единиц.

Культура. Понятие культуры очень многогранно, поэтому зачастую возникают сложности при попытке оценить ее уровень в обществе. Для целей составления индекса устойчивого развития муниципального района, возможно, целесообразно уйти от субъективных оценок и взять объективный показатель, такой как обеспеченность населения учреждениями культуры (домами культуры, музеями, библиотеками и т. д.).

Ресурсы, состояние окружающей среды. В схемах территориального планирования существует набор экологической информации, однако он носит скорее опосредованный характер. Представлены следующие виды данных:

- техногенная нагрузка;
- промышленные предприятия;
- свалки, кладбища, скотомогильники;
- санитарно-защитные зоны;
- техногенная нагрузка;
- локальные загрязнения подземных вод;
- степень антропогенного изменения окружающей среды.

Особо стоит отметить такой важный экологический показатель, как наличие особо охраняемых природных территорий. Он является одним из важнейших критериев оценки устойчивого развития.

Стоит отметить, что в схемах территориального планирования достаточно скупо представлена информация о загрязнении почв, поверхностных вод и воздуха, объемах выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов. Для уравнивания социальных и экономических показателей с экологическими при составлении индекса устойчивого развития необходимо дополнять ГИС «Муниципальный район» подобными показателями.

Блок показателей «Бедность и неравенство» во многих индексах устойчивого развития является производным от демографических и социальных показателей, поэтому, на наш взгляд, может не рассматриваться отдельно. В то же время государственная система статистики Российской Федерации не использует показатели неравенства населения, что существенно осложняет задачу по их вычислению.

Блоки информации «Политическая и социальная стабильность» и «Политические и граж-

данские институты» являются в большинстве случаев субъективными, что не позволяет говорить о необходимости их включения в индекс устойчивого развития. Кроме того, они применимы к государству в целом и не могут быть дифференцированы на территории муниципального района. Поэтому данные блоки показателей не целесообразно рассчитывать при разработке индекса устойчивого развития муниципального района.

Как видно из перечня информации, содержащейся в ГИС «Муниципальный район», она является достаточно полным источником данных об исследуемой территории. Однако для соблюдения полного баланса между показателями и тремя компонентами устойчивого развития (социальным, экономическим и экологическим), несомненно, необходимо добавить некоторые показатели, такие как уровень загрязнения почв, воды и воздуха, объемы твердых отходов и вредных выбросов в атмосферу, уровень заболеваемости населения, другие данные государственной статистики [7]. Большим преимуществом использования геоинформационной системы для составления индекса устойчивого развития является пространственная локализация всех показателей, которые представлены в виде картографических моделей, что позволяет в автоматизированном режиме методами математико-картографического моделирования оперативно производить различного рода операции над ними, а также проводить анализ этих данных.

Если в подавляющем большинстве индексы рассчитываются для определенных территориальных единиц, то с использованием ГИС можно получить индекс, который будет отражать приближенность к устойчивому развитию той или иной части административно-территориальной единицы, что позволит составлять прогнозы и рекомендации с учетом территориальных различий.

Таким образом, создание индекса, основанного на анализе пространственных различий и закономерностей разнообразных показателей, является крайне важной задачей для оценки степени приближенности к устойчивому развитию территории муниципального района, а также для составления прогнозов и рекомендаций. При этом схемы территориального планирования как источник информации, а также геоинформационные системы как инструмент их обработки являются очень перспективными в данном вопросе.

Библиографический список

1. *Бедрицкий А. И.* Об итогах Конференции ООН по устойчивому развитию «Рио+20» // Природно-ресурсные ведомости 2012. №6 (381) июнь.
2. Доклад Конференции Организации Объединенных На-



ций по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3–14 июня 1992 года : в 3 т. Т. 1. Резолюции, принятые на Конференции. Нью-Йорк : Организация объединенных наций, 1993.

3. *Бобылев С. Н., Зубаревич Н. В., Соловьева С. В., Бобылева Ю. С.* Устойчивое развитие : методология и методики измерения : учеб. пособие. М. : Экономика, 2011.

4. *Ерофеев П. Ю.* Особенности концепции устойчивого развития // *Экономическое возрождение России.* 2007. № 3.

5. *Макаров В. З., Хворостухин Д. П., Чумаченко А. Н.* Устойчивое развитие муниципальных районов: подходы к геоинформационной оценке // *Изв. Сарат. ун-та. Новая серия. Сер. Науки о Земле,* 2012. Т. 12, вып. 2.

6. *Макаров В. З., Чумаченко А. Н., Демин А. М., 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.*

7. *Хворостухин Д. П.* Геоинформационное моделирование при решении задач устойчивого развития муниципальных районов (на примере Саратовской области) // *Перспективы геоэкологии после РИО+20 : материалы всерос. молод. науч. школы, 12–14 сентября 2012 г. / под ред. Э. П. Романовой, Н. М. Дронина. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2012.*

УДК 551.458

ИЗМЕНЧИВОСТЬ КЛИМАТИЧЕСКИХ НОРМ ЗА ПЕРИОД ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ В САРАТОВЕ

Г. Ф. Иванова, Н. Г. Левицкая, И. А. Орлова¹

Саратовский государственный университет
E-mail: kafmeteo@sgu.ru
¹ГНУ НИИСХ Юго-Востока РАСХН
E-mail: raiser_saratov@mail.ru

В работе на основе длинного ряда наблюдений (1912–2010 гг.) исследована многолетняя изменчивость температуры, осадков и других метеорологических показателей. Показано, что климатические нормы температуры и осадков в современный период существенно отличаются от базового периода 1961–1990 гг., предложенного ВМО.

Ключевые слова: климат, климатическая норма, температура, осадки, тренд.

Variability of Climatic Rates for Period of Instrumental Observations in Saratov

G. F. Ivanova, N. G. Levitskaya, I. A. Orlova

On the basis of a long series of observations (1912–2010 gg.) investigated long-term variability in temperature, precipitation and other meteorological parameters. It is shown that climate normal of temperature and precipitation in the modern period is significantly different from the baseline period of 1961–1990 gg., proposed by the WMO.

Key words: climate, climatic norm, temperature, precipitation, trend.

Колебания климата и его природная изменчивость всегда оказывали существенное влияние на развитие жизни на Земле, а в последние тысячелетия и на развитие цивилизации. Во второй половине XX века стало очевидно, что за счет антропогенного воздействия общая климатическая ситуация меняется гораздо быстрее, чем в прежние времена. Это обстоятельство заставило ученых всего мира направить усилия на исследование природы климатических изменений и их воздействия на биосферу и общество. В 1979 г., а затем в 1990 г. под эгидой Всемирной метеорологической организации (ВМО) прошли две



всемирные конференции по климату, которые заложили основу для понимания происходящих климатических изменений и принятия мировым сообществом рамочной Конвенции ООН по изменению климата (РКИК), а также Киотского протокола к ней (1992 г.). Не менее важным событием стала международная конференция по проблемам гидрометеорологической безопасности (26–29 сентября 2006 г.), которая была посвящена прогнозированию и адаптации общества к экстремальным климатическим изменениям.

По современному определению «климат» – это обобщение изменений погоды, которое представляется набором условий погоды в заданной области в заданный интервал времени. Для характеристики климата используются следующие статистические характеристики: средние значения, экстремумы, показатели изменчивости и частота явлений за период времени не менее 30 лет. По рекомендации ВМО в качестве стандартного 30-летия для оценки изменчивости современного климата следует использовать период с 1961 по 1990 г. Однако после 1990 г. прошло более 20 лет, и первое 10-летие XXI века показало, что предложенный ВМО базовый период по своим характеристикам существенно отличается от современного. Поэтому в оперативной практике целесообразнее использовать новые климатические нормы, рассчитанные за последний 30-летний период.

В настоящей работе на основе длинного ряда наблюдений (1912–2010 гг.) по метеостанции Саратов ЮВ были исследована многолетняя изменчивость температуры воздуха и осадков, рассчитаны средние климатические значения основных метеорологических показателей по



30-летиям от начала наблюдений до настоящего времени с перекрытием в 10 лет и построены соответствующие линии трендов.

Исследование многолетнего хода средней годовой температуры воздуха свидетельствует о тенденции ее устойчивого роста со средней скоростью $0,25^{\circ}\text{C}/10$ лет [1]. При этом наиболее высокие значения трендов отмечены в ходе минимальных температур воздуха, темпы роста которых составили $0,4^{\circ}/10$ лет. Максимальные температуры воздуха повышались в 4 раза медленнее минимальных со скоростью $0,1^{\circ}/10$ лет [2].

Динамика климатических норм среднегодовой температуры воздуха, представленная на рис. 1, показывает, что они также последователь-

но растут и достигают наибольших значений в последний 30-летний период (1981–2010 гг.). Среднее многолетнее значение годовой температуры воздуха в этот период составило $6,8^{\circ}\text{C}$, что на $1,5^{\circ}\text{C}$ выше, по сравнению с данными климатического справочника, осредненными за 1912–1980 гг., и на $0,7^{\circ}\text{C}$ выше, чем норма средней годовой температуры воздуха за стандартное 30-летие 1961–1990 гг., рекомендованное ВМО для характеристики современного климата. Следует отметить, что темпы роста среднегодовой температуры воздуха в период 1981–2010 гг. увеличились в 1,8 раза.

Большое значение для характеристики термических ресурсов территории имеют также

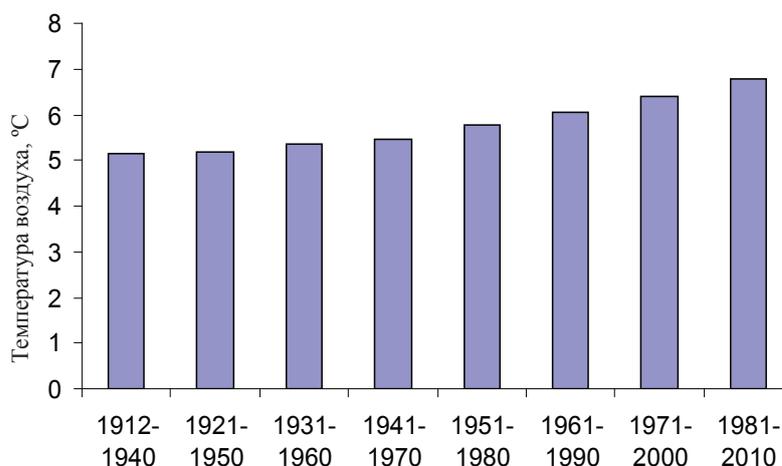


Рис. 1. Динамика климатических норм среднегодовой температуры воздуха в Саратове по 30-летиям за 1912–2010 гг.

средняя температура самого теплого месяца, сумма температур выше $+10^{\circ}\text{C}$ и продолжительность безморозного периода.

Исследованиями установлено, что средняя температура июля в Саратове за 1981–2010 гг. составила $22,3^{\circ}\text{C}$, что на $0,9^{\circ}\text{C}$ выше, по сравнению с нормой за 1912–1980 гг., и на $0,6^{\circ}\text{C}$ выше, чем норма за 1961–1990 гг.

Теплообеспеченность территории, характеризуемая суммой температур воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$, за период 1981–2010 гг. составила 3008°C , что на 220°C выше климатической нормы за 1912–1980 гг. Наибольшая за весь период наблюдений в Саратове сумма температур выше $+10^{\circ}\text{C}$ наблюдалась в засуху 2010 г. и составила 3551°C , что превысило норму на 645°C .

Средняя продолжительность безморозного периода в последнее 30-летие составила 178 дней, что на 8 дней больше, по сравнению со средней за 1912–1980 гг.

Отмеченные выше изменения температурного режима приводят к дальнейшему временному сдвигу в датах устойчивого перехода температуры воздуха через $0,5$ и 10°C . Весной переход температуры через 0° в Саратове в среднем стал

происходить на 7, а через 5 и 10°C на 2–3 дня раньше прежних сроков. Осенью переходы температур происходят, наоборот, позже в среднем на 2, 7 и 5 дней соответственно. В итоге продолжительность вегетационного периода увеличилась на 8–10 дней.

Анализ динамики годовых сумм осадков по 30-летиям и построение линии тренда (рис. 2) указывают в целом на увеличение годовой суммы осадков в Саратове. Однако следует отметить некоторую неустойчивость данной тенденции, характеризующейся последовательным чередованием климатических норм осадков от одного 30-летия к другому. Наибольшая годовая сумма осадков наблюдалась в период 1981–2010 гг. и составила 484 мм, что близко к годовой норме (483 мм) за 1961–1990 гг. Средняя многолетняя сумма осадков за теплый период в последнее 30-летие составила 277 мм, что на 15 мм меньше, чем норма за 1912–1980 гг., а норма осадков за основной период вегетации (май–июль) уменьшилась на 10 мм и стала составлять 129 мм. При этом сумма осадков за холодный период (ноябрь – март) увеличилась на 38 мм и составила в 1981–2010 гг. 197 мм.

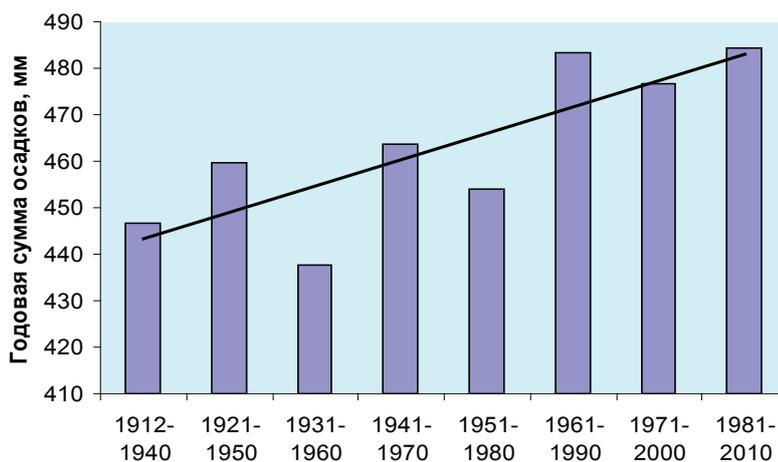


Рис. 2. Динамика климатических норм годовых сумм осадков в Саратове по 30-летиям с линией тренда за 1912–2010 гг.

Изменения в годовом режиме осадков оказывают влияние на динамику осенних и весенних запасов продуктивной влаги в почве. Рассчитанные за период с 1950 по 2010 г. тренды осенних и весенних запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы свидетельствуют об устойчивой тенденции их роста, как весной, так и осенью. При этом темпы увеличения осеннего увлажнения почвы в 2–4 раза превышают соответствующее увеличение весенних запасов продуктивной влаги [3].

В период с 1981 по 2010 г., по сравнению с климатической нормой за 1930–1971 гг., влагозапасы метрового слоя почвы перед уходом в зиму в Саратове увеличились в среднем на 18–22 мм, а весной – на 6–19 мм. Повторяемость лет с достаточными и хорошими весенними запасами влаги (130–160 мм и более) составила 85–100%.

Изменение основных агроклиматических характеристик требует разработки соответствующих мероприятий по адаптации сельскохозяйственного производства – от определения оптимальных сроков проведения агротехнических работ до выбора и селекции оптимальных сортов, которые отвечают новым условиям. В частности, смещение сроков сева яровых на более

ранние позволит более эффективно использовать весенние запасы влаги. Увеличение теплообеспеченности и продолжительности вегетационного периода открывает возможности для более широкого использования позднеспелых сортов зерновых и масличных культур. При этом темпы адаптации должны соответствовать темпам изменения климата. В противном случае, потепление климата может привести к падению среднего уровня урожайности зерновых и нестабильности сельскохозяйственного производства.

Библиографический список

1. Скляр Ю. А., Иванова Г. Ф. Проблема глобального и регионального изменения климата // Изв. Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. 2002. Т. 2, вып. 2. С. 44–48.
2. Иванова Г. Ф., Скляр Ю. А., Левицкая Н. Г. Климатические изменения на территории Саратовской области и их влияние на урожайность сельскохозяйственных культур // Изв. Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. 2006. Т. 6, вып. 1. С. 10–15.
3. Левицкая Н. Г., Шаталова О. В., Иванова Г. Ф. Осадки и водный режим почв Саратовской области в условиях современного изменения климата // Основы рационального природопользования. Саратов, 2007. С. 133–138.



УДК 911.52(470.44–751.2)

ПРОГРАММА И НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАНДШАФТНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ХВАЛЫНСКИЙ»



В. З. Макаров, Н. В. Пичугина, В. А. Данилов

Саратовский государственный университет
E-mail: makarovvz@rambler.ru, kohavi@yandex.ru, pichuginan@mail.ru

В статье рассмотрена методология комплексного геоэкологического изучения территории национального парка на основе ландшафтно-морфологического подхода. На примере Хвалынского национального парка представлены результаты исследований при использовании ландшафтно-морфологической концептуальной модели.

Ключевые слова: ландшафтоведение, ландшафтно-морфологическая модель, национальный парк «Хвалынский».

Programme and Certain Results of the Landscape Landforms Research of the Territory National Park «Hvalynsky»

V. Z. Makarov, N. V. Pichugina, V. A. Danilov

In this article the methodology integrated geo-environmental study of the national park landscape-based morphological approach. On the example of the National Park Hvalynski the results of studies using morphological landscape conceptual model.

Key words: landscape science, landscape landforms model, national park «Hvalynsky».

Постановка проблемы

Одна из первоочередных актуальных задач, стоящих перед коллективом любого национального парка, – это накопление объективных знаний о естественной и антропогенной неоднородности его территории. Очевидно, это сугубо географическая задача. География создана для выявления и изучения факторов, порождающих территориальную неоднородность, определения и построения иерархии территориальных ячеек-выделов, исследования свойств этих выделов и характера разнообразных связей между ними [1]. Для решения перечисленных выше задач в современной комплексной физической географии (ландшафтной географии) разработаны различные эвристические модели анализа геопространства. Они в настоящее время, как правило, представлены набором цифровых карт разных форматов, космическими снимками и космофотокартами, математико-картографическими моделями и блок-схемами [2, 3]. Разумеется, построение различных исследовательских моделей при изучении природных процессов и рекреационной деятельности на территории пар-

ка и в его охранный зоне должно опираться на опыт, накопленный в ландшафтной географии, геоэкологии, экологии [4–8].

Цель настоящей статьи – продемонстрировать возможности одной из классических территориальных моделей ландшафтоведения – морфологической или «полисистемной» [4] – при реализации долговременной научной программы на территории национального парка. Результаты ландшафтно-геоэкологического анализа, выполненного с применением всего комплекса концептуальных моделей ландшафтной географии, создают методологическую и фактологическую основу для последующих более углубленных отраслевых исследований.

Объектами изучения являлись территория Хвалынского муниципального района Саратовской области, НП «Хвалынский» и фрагменты его охранный зоны.

Предметом исследования стали эвристические и методологические возможности ландшафтно-морфологической модели как базового элемента всей совокупности территориальных моделей, используемых в ландшафтоведении и геоэкологии.

Методы исследования и фактический материал. Работа написана на материалах, полученных авторами статьи и их коллегами при проведении полевых работ на территории Хвалынского национального парка в 1994 г. и 2008 г. и последующей их обработке. При выполнении программы работ авторы использовали различные методы геоэкологического анализа: системный подход, историко-географический, сравнительный, ландшафтно-морфологический и компонентный анализ, геохимический, методы геоинформационного картографирования и моделирования, дешифрирования космоснимков.

При геоинформационном картографировании и моделировании был задействован пакет настольной картографии Mapinfo 8.5 Professional с дополнительным модулем Vertical Mapper.

Методология и этапы ландшафтно-морфологического анализа. Национальный парк, как правило, представляет собой относительно крупную территорию, включающую несколько ландшафтов или ландшафтных местностей в пределах одной или нескольких ландшафтных зон. Национальный парк «Хвалынский» относится к группе сравнительно небольших (261,8 км²) национальных парков России и занимает около



13,3% площади Хвалынского муниципального района. Парк расположен в Волго-Терешкинском ландшафтном районе Приволжской возвышенно-равнинной лесостепной провинции [9].

Природоохранный и юридический статусы национального парка как особой природно-ландшафтной, рекреационно-культурологической и хозяйственно-экономической территориальной единицы предполагают в научной программе парка проведение работ, состоящих из трех последовательных этапов с определенным набором процедур [10–13].

1-й этап. Сбор информации и формирование электронной базы данных, содержащей текстовые, картографические и статистические материалы.

Основное внимание обращено на сбор исходной информации. Осуществляется выбор масштабов базовых общегеографических карт, оцениваются данные дистанционного зондирования за разное время, находятся и анализируются опубликованные и фондовые материалы. Определяется содержание камеральных и полевых работ в парке и охранной зоне. Выявляются приоритетные направления научной программы с учетом природной и историко-культурологической специфики территории парка и буферной зоны.

2-й этап. Создание основных ландшафтно-экологических территориальных моделей на основе материалов, собранных камеральным путем.

На данном этапе подготавливаются и представляются в виде карт основные ландшафтно-экологические модели территории парка: ландшафтно-морфологическая, включающая ландшафтно-типологическую карту и карту ландшафтного районирования, карту экотонов, карту водосборных бассейнов разных порядков и эрозионной сети, карты ярусов рельефа, экспозиций склонов, вертикального и горизонтального расчленения рельефа, карты ландшафтных катен различного таксономического ранга, эколого-функциональную карту. Дополнительно создаются специализированные карты рекреационного содержания, оценивающие характер так называемых «визуальных бассейнов», привлекательность (аттрактивность) рельефа, а также карты археологических памятников, туристической и инженерной инфраструктуры.

3-й этап. Подготовка и проведение комплексных ландшафтно-экологических полевых исследований с целью выработки оптимальной структуры функционального зонирования территории и охранной зоны национального парка.

Не касаясь 1-й этапа, так как его задачи и содержание очевидны, более подробно остановимся на 2-м этапе исследований, задачей которого является создание серии карт, раскрывающих природно-ландшафтные и природно-антропогенные особенности территории парка и охран-

ной зоны. Главным результатом, на наш взгляд, должно стать создание классической ландшафтно-морфологической карты территории парка.

Методические процедуры при построении ландшафтно-морфологической модели территории

Ландшафтно-морфологический анализ необходимо начинать с изучения *геоструктурного каркаса* и построения ландшафтно-морфологической модели территории парка.

Создание интегрированной (объединяющей) результаты районирования по разным основаниям) делимитационной модели территории Хвалынского национального парка и его охранной зоны предполагает использование разных уровней геосистемного анализа. В данном случае рассматриваются геосистемы топологической размерности [14, 15]. Это означает, что анализируются геосистемы площадью от нескольких сот квадратных километров (площадь индивидуальных ландшафтов и ландшафтных местностей) до нескольких сот квадратных метров (размеры отдельных фаций в пределах модельных полигонов-трансект). Соответственно базовую общегеографическую и тематические карты следует создавать в масштабах 1:50 000 и крупнее.

На этапе *структурно-тектонического анализа* устанавливаются дизъюнктивные и пликтивные нарушения различного характера и осуществляется блоковая «нарезка» изучаемой морфолитосистемы. Наряду с этим, анализируются «поля высот», выделяются геоморфологические уровни (ярусы рельефа), уясняется устойчивость горных пород, формирующих структурные блоки, выявляются и картируются зоны повышенной трещиноватости, развития оползневых тел, карстовых процессов, участков проседания, мульдовых понижений и т. п. [16].

В процессе предложенного морфоструктурного анализа стало понятным тектоническое строение территории Хвалынского национального парка – оно предопределено неотектонической историей Приволжья и литологией. Поверхность территории парка приурочена к денудационной равнине олигоценного возраста и представляет собой плоские, плоско-выпуклые, грядовые и седловинные водораздельные поверхности с большим количеством денудационных останцов.

Зоны контакта отдельных литоморфоблоков Хвалынского Приволжья тектонически подвижны, они уязвимы для экзодинамических процессов. Здесь наиболее активно проявляются эрозия, оползни, абразия, суффозия, подтопление (рис. 1). Активный рельеф и близкое залегание горных пород мелового и палеогенового возраста карбонатного и кремнистого типов создают многообразие ландшафтно-геохимических и

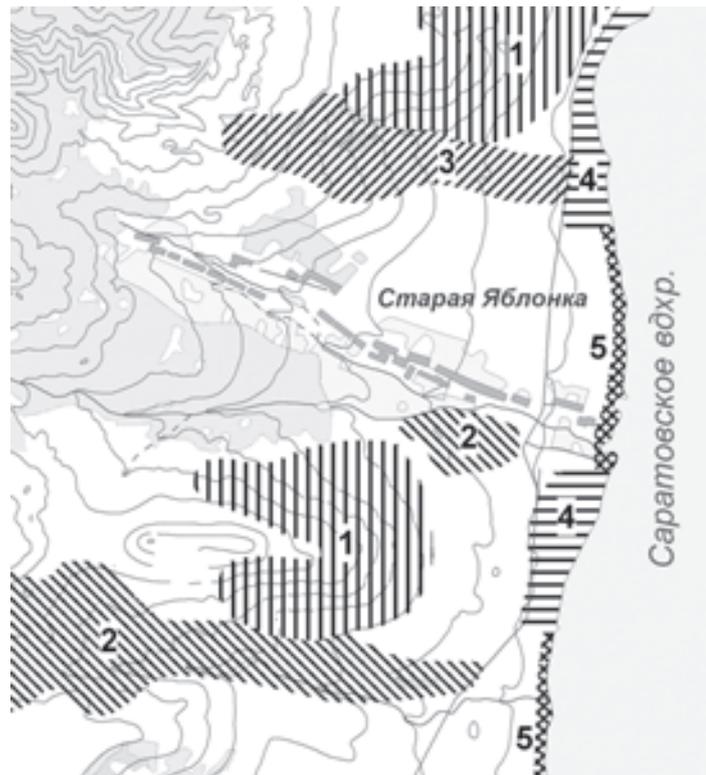


Рис. 1. Участки с активным развитием экзодинамических процессов около с. Старая Яблонка в Барско-Калининско-Приволжской предуступной местности Средне-Терсинского останцового ландшафта. Виды и формы эрозии: 1 – плотная мелкоовражная эрозия преимущественно на крутых склонах южных экспозиций; 2 – боковая и донная эрозия в стенках и днищах крупных балок и оврагов; 3 – пятящаяся и боковая эрозия в верховьях и стенках крупных и средних оврагов; 4 – мелкоовражная эрозия на уступе волжской террасы; 5 – береговая абразия побережья Саратовского водохранилища

микроклиматических сред, что, в свою очередь, способствует формированию разнообразия почвенного и растительного покровов.

При *структурно-геоморфологическом анализе* важно выявить особенности литоморфосистем территории парка. Это достигается путем создания серии тематических карт – гипсометрической, геологической, геоморфологической, литологической. Перечисленные карты позволяют оценить степень мозаичности геоструктурного каркаса, сделать качественные выводы об интенсивности новейших неотектонических процессов, характере разрывных нарушений, количестве и плотности морфоструктурных линий и узлов блоковой мозаики [17]. Данные карты строятся на материалах полевых наблюдений, при дешифрировании аэро- и космоснимков, при морфометрическом моделировании рельефа.

На основе аналитических карт геоструктурного каркаса территории парка создаются предполевые ландшафтные карты с выделением литоморфоструктурных ячеек-таксонов в ранге индивидуальных ландшафтов, ландшафтных местностей и урочищ.

При проведении ландшафтного райониро-

вания территории парка основным дифференцирующим фактором на среднемасштабном уровне выступает так называемая «литогенная основа». Для выделения Приволжской возвышенно-равнинной провинции учитываются мезоформы рельефа. При переходе к ландшафтным районам и ландшафтам используется анализ микроформ рельефа, почвообразующих пород и почв, растительного покрова.

Подобный подход позволил выделить в пределах Хвалынского района Саратовской области Уза-Алайский (0,4% от площади района), Верхне-Терешкинский (2,6%) и Волго-Терешкинский (34,7%) ландшафтные районы Приволжской возвышенно-равнинной лесостепной провинции, Средне-Терешкинский (27,4%) и Волго-Терсинский (8,2%) ландшафтные районы Приволжской возвышенно-равнинной степной провинции (рис. 2). Интразональные ландшафты долин малых рек занимают около 15,3%, а акватория Саратовского водохранилища – 11,4%. Природные ландшафты преобразованы в процессе хозяйственной деятельности, при этом на пахотные угодья и залежи приходится 48,5% от площади Хвалынского района.

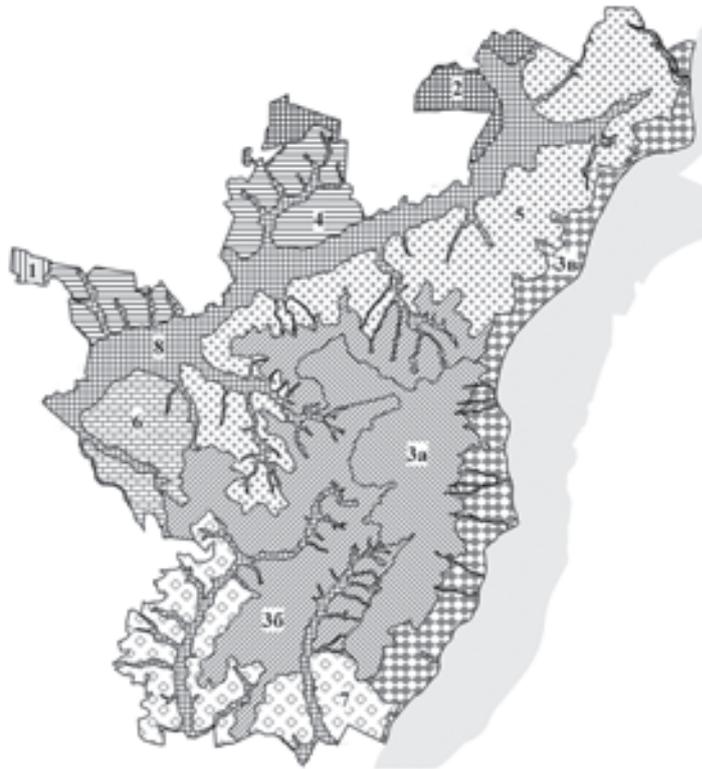


Рис. 2. Ландшафтная структура Хвалынского района Саратовской области. **Приволжская возвышенно-равнинная лесостепная провинция:** *Уза-Алайский ландшафтный район:* 1 – Избальк-Кулаткинский ландшафт; *Верхне-Терешкинский ландшафтный район:* 2 – Кулаткинско-Карагужский ландшафт; *Волго-Терешкинский ландшафтный район:* 3 – Средне-Терсинский останцовый ландшафт. *Местности:* 3а – Елшанско-Новояблонковская останцовая; 3б – Мазско-Верхне-Терсинская; 3в – Барско-Калининско-Приволжская предуступная. **Приволжская возвышенно-равнинная степная провинция:** *Средне-Терешкинский ландшафтный район:* 4 – Избальк-Лебезжайкинский ландшафт; 5 – Дальне-Чернавско-Мазский ландшафт; 6 – Чернавкинский ландшафт; *Волго-Терсинский ландшафтный район:* 7 – Елшанско-Терсинский ландшафт; **Интразональные ландшафты долин малых рек** (8)

Приволжская возвышенно-равнинная лесостепная провинция

Открытые пространства лесостепи до активного антропогенного освоения представляли луговые степи (ковылы: узколистный, перистый и тырса, типчак, мятлик узколистный) на черноземах типичных, луговые разнотравно-типчаково-тырсовые, разнотравно-типчаково-ковыльные, прибрежно-костровые степи с участием разнотравья на черноземах обыкновенных карбонатных. В настоящее время около 37,8% территории лесостепи в Хвалынском районе относится к категории пахотных угодий или залежи.

Лесная растительность приурочена к «нагорным» лесам, а также к долинам балок и оврагов («байрачные» леса). В составе древесного яруса встречаются дуб, липа, сосна, осина, клен, вяз, ясень и др. К кустарниковому ярусу приурочены бересклет бородавчатый, жимолость татарская, смородина, боярышник, бузина красная и

др. Для степных балок характерны заросли кустарников (таволга, бобовник, шиповник, ракичник русский и др.).

Избальк-Кулаткинский ландшафт находится на северо-западе Хвалынского района, в правобережье р. Терешка. Абсолютные высоты варьируют от 110 м в долинах рек до 200 м на водоразделах. Почвенный покров представлен серыми лесными почвами на лёгких суглинках и чернозёмами обыкновенными карбонатными малогумусными маломощными среднекаменитыми на известняках и других карбонатных породах. На склонах почвы средне- и сильносмытые. Примерно 3,8% площади ландшафта занято пахотными угодьями.

Кулаткинско-Карагужский ландшафт расположен на севере района с абсолютными высотами от 90 м в долинах рек до 310 м на водоразделах. Для почвенного покрова характерны серые лесные почвы на лёгких суглинках и чернозёмы



обыкновенные карбонатные малогумусные маломощные среднекаменистые на известняках и других карбонатных породах. На востоке ландшафта распространены черноземы типичные малогумусные среднемошные, сформировавшиеся на карбонатных глинах и тяжелых суглинках. Почвы на склонах средне- и сильноосмытые. Около 66,5% территории ландшафта представлено пахотными угодьями.

Средне-Терсинский останцовый ландшафт находится на востоке Хвалынского района и вытянут вдоль р. Волга. Абсолютные высоты варьируют от 30 м в долинах рек до 360 м на водоразделах. Своей центральной частью Средне-Терсинский останцовый ландшафт охватывает междуречье Волги и Терешки, а также р. Терса. Почвенный покров ландшафта отличается пестротой, при этом большую часть занимают черноземы обыкновенные карбонатные малогумусные маломощные среднекаменистые на известняках и других карбонатных породах. Фрагментарное распространение имеют серые лесные почвы на легких суглинках. На склонах, обращенных к Волге, встречаются черноземы обыкновенные карбонатные среднекаменистые на известняках и других карбонатных породах. Незначительные площади на северо-западе заняты черноземами неполно развитыми слабо- и среднекаменистыми на песчаниках. Примерно 36,1% территории ландшафта подвергнуто распашке.

Приволжская возвышенно-равнинная степная провинция

Степные ландшафты приурочены к долине р. Терешка, а также к среднему течению р. Терса и Новояблонка. Междуречные равнины северной степи до распашки были заняты богаторазнотравно-типчакково-ковыльными степями (ковыли: узколистный, красный, Лессинга и тырса, типчак, клевер, шалфей степной, полынь австрийская) на черноземах обыкновенных. Склоны южной экспозиции представляли типчакково-ковыльковые (ковыль Лессинга, типчак, полынь Лерха, ромашник) сообщества. К черноземам неполно развитым на песчаниках приурочены разнотравно-типчакково-ковыльные ассоциации (тырса, типчак сизый, полынь австрийская, тысячелистник благородный, лапчатка серебристая, цмин песчаный). Сегодня около 74,8% территории степи в Хвалынском районе относится к пахотным угодьям и залежам.

Избалык-Лебежайкинский ландшафт вытянут вдоль правого берега р. Терешка. Абсолютные высоты находятся в пределах от 70 до 210 м. В почвенном покрове преобладают черноземы обыкновенные карбонатные малогумусные маломощные среднекаменистые на известняках и других карбонатных породах. На придолинных склонах встречаются черноземы обыкновенные карбонатные, сформировавшиеся на карбонатных глинах и тяжелых суглинках. Пахотные угодья занимают около 74,3% ландшафта.

Дальне-Чернавско-Мазский ландшафт вытянут вдоль левого берега р. Терешка от р. Карагужа до р. Маза, и характеризуется абсолютными высотами от 90 м в долинах рек до 240 м на водоразделах. В почвенном покрове господствуют черноземы обыкновенные карбонатные малогумусные маломощные на карбонатных глинах и тяжелых суглинках. На придолинных склонах черноземы обыкновенные встречаются в комплексе с солонцами (10–25%). Примерно 82,2% территории ландшафта занято пахотными угодьями.

Чернавкинский ландшафт находится на западе Хвалынского района, в правобережье р. Терешка ниже р. Маза с абсолютными высотами 80–200 м. В почвенном покрове преобладают черноземы обыкновенные карбонатные малогумусные маломощные на карбонатных глинах и тяжелых суглинках. Незначительные площади приходятся на черноземы неполно развитые малогумусные маломощные слабо- и среднекаменистые, сформировавшиеся на песчаниках. Пахотные угодья составляют 45,4% от площади ландшафта.

Елианско-Терсинский ландшафт приурочен к рр. Терса и Новояблонка и абсолютным высотам 90–190 м. В почвенном покрове преобладают черноземы обыкновенные малогумусные маломощные на карбонатных глинах и тяжелых суглинках. На юго-западе встречаются черноземы обыкновенные карбонатные на известняках и других карбонатных породах. Около 73,7% территории ландшафта занимает пашня.

Интразональные ландшафты долин малых рек включают долины рр. Терешки, Терсы, Новояблонки, Мазы и других с абсолютными высотами 30–80 м. Для долин рек характерны аллювиальные пески, супеси, суглинки и глины, а также суглинки и глины в пойменных понижениях. В пределах пойм встречаются аллювиальные, луговые и лугово-болотные почвы; на первых надпойменных террасах – лугово-черноземные почвы. На второй надпойменной террасе р. Терешка развиты черноземы обыкновенные остаточнолуговые среднегумусные среднемошные. На пахотные угодья в долинах рек приходится около 20,5%. В речных долинах встречаются массивы с древесно-кустарниковой растительностью, луга с житняково-тонконогово-разнотравными, вейниковыми, пырейными ассоциациями, а также лугово-болотные сообщества.

Следующий этап анализа территории с помощью ландшафтно-морфологической модели – построение ландшафтно-типологических карт на таксономическом ранге местностей и типов урочищ в масштабе от 1:25 000 до 1:5000. Подобный геотопологический уровень позволяет более детально рассмотреть такие факторы пространственной дифференциации, как микрорельеф, характер покровных отложений, почвы, растительные сообщества, тип земельных угодий при антропогенной трансформации биогеоценологического покрова (рис. 3).



Рис. 3. Основные типы землепользования около с. Старая Яблонка в Барско-Калининско-Приволжской предуступной местности Средне-Терсинского останцового ландшафта. **Типы землепользования:** *лесохозяйственное использование:* 1 – леса разного возраста и бонитета; *Сельскохозяйственное использование:* 2 – пастбища и сенокосы; 3 – пахотные угодья и залежи; 4 – садово-дачные участки и огороды; *промышленное и селитебное использование:* 5 – земли под жилой, промышленной застройкой или испытывающие сильную антропогенную нагрузку; *нелимитированное использование:* 6 – неудобья с различными видами использования

Выводы

1. Ландшафтно-морфологическая модель территории парка должна создаваться в самом начале реализации программы научных работ.

2. Создание ландшафтных карт разного масштаба позволяет более объективно выявлять и оценивать факторы естественной пространственной неоднородности территории национального парка, определять степень разнообразия и уровень антропогенной трансформации ландшафтного покрова.

3. Набор разномасштабных ландшафтно-морфологических карт дает общее представление о природной неоднородности территории парка, буферной зоны, что служит фактологической и методологической основой для более объективного планирования полигонов-трансект, ключевых участков, выполнения детальных отраслевых исследований.

Библиографический список

1. Макаров В. З. Ландшафтно-экологический анализ крупного промышленного города. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 2001. 172 с.

2. Кошкарёв А. В. Геоинформатика. М.: «Картгеоцентр-Геодезиздат», 1993. 213 с.

3. Тикунов В. С. Моделирование в картографии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. 405 с.

4. Преображенский В. С. Беседы о современной физической географии. М.: Наука, 1972. 166 с.

5. Беруцашвили Н. Л. Четыре измерения ландшафта. М.: Мысль, 1986. 235 с.

6. Ретеюм А. Ю. Земные миры. М.: Мысль, 1988. 268 с.

7. Петров К. М. Геоэкология. Основы природопользования. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 1994. 216 с.

8. Дьяконов К. Н. Методологическое обновление и пути развития комплексной физической географии // Современные проблемы физической географии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. С. 30–38.

9. Макаров В. З., Пестряков А. К. Ландшафты Саратовской области // География Саратовской области / под ред. Н. В. Тельтевской. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 1993. С. 99–114.

10. Макаров В. З., Чумаченко А. Н., Федоров А. В., Игнанин О. И., Данилов В. А. Ландшафтно-экологические исследования в Хвалынском национальном парке (программа и результаты) // Безопасность и устойчивое развитие Нижнего Поволжья : материалы III регион. науч.-практ.



конф., г. Волжский, 28 ноября 2003 г. Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2003. С. 124–126.

11. Макаров В. З., Чумаченко А. Н., Савинов В. А., Данилов В. А. Национальный парк «Хвалынский» : ландшафтная характеристика и географическая информационная система / под ред. В. З. Макарова. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 2006. 148 с.

12. Макаров В. З., Чумаченко А. Н., Данилов В. А., Волков Ю. В., Федоров А. В. Некоторые результаты ландшафтно-экологических исследований на территории Хвалынского национального парка // Изв. Саратовского ун-та. Новая серия. Сер. Науки о земле. 2007. Т. 7, вып. 1. С. 11–16.

13. Данилов В. А. Геоэкологические основы и геоинформа-

ционное обеспечение деятельности национального парка (на примере НП «Хвалынский») : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Астрахань, 2010. 24 с.

14. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск : Наука, 1978. 319 с.

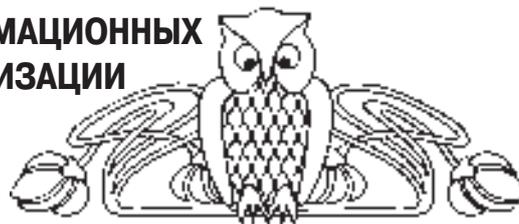
15. Анненская Г. И., Видина А. А., Жучкова В. К. Морфологическое изучение географических ландшафтов // Ландшафтоведение. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1963. С. 5–28.

16. Симонов Ю. Г., Кружалин В. И. Инженерная геоморфология. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993. 208 с.

17. Гласко М. П., Раницман Е. Я. Географические аспекты блоковой структуры земной коры // Изв. АН СССР. Сер. география. 1991. № 1. С. 5–19.

УДК 55:004:622.992.2–032.32:504

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАССЫ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА (на примере Петровского района Саратовской области)



А. В. Молочко, П. С. Жучков

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

В статье рассмотрены возможности применения геоинформационных технологий в решении задачи оптимизации трассы магистрального газопровода на территории Петровского района Саратовской области. Приведена классическая методика расчета области поиска оптимальной трассы газопровода, а также показаны основные факторы, оказывающие влияние на положение трассы.

Ключевые слова: геоинформационные технологии, оптимизация трассы, магистральный газопровод, Саратовская область.

The Possibilities of GIS Technologies in Addressing the Problem of Optimizing Route of Gas Main (with Petrovskiy District of Saratov Region as an Example)

A. V. Molochko, P. S. Zhuchkov

The article represents possibilities of GIS technology in addressing the problem of optimizing route of gas main in the Petrovskiy district of the Saratov region. Also classical method of calculating the optimal search area of gas main and major factors that influence the position of the route are represented.

Key words: geoinformation technologies, route optimization, gas main, Saratov region.

В последнее десятилетие экономика Российской Федерации зависит и, вероятно, еще достаточно долгое время будет зависеть от экспорта природного газа в другие страны. Основным средством транспортировки является трубопроводный транспорт. Следовательно, строительство газопроводов является важнейшей задачей, которая затрагивает интересы государства.

Перед началом строительства газопровода ведется процесс проектирования будущей трассы. На стадии ее выбора закладывается фундамент выгодности и надежности будущей транспортной магистрали, так как решается комплекс задач, связанных с минимизацией финансовых затрат, с условиями строительства, ограниченностью в сроках строительства, надежностью газопровода, а также охраной окружающей среды.

Под информацией о будущем газопроводе понимается комплекс сведений, позволяющих количественно охарактеризовать условия строительства и эксплуатации будущего трубопровода. Недостаточное использование таких сведений может привести к потере лучшей трассы, чрезмерное их количество – к неоправданному усложнению процесса проектирования. Поэтому проектировщикам из огромного количества факторов, влияющих на положение будущей трассы, необходимо выделить наиболее важные, чтобы учесть их уже в период определения так называемого генерального направления трассы.

Все сведения можно подразделить на две основные группы: не зависящие от климатических, топографических и гидрогеологических условий, в которых будет прокладываться будущий трубопровод, и сведения, определяемые этими условиями.

К первой группе сведений относятся: начальная, конечная и промежуточные точки газопровода, его диаметр, вид и количество перекачиваемого продукта, кратчайшее расстояние между начальной и конечной точками.

Ко второй группе сведений относятся данные, которые в какой-либо мере зависят от по-



ложения будущего газопровода и природных условий, в которых он может оказаться:

- гидрогеологические и климатические данные прохождения трассы;
- количество крупных и средних рек, болот, озер, железных и автомобильных дорог, пересечение которых возможно при строительстве;
- густота населенных пунктов и наличие параллельно идущих автомобильных и железных дорог, речных и морских путей;
- наличие действующих трубопроводов и других протяженных сооружений (линий электропередачи, магистральной кабельной связи и др.), проходящих вдоль предполагаемой трассы;
- количество и качество обрабатываемых сельскохозяйственных угодий (пашен, садов, лугов), пересечение которых с учетом рекультивации и отчуждения увеличивает стоимость трубопровода.

Именно эти факторы в большинстве случаев и определяют как генеральное направление, так и детальную укладку трассы на местности.

До поиска оптимальной трассы необходимо ограничить область ее поиска для того, чтобы уменьшить объем исходной информации. Но при этом она должна быть такой, чтобы в ней обязательно находилась лучшая трасса, а за ее пределами любая трасса была заведомо худшей. При определении области поиска может использоваться метод среднестатистического коэффициента развития линии трубопровода.

Как правило, действительная длина магистрального газопровода больше прямой, соединяющей начальную и конечную точки трассы. Это объясняется тем, что на его пути встречаются различные препятствия, которые необходимо или целесообразно обойти. Отклонение трассы от прямой будет тем сильнее, чем больше будет встречаться препятствий.

Метод среднестатистического коэффициента развития линии газопровода. Если предположить, что коэффициент развития линии k_p задан, то длина любой реальной трассы может быть найдена из условия

$$L \leq k_p \cdot l, \quad (1)$$

где L – максимальная длина трассы, k_p – коэффициент развития линии газопровода, l – длина по геодезической прямой.

Линия, ограничивающая область возможного положения трубопровода, должна быть определена с таким расчетом, чтобы выполнялось условие (1). Этой линией является кривая, каждая точка которой удалена от начального и конечного пунктов трассы на расстояние, дающее в сумме $k_p l$, т. е. эллипсом с фокусами в начальной и конечной точках проектируемой трассы. Соответственно областью поиска является площадь территории, ограниченная эллипсом, малая ось которого b рассчитывается по формуле

$$b = l \sqrt{(k_p^2 - 1)}, \quad (2)$$

Из определенной таким образом теоретической области поиска необходимо исключить заведомо неоптимальные и запретные зоны. Как видно из формулы (2), ширина области поиска зависит от коэффициента k_p , который предложено принимать по среднестатистическим данным [1].

Недостатком метода среднестатистического коэффициента развития линии является использование усредненного k_p , для определения которого принимаются данные об условиях строительства, отличающиеся от тех, в которых будет сооружаться новый трубопровод.

Выбор трассы газопровода проводится с учетом возможной минимизации затрат при сооружении и эксплуатации газопровода.

Для обоснования выбора трассы газопровода должны быть учтены следующие факторы:

- диаметр и протяженность газопровода;
- конструктивные схемы укладки газопровода;
- безопасность населения и персонала, работающего вблизи газопровода;
- охрана окружающей среды;
- наличие других сооружений;
- наличие полезных ископаемых;
- инженерно-геологические и климатические условия;
- требования к строительству и эксплуатации газопровода;
- местные требования;
- перспективы развития территории;
- наличие крупных и средних рек, болот, озер, автомобильных и железных дорог, оврагов, действующих трубопроводов, линий электропередач и связи, сельскохозяйственных угодий;
- археологические памятники (курганы, поселения);
- наличие факторов коррозионной опасности.

При выборе трассы газопровода должны быть исследованы все характерные для района размещения явления, процессы и факторы природного и техногенного происхождения, которые могут оказать влияние на безопасность газопровода и вызвать негативное воздействие на население и окружающую среду, в том числе закономерности распространения промышленных выбросов в атмосферу.

Выбор трассы газопровода должен осуществляться в соответствии с требованиями, предусмотренными действующими земельным, водным и градостроительным кодексами, а также с учетом необходимости защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

Не допускается размещать трассы газопроводов на рекреационных территориях (водных,



лесных, ландшафтных), в зонах санитарной охраны источников водоснабжения, водоохраных и прибрежных зонах рек, морей, охранных зонах курортов.

Согласно п. 3.2.1.2 СанПиН 2.1.4.1110-02 не допускается прокладка трубопроводов различного назначения на территории первого пояса зоны санитарной охраны подземных источников водоснабжения. Граница первого пояса устанавливается на расстоянии не менее 30 м от водозабора.

При выборе трассы газопровода необходимо учитывать возможность развития процессов коррозионного растрескивания под напряжением (КРН), т. е. следует учитывать природные и техноприродные факторы, определяющие predisposedность газопровода на отдельных участках к развитию КРН.

Камеральную проработку вариантов трассы газопровода следует производить в пределах области поиска, определяемую эллипсом, в фокусах которого находятся начальный и конечный пункты трассы.

При выборе трассы газопровода необходимо учитывать перспективное развитие городов, других населенных пунктов, промышленных, сельскохозяйственных и других объектов, автомобильных дорог и проектируемого газопровода на ближайшие 20 лет, а также условия строительства и обслуживания газопровода в период его эксплуатации (существующие, строящиеся, проектируемые и реконструируемые здания и сооружения, мелиорация заболоченных земель, ирригация пустынных и степных районов, использование водных объектов и т. д.), выполнять прогнозирование изменений природных условий в процессе строительства и эксплуатации магистральных трубопроводов.

Магистральные газопроводы должны прокладываться вне застроенных территорий или территорий с высоким уровнем антропогенного воздействия.

При проектировании маршрута должны учитываться минимальные расстояния различных объектов от трассы газопровода.

При сооружении магистральных газопроводов окружающей среде может быть нанесен огромный, часто непоправимый ущерб. Немалый вред наносится природной среде при сооружениях переходов через водные преграды.

Подводное исполнение переходов предполагает значительный объем земляных работ, включая срезку крутых береговых склонов, разработку траншей на русловых, береговых и пойменных участках, засыпку траншеи, укрепление берега, устройство водоотводных канав, перемычек, планировку береговых строительных площадок.

Процесс механизированной разработки береговых и русловых траншей сопровождается существенным увеличением концентрации

взвешенных минеральных частиц грунта в воде на участке реки в несколько километров. Воздействия могут пагубно сказываться на водных организмах, условиях обитания рыб и других водных живых организмов.

Вторично водоем подвергается загрязнению при обратной засыпке траншеи. Часть грунта сносится течением и загрязняет нижележащие участки водоема.

Значительный ущерб наносится малым рекам при строительстве водных переходов. На таких переходах траншеи разрабатывают экскаваторы с берегов или временных дамб. После завершения строительные организации не всегда восстанавливают русла реки, в результате чего наблюдаются смена русла, заболачивание территории, зарастание берегов, нарушение их режима и водности.

Воздействие строительного периода на почвенно-растительный покров (ПРП) определяется конструктивной схемой прокладки трубопровода, технологией сооружения и условиями местности.

Основное воздействие на ПРП связано с производством подготовительных работ, включающих: расчистку трассы от растительности; удаление пней и валунов; планировку полосы; сооружение временных подъездных и вдольтрассовых дорог; устройство полог; срезку продольных склонов; подготовку строительных площадок по сооружению подводных переходов и переходов через автомобильные и железные дороги; строительство временных складов для хранения материалов; сооружение жилых городков и т. п.

При выполнении подготовительных работ происходит интенсивное нарушение ПРП, в результате которого снижается биологическая продуктивность почвы, нарушается водный и температурный режим грунтов, возникает эрозия, а на участках с незначительной мощностью почвенного покрова может произойти полное его уничтожение.

Значительный вред ПРП наносится при передвижении строительной техники и транспортными средствами (особенно за пределами строительной полосы и временных дорог), засорении строительных площадок, полосы отвода, пунктов складирования труб и материалов горюче-смазочными материалами (ГСМ) и отходами строительного производства [2,3].

Создание трубопроводных систем для транспорта газа связано с неизбежным воздействием на компоненты природной среды как при строительстве, так и при эксплуатации. В связи с этим особую актуальность приобретает вопрос обеспечения оптимальных уровней экономичности и экологичности трубопроводных систем. Указанные параметры определяются конструктивными, технологическими, природоохранными и организационными решениями, принима-



емыми на стадии проектирования. Конкретные решения и их сочетание в существенной мере зависят от условий строительства и экологической обстановки вдоль выбранного направления газопровода. Поэтому очень важно при проектировании газопровода провести анализ предельно большого числа конкурентоспособных вариантов трассы и выбрать из них наилучший, удовлетворяющий требованиям экономии материальных и трудовых ресурсов и охраны окружающей природной среды.

Задача выбора оптимальной трассы магистрального газопровода в общем случае формулируется следующим образом: на топографической карте местности заданы начальный и конечный пункты трубопровода и сеть возможных направлений трасс между этими пунктами. Существенной особенностью этой задачи является то, что при ее решении не учитываются динамика компонентов окружающей среды и влияние на них строительства и эксплуатации трубопровода.

В связи с этим при решении задачи выбора оптимальной трассы необходимо учитывать: состояние компонентов окружающей среды с точки зрения уровня их загрязненности; предельно допустимые уровни воздействия на компоненты окружающей среды; динамику и направление развития экологической обстановки; характер и предельные размеры воздействия при строительстве и эксплуатации магистрального газопровода на компоненты окружающей среды и соответствующие им последствия.

Для решения задачи выбора оптимальной трассы с учетом охраны окружающей среды представляются необходимыми следующие данные: инженерно-строительные и тематические природоохранные карты, а также сведения о материальных затратах на прокладку газопровода в различных условиях местности и выполнение природоохранных мероприятий при строительстве и эксплуатации газопровода; характеристика надежности линейной части проектируемого газопровода, свойства перекачиваемого продукта с точки зрения воздействия на окружающую среду.

Инженерно-строительные карты характеризуют топографию района в пределах области поиска оптимальной трассы, сведения о естественных и искусственных препятствиях и т. п.

Тематические природоохранные карты отражают уровень загрязненности почв, водных источников и атмосферы, состояние и размещение природных зон, требующих охраны. Исходя из этого, комплексные карты, необходимые для выбора оптимальных трасс с учетом охраны окружающей среды, должны синтезировать содержание инженерно-строительных и природоохранных карт [4].

При проектировании трассы газопровода необходимо исследовать ее на предмет нанесе-

ния возможного вреда окружающей среде в случае аварии с последующей разгерметизацией и истечением газа.

Аварии при разгерметизации газопроводов сопровождаются следующими процессами и событиями: истечением газа до срабатывания отсекающей арматуры (импульсом на закрытие арматуры является снижение давления продукта); закрытием отсекающей арматуры; истечением газа из участка трубопровода, отсеченного арматурой.

В местах повреждения происходит истечение газа под высоким давлением в окружающую среду. На месте разрушения в грунте образуется воронка. Метан поднимается в атмосферу (легче воздуха), а другие газы или их смеси оседают в приземном слое. Смешиваясь с воздухом, газы образуют облако взрывоопасной смеси.

Дальность распространения облака взрывоопасной смеси в направлении ветра можно определить по формулам, изложенным в [5, 6].

При прогнозировании последствий случившейся аварии на газопроводе зону детонации принимают с учетом направления ветра, считая, что граница зоны детонации распространяется от трубопровода по направлению ветра на расстояние $2r_0$. В случае заблаговременного прогнозирования зона детонации определяется в виде полос вдоль всего трубопровода шириной $2r_0$, расположенных с каждой из его сторон. Это связано с тем, что облако взрывоопасной смеси может распространяться в любую сторону от трубопровода, в зависимости от направления ветра [1].

При выборе вариантов проектируемых трасс коммуникаций нужно решить целый ряд типовых задач, связанных с детальной оценкой физико-географических, ландшафтных, инженерно-геологических и прочих условий исследуемой территории. К таким задачам относятся: определение реальной длины трассы с учетом рельефа; подсчет и классификация пересечений трассы с объектами гидрографии, дорожной сети и т. д.; оценка удаленности каждого участка будущего строительства от транспортных коммуникаций и населенных пунктов; учет удорожания строительства в зависимости от геологического строения и покрытия земли (пески, болота, выход коренных пород и т. д.), а также многие другие задачи, требующие кропотливого сопоставления пространственного положения различных объектов территории исследований.

Перед началом процесса проектирования трассы магистрального газопровода на территории Петровского района нужно определить область поиска оптимальной трассы, т. е. рассчитать числовые характеристики эллипса с фокусами в начальной и конечной точках трассы.

Будем условно считать, что на территории Петровского района нужно спроектировать трассу транзитного газопровода, которая будет



входить на территорию района в точке А, а выходить в точке Б. Нужно отметить, что трасса газопровода с данными параметрами уже была спроектирована, часть этого газопровода (участок Петровск-Фролово магистрального газопровода Починки-Изобильное) построена в 2004 г. В данном исследовании будет проведен поиск альтернативной трассы газопровода с улучшенными параметрами с экономической и экологической точек зрения, а также выполнено последующее сравнение трасс по различным критериям.

Для расчета характеристик эллипса будем использовать вышеизложенный метод среднестатистического коэффициента развития линии газопровода.

Используя возможности программы MapInfo 8.5, была измерена длина геодезической прямой, соединяющей начальную и конечную точки трассы. Длина этой линии оказывается равной 52,73 км.

Далее необходимо определить среднестатистический коэффициент развития линии газо-

провода для данной местности. Для достижения поставленной цели были измерены длины геодезических прямых и реальных трасс некоторых магистральных газопроводов, проходящих по территории района, таких как Уренгой-Новопсков, Горький-Саратов, Средняя Азия-Центр. Используя полученные данные, можно рассчитать минимальные значения коэффициентов развития линии газопроводов. Так как данные транспортные магистрали газа существуют и имеют фактическую длину, то, возможно, имея данные о реальном коэффициенте развития линии, произвести сравнение: если реальный коэффициент развития окажется меньше минимального значения, то можно говорить о том, что при проектировании имело место излишнее удлинение трассы, а этот факт идет вразрез с задачей оптимизации трассы газопровода, заключающейся в минимизации финансовых затрат.

Полученные данные о длинах геодезической прямых и реальных трасс существующих газопроводов, а также о минимальном коэффициенте развития линии приведены в табл. 1.

Таблица 1

Расчеты характеристик существующих газопроводов

Газопровод	Длина по геодезической прямой, км	Фактическая длина, км	Минимальное значение k_p
Саратов-Горький	46,77	49,4	1,056
Уренгой-Новопсков	61,41	65,25	1,063
Средняя Азия-Центр	46,92	50,78	1,082

Для удобства и упрощения расчетов среднестатистического коэффициента развития линии для данной местности приравняем коэффициенты существующих трасс к соответствующим минимальным значениям. Было определено среднестатистическое значение по элементарной формуле нахождения среднего. В результате среднестатистический коэффициент развития линии для данной местности оказался равным 1,067. А если брать во внимание то, что была произведена замена неравенства на равенство, то можно сказать, что полученное значение – минимальное для данной местности. Оно будет использоваться при расчете числовых характеристик эллипса.

Для решения задачи оптимизации трассы магистрального газопровода необходим учет большого количества факторов, влияющих на стоимость будущего газопровода, а также на его «экологичность». В данной работе при многофакторном анализе были учтены следующие критерии:

- требования строительных норм и правил;
- ограничение трассы по длине;
- углы наклонов и перепады высот рельефа;
- удаленность от автодорог различного типа;
- площадь лесных вырубок;
- количество переходов через водные преграды и дороги различного типа;

– площадь покрытия населенных пунктов зоной детонации при возможной аварии на газопроводе.

После определения области оптимальной трассы в первую очередь из нее были исключены территории, на которых строительство газопроводов запрещено, согласно СНиП. Построение буферных зон и их «вырезание» производилось в программе MapInfo 8.5. Площадь «вырезанных» территорий составила 64,2 км², что составляет 7,4% от площади всей области. Стоит заметить, что не были исключены буферные зоны дорог различного типа, так как строительство на этих территориях не разрешено только при параллельном проложении газопровода относительно дорог (рис. 1).

Фактор уклонов рельефа является одним из важнейших при решении задачи проектирования трассы газопровода. Построение карт углов наклона производилось в программном продукте ArcGIS 9.3. С помощью инструментария программы был произведен перевод векторных слоев изолиний и отметок высот в интерполированную поверхность рельефа. Применив функцию «Уклоны» из набора Spatial Analyst, была получена карта углов наклона территории (классификация значений производилась с интервалом в 1° до значения 8, остальные значения – с интерва-

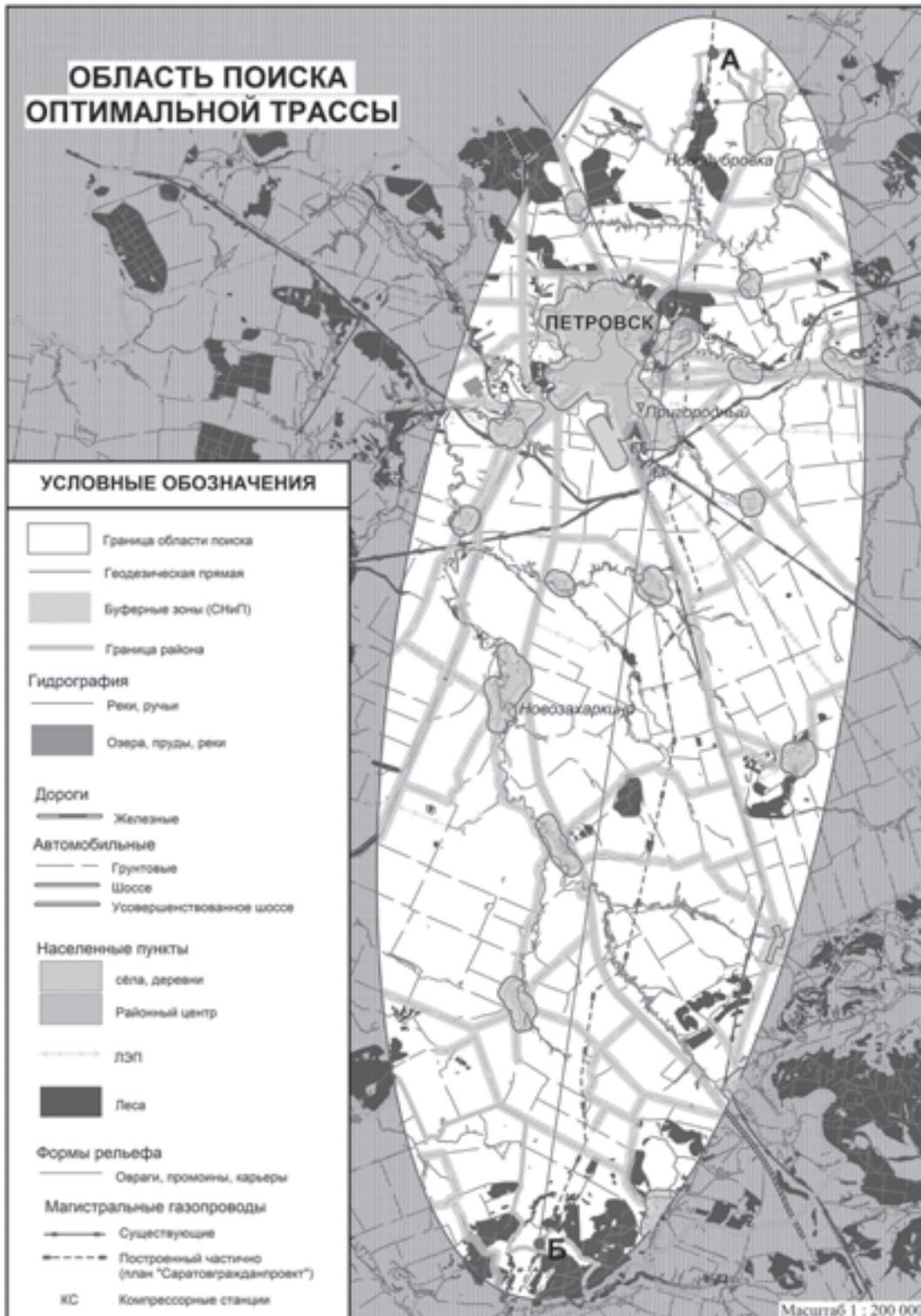


Рис. 1. Область поиска оптимальной трассы

лом в 2°). Максимальный уклон на территории района составил 18° (рис. 2).

Классификация территории района по удаленности от автодорог производилась путем последовательного построения буферных зон автодорог различного типа. Стоит отметить, что были выбраны только основные типы дорог:

усовершенствованные и обычные шоссе, а также усовершенствованные и обычные грунтовые дороги.

Перед непосредственным планированием трассы газопровода было произведено наложение всех необходимых векторных и растровых слоев в одном окне карты в MapInfo 8.5.

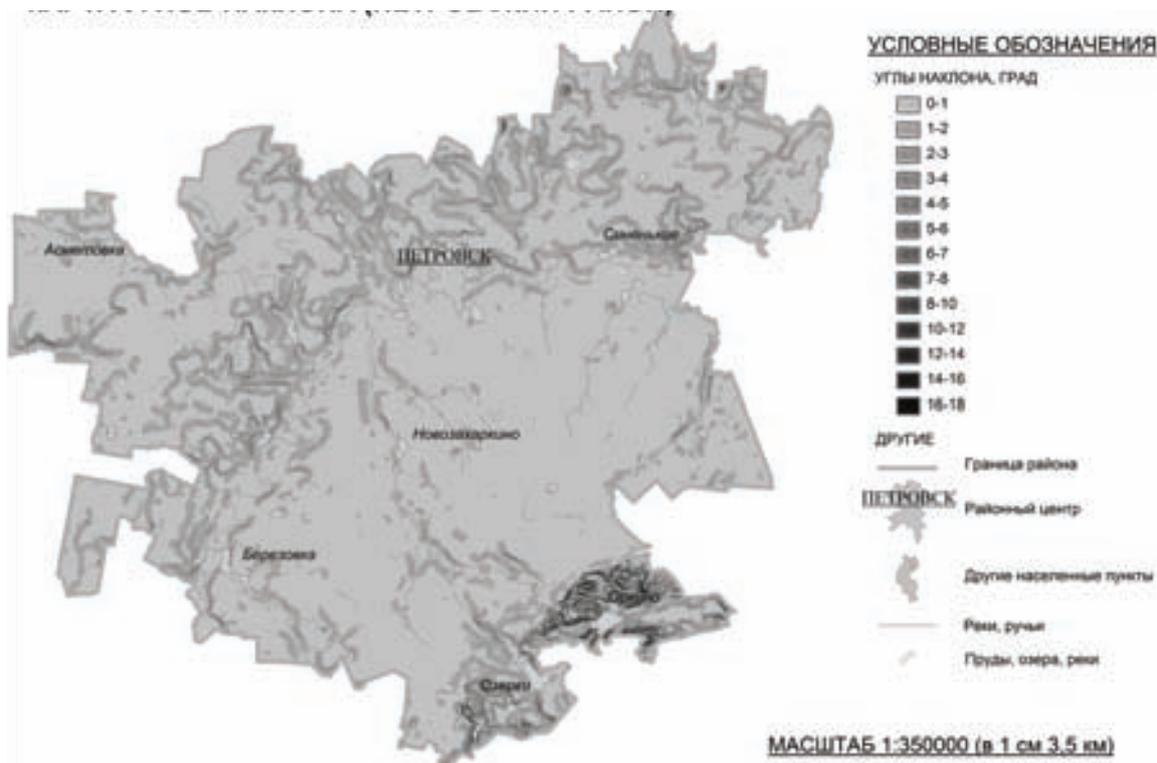


Рис. 2. Карта углов наклона (Петровский район)

При выборе оптимального пути прохождения трассы был выполнен визуальный комплексный учет всех необходимых факторов. Результатом данного синтеза явилась трасса газопровода длиной 54,02 км (рис. 3).

Для оценки результатов планирования необходимо провести сравнение по различным критериям получившейся трассы (трасса № 3) с трассой существующей (трасса № 2), а также с условной трассой по геодезической прямой (трасса № 1). Сравнение приведено в табл. 2.

Как видно из табл. 2, длина получившейся трассы (№ 3) оказалась меньше, чем трассы № 2. Уменьшение длины трассы является несомненным плюсом при проектировании.

С помощью функции «Пересечение» в ArcGIS были рассчитаны длины пересечений данных трасс с полигональными объектами высот рельефа, углов наклона и буферных зон удаленности от автодорог. В программе Microsoft Excel были выполнены расчеты процентной доли участков трассы, проходящих по соответствующим диапазонам вышеупомянутых критериев. Были построены гистограммы относительных частот и накопленных относительных частот. По принципу поиска медианы в статистике по графикам накопленных частот были найдены такие величины, как средний уклон, средняя высота и средняя удаленность от дорог.

В модуле 3D Analyst в ArcGIS по растру высот были построены продольные профили вариантов трасс. По ним были точно определены такие параметры, как максимальная и мини-

мальная высота. По растру углов наклона аналогичным методом были построены графики, по которым были определены их максимальные величины на пути прохождения трасс.

В целом спроектированная трасса № 3 по всем показателям, за исключением средней удаленности от автодорог, превосходит остальные трассы. Большее значение средней удаленности от автодорог трассы № 3 компенсируется тем, что 94,18% трассы лежит в пределах двухкилометровой доступности, а это является лучшим результатом среди представленных вариантов трасс. Можно сделать вывод о том, что по этому показателю трасса № 3 является менее дифференцированной.

Количество переходов трасс через водные преграды и дороги различного типа было определено визуально.

Главное достоинство трассы № 3 в том, что она является более «экологичной».

При ее строительстве площадь вырубки леса составит 1,78 га (ширина строительной полосы на землях лесного фонда составляет 32 м), в то время как для трассы № 2—17,4 га. Это является экономически выгодным аспектом, так как вырубка леса является довольно затратным процессом.

По площади покрытия населенных пунктов зоной детонации при возможной аварии на газопроводе трасса № 3 также является наиболее оптимальной. Зоны детонации были рассчитаны по формулам, изложенным в [5, 6], для различных скоростей ветра. Построение зон производилось



Таблица 2

Сравнение трасс газопроводов по различным критериям

Параметры сравнения	Трасса		
	№ 1	№ 2	№ 3
Длина, м	52728	54549	54020
Средний угол наклона, °	0,7	0,6	0,6
Максимальный угол наклона, °	7,7	7,7	7,65
Участки с уклонами менее 8°, %	100	100	100
В том числе:			
Участки с уклонами до 3°, %	96,12	97,55	99,21
Средняя удаленность от автодорог, м	827	822	913
Максимальная удаленность от автодорог, м	3760	3029	3020
Участки, удаленные на более чем 2000 м, %	20,79	6,32	5,82
Участки, проходящие по лесам, м	6125	5443	558
Площадь леса, подлежащего вырубке, га	19,32	17,4	1,78
Высота средняя, м	222	227,6	228,9
Высота максимальная, м	260	266,3	261,9
Высота минимальная, м	175,6	176	180,2
Разница максимальной и минимальной высот, м	84,4	90,3	81,7
Участки, проходящие по пескам, м	0	0	0
Участки, проходящие по болотам, м	0	0	0
Количество переходов через крупные реки (шир >30 м), шт.	0	0	0
Количество переходов через малые реки (шир <30 м), шт.	8	9	7
Пересечение крупных водных преград, м	131	0	0
Количество пересечение с усоверш. шоссе, шт.	1	1	1
Количество пересечение с шоссе, шт.	5	3	4
Количество пересечений с усоверш. грунтовыми и грунтовыми дорогами, шт.	7	6	6
Количество пересечений через железные дороги, шт.	1	1	1
Пересечение с населенными пунктами, м	1221	0	0
Прохождение по участкам, запрещенным СНиП, м	1760	1450	0
Площадь населенных пунктов, попадающих в зону возможной детонации, км ²			
В том числе:			
при скорости ветра 0,4 м/с	8,6	3,976	2,392
при скорости ветра 0,8 м/с	4,44	1,363	1,089
при скорости ветра 3 м/с	1,33	0,304	0,073

путем построения буферных зон относительно спроектированного газопровода.

Как было сказано выше, к настоящему моменту в пределах района построена только часть магистрального газопровода от компрессорной станции «Новопетровская» до точки Б. В настоящее время идет подготовка к постройке оставшейся части газопровода Починки-Изобильное. Поэтому было бы логично предложить вариант постройки трассы от точки А до КС «Новопетровская» по проекту оптимизированной трассы, т. е. совершить объединение существующей части трассы с проектом трассы, полученной в

данной работе. При таком варианте постройки участка трассы площадь вырубки леса была бы значительно меньше. Можно сделать вывод о том, что оставшийся участок трассы по данному проекту является более «экологичным».

В результате проведенной работы был получен наилучший с комплексной экономико-экологической точки зрения вариант оптимизированной трассы магистрального газопровода.

Следовательно, практика применения геоинформационных технологий в решении задачи проектирования и оптимизации трассы магистрального газопровода является оправданной.

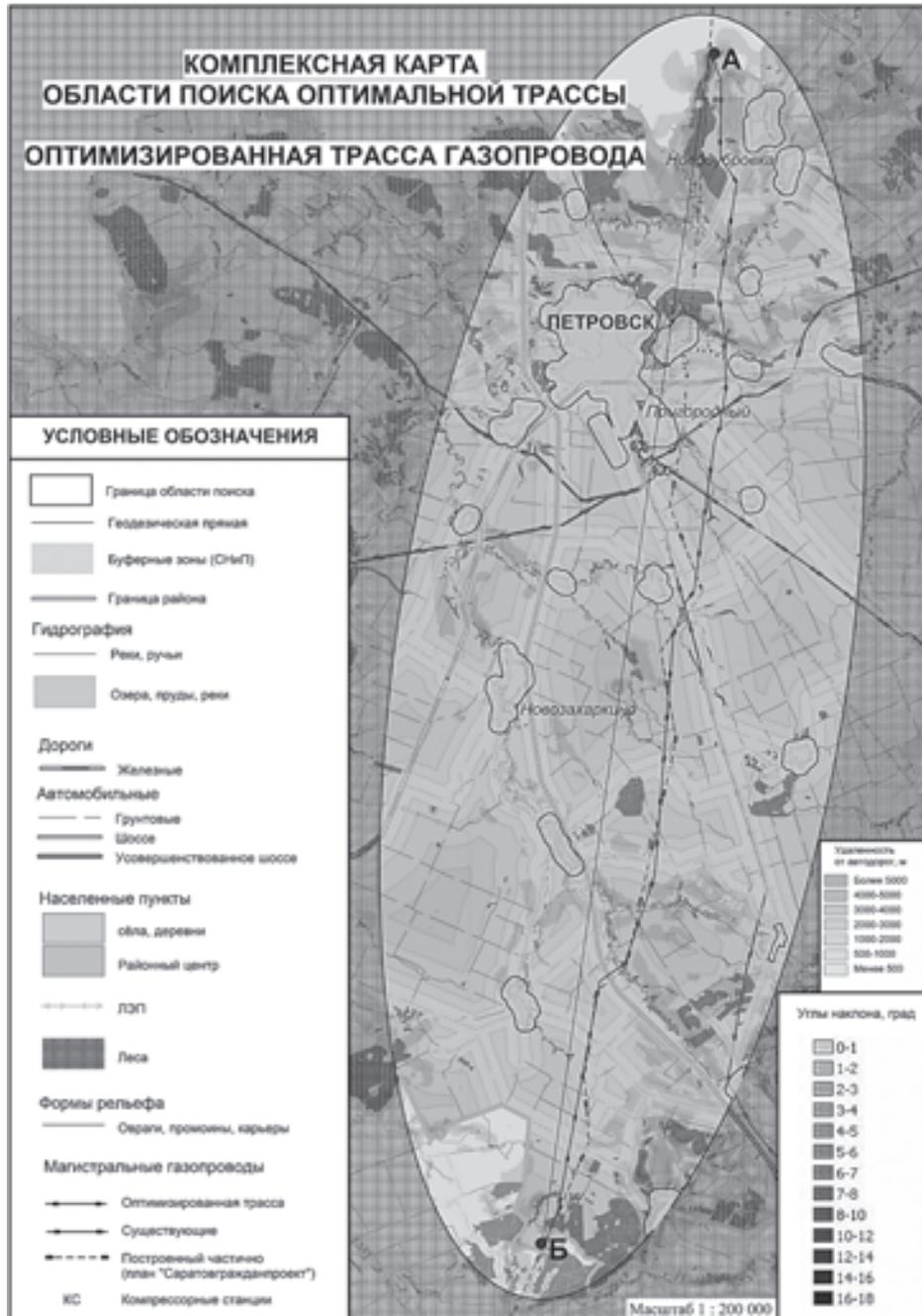


Рис. 3. Комплексная карта области поиска оптимальной трассы. Оптимизированная трасса газопровода

Библиографический список

1. Бородавкин П. П., Березин В. Л. Сооружение магистральных трубопроводов. М., 1977. 407 с.
2. ОАО «Газпром». Стандарт организации. Магистральные газопроводы. СТО Газпром 2–2.1–249–2008 : принят и введен в действие 26.08.08 г. // СПС «Консультант плюс».
3. СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения» : введен в действие 01.06.02 г. // СПС «Консультант плюс»
4. Телегин Л. Г., Ким Б. И., Зоненко В. И. Охрана окружающей среды при сооружении и эксплуатации газонефтепроводов : учеб. пособие для вузов. М., 1988. 188 с.

5. Обеспечение мероприятий и действий сил ликвидации чрезвычайных ситуаций : учебник в 3 ч. Ч. 2. Инженерное обеспечение мероприятий и действий сил ликвидации чрезвычайных ситуаций : в 3 кн. Кн. 2. Оперативное прогнозирование инженерной обстановки в чрезвычайных ситуациях / под общ. ред. С. К. Шойгу. М., 1998. 166 с.
6. Молочко А. В., Жучков П. С. Имитационное моделирование риска чрезвычайной ситуации при аварии на участке магистрального газопровода (на примере Петровского района Саратовской области) с использованием геоинформационных технологий // Изв. Саратов. ун-та. Новая серия. Сер. Науки о Земле. 2011. Т. 11, вып. 2. С. 20–27.



УДК 551.589

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ЦЕНТРОВ ДЕЙСТВИЯ АТМОСФЕРЫ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ

С. В. Морозова

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

На основании нового подхода к изучению циркуляционных объектов на Северном полушарии физико-статистическим способом рассмотрены изменения динамики циркуляционного режима на полушарии в различные периоды состояния земной климатической системы.

Ключевые слова: атмосферная циркуляция, земная климатическая система, центры действия атмосферы.

A Comprehensive Analysis of the Centres of the Atmosphere Action of the Northern Hemisphere

S. W. Morozova

On the basis of a new approach to the study of the circulation of objects in the hemisphere physical-statistical method considered changing dynamics of the main circulation system of the Northern Hemisphere. Based on this approach, the peculiarities of the circulation regime change in the hemisphere at different periods of the Earth's climate system.

Key words: circulation of the atmosphere, the Earth's climate system, centres of the atmosphere action.

В структуре циркуляции атмосферы над Северным полушарием имеют место две хорошо выраженные в течение всего года циркуляционные системы – Северо-Атлантическая, представленная Исландским минимумом и Азорским максимумом давления, и Северо-Тихоокеанская, включающая в себя Алеутский циклон и Гавайский (Гонолульский) антициклон. В отдельности динамика этих циркуляционных систем хорошо изучена, оценено влияние каждой из них на климат [1–3]. Однако эти циркуляционные системы существуют не изолированно друг от друга, а внутри единого, взаимосвязанного и взаимообусловленного механизма общей циркуляции атмосферы (ОЦА), поэтому в настоящей работе поставлена задача провести комплексное исследование циркуляционных систем Северного полушария, включая зимний Азиатский и Арктический антициклоны.

Для решения этой задачи для каждого из шести вышеназванных центров действия атмосферы определялись три характеристики: широта, долгота и давление в центре по последней замкнутой изобаре) на временном промежутке с 1931 по 1989 г. На основании указанных данных исследовалась их динамика. Относительно широтно-долготного смещения указанных ЦДА следует отметить, что все шесть центров действия – Исландский и Алеутский минимумы, Азорский и Гавайский максимумы, а также зимний Азиатский и Арктический антициклоны



– не имеют большого смещения по меридиану, в то время как вдоль круга широты каждый центр действия мигрирует довольно сильно. В качестве примера приведём диаграммы изменения долготы североатлантических (рис. 1) и северотихоокеанских центров действия (рис. 2).

В большинстве месяцев года центры Исландского минимума и Азорского максимума (см. рис. 1) находятся примерно на одном меридиане, причём центр антициклона от месяца к месяцу практически не смещается, в то время как циклонический центр довольно сильно изменяет своё положение в течение года, особенно летом, продвигаясь к западу на 30–40°.

На основании диаграммы, представленной на рис. 2, можно заключить, что центр Гавайского антициклона в течение всего года расположен восточнее центра Алеутского циклона, наибольшее расхождение между этими центрами наблюдается зимой (порядка 50°). В конце весны, летом и в начале осени происходит их сближение, причём наиболее сильно изменяет своё положение центр Гавайского антициклона. Наименьшее расстояние между этими ЦДА отмечается в апреле и октябре (5° и 10° соответственно).

Изменение долготы центра Арктического антициклона также довольно существенно и составляет в отдельные месяцы 60–70°, однако каких либо определённых закономерностей его годового смещения вдоль круга широты не выявлено.

Подробнее рассмотрим изменения интенсивности центров действия атмосферы Северного полушария. Обычно интенсивность циркуляционных систем (Северо-Атлантической, Северо-Тихоокеанской), а также других объектов циркуляции характеризуется различными индексами NAO (Северо-Атлантическое колебание), SOI (Южное колебание), SCA (Скандинавское колебание), PO (Полярное колебание) и т. п., причём эти индексы рассматриваются изолированно друг от друга. В настоящем исследовании предлагается новый способ изучения интенсивности циркуляционных систем и объектов циркуляции Северного полушария, заключающийся в одномоментном рассмотрении временной динамики нескольких ЦДА. Для этого на временной график нанесены годовой ход разницы давления в Северо-Атлантических центрах действия (индекс NAO) и Северо-Тихоокеанских (индекс NPO), что представлено на рис. 3. Отметим, что годовой ход этих индексов

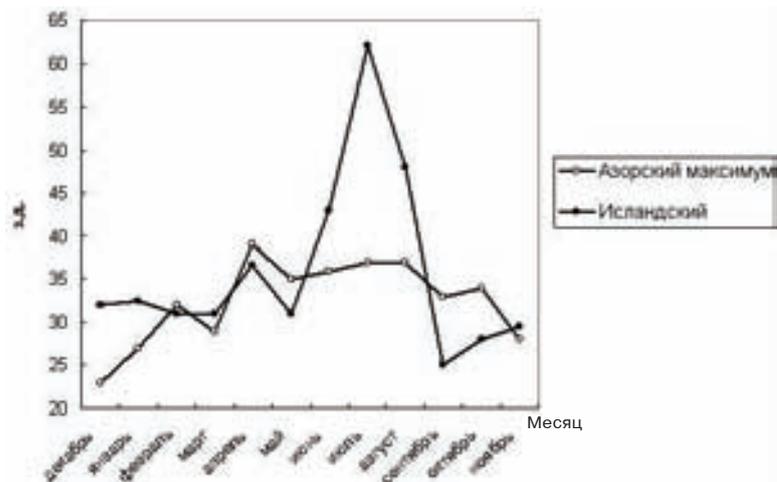


Рис. 1. Сезонные изменения долготы центров Исландского минимума и Азорского максимума

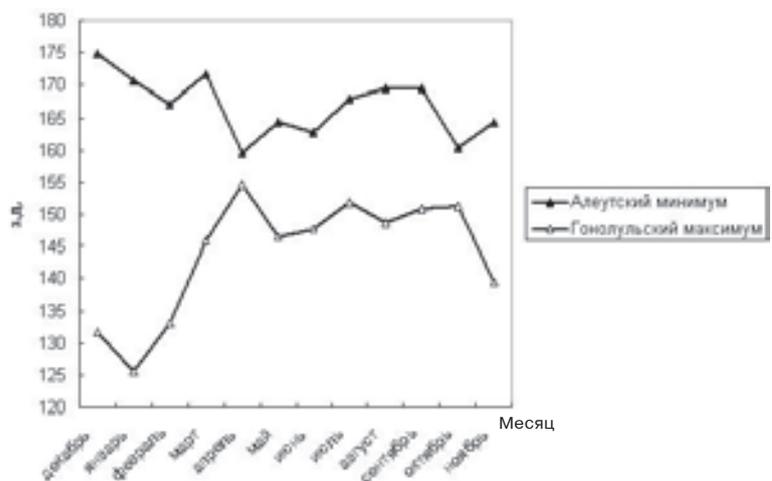


Рис. 2. Сезонные изменения долготы центров Алеутского минимума и Гонаульского максимума

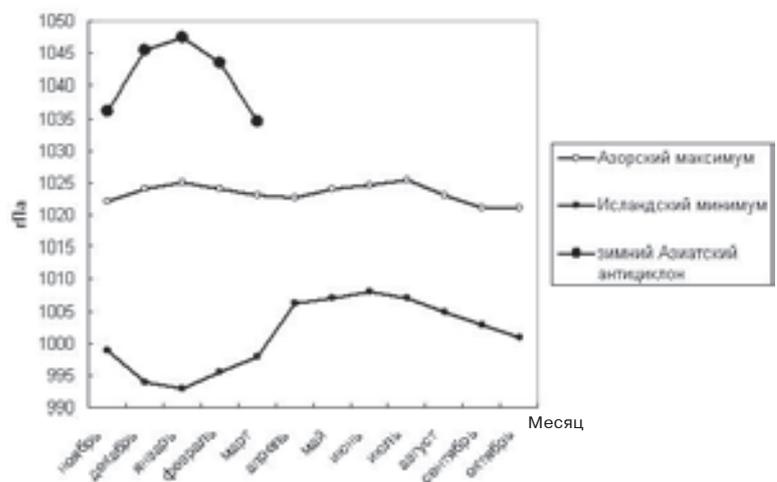


Рис. 3. График сопряженности колебаний Северо-Атлантических и Северо-Тихоокеанских центров действия атмосферы



аналогичен, причём интенсивность циркуляционной системы Северной Атлантики в течение всего года (за исключением апреля) выше, чем севера Тихого океана. В течение года наибольшей активности обе циркуляционные системы достигают зимой и в начале весны, летом их активность минимальна, а осенью начинает возрастать. Вычислим разницу между индексами колебаний данных циркуляционных систем и назовём ее индексом сопряженности колебаний североатлантических и северотихоокеанских центров действия. Отметим, что этот индекс обращается в нуль в мае и ноябре, во все остальные месяцы он остаётся стабильным, однако в течение осени плавно уменьшается. На основании исследования индекса сопряженности колебаний можно отметить, что

состояние северотихоокеанской циркуляционной системы более стабильно, чем североатлантической, причём активность ЦДА над севером Тихого океана по интенсивности приближается к атлантической осенью, а в апреле оказывается даже несколько выше, что, по-видимому, косвенно отражает смену зимнего муссона на летний. На основании рис. 3 также можно предположить, что смена муссонной циркуляции с зимней на летнюю происходит более резко, чем с летней на зимнюю.

Отметим, что наибольший вклад в величину индекса сопряженности колебаний вносят именно циклонические центры действия, потому что давление в антициклонических образованиях имеет практически одинаковую величину в течение года (табл. 1) (разница 2–4 гПа), в то время

Таблица 1

Значения давления в центрах некоторых ЦДА

Месяц	Давление, гПа			
	Исландский минимум	Азорский максимум	Алеутский минимум	Гавайский максимум
Январь	993	1025	993,8	1022,4
Февраль	995,5	1024	996,8	1021,4
Март	998	1023	999,5	1022
Апрель	1006,3	1022,5	1006	1024,9
Май	1007	1024	1007,3	1023,9
Июнь	1008	1024,5	1009,1	1023,4
Июль	1007	1025,3	1009,7	1024,9
Август	1005	1023	1008,3	1024,3
Сентябрь	1003	1021	1006,3	1021,6
Октябрь	1001	1021	1002,3	1020,5
Ноябрь	999	1022	998,3	1020,9
Декабрь	994	1024	996,7	1023
Среднегодовое	1001,4	1023,2	1002,8	1022,7

как изменение давления в циклонических ЦДА североатлантического и северотихоокеанского регионов довольно существенно (до 10 гПа).

Однако, помимо этих наиболее крупномасштабных циркуляционных систем, в атмосфере Северного полушария присутствует ещё два не менее значимых объекта циркуляции – Арктический и зимний Азиатский антициклоны. Отметим, что изучению этих центров действия в отдельности также посвящена обширная литература.

Как уже указывалось, все барические образования связаны между собой, а сезонные их изменения взаимообусловлены в годовом ходе, поэтому целесообразно комплексно рассмотреть режим центров действия атмосферы, существующих в Северном полушарии.

Вначале рассмотрим синхронную динамику центров действия атмосферы Северной Атлантики, зимнего Азиатского и Арктического антициклонов, после этого – синхронную динамику центров действия атмосферы северной части Тихого океана, зимнего Азиатского и Арктическо-

го антициклонов. Относительно комплексного изучения миграций этих ЦДА выводы получились малозначимые, поэтому в настоящей статье не приводятся, однако относительно изменения интенсивности получены довольно интересные результаты.

Среднемесячное изменение давления в центрах трех барических образований: Азорского максимума, Исландского минимума и зимнего Азиатского антициклона – представлено на рис. 4. Следует отметить асинхронность колебания давления в циклоническом центре и двух антициклонических центрах действия атмосферы в холодное время года. В январе наблюдается усиление активности рассматриваемых центров: давление в центре Исландского циклона минимальное, а в Азорском и зимнем Азиатском антициклонах – максимальное. С апреля по октябрь наблюдаем согласованный ход изменения давления в центрах Исландского минимума и Азорского максимума. С момента начала формирования зимнего Азиатского антициклона резко



проявляется рассогласованность хода давления в этих ЦДА. По мере исчезновения Азиатского антициклона колебания Исландского минимума и Азорского максимума снова происходят согласованно. Возможно, зимний Азиатский антициклон вносит дисбаланс в синхронность колебаний давления в центрах действия атмосферы над Северной Атлантикой и влияет на величину индекса NAO.

Среднемесячное изменение давления в трех центрах действия атмосферы: Азорском максимуме, Исландском минимуме и в Арктическом антициклоне – наглядно показывает рис. 5. Колебание давления в центре Арктического антициклона находится в противофазе с колебанием давления в центрах Азорского максимума и Исландского минимума. Особенно четко наблюдается противофаза колебаний давления между Арктическим максимумом и Исландским циклоном.

График, отражающий среднемесячное изменение давления в течение года в трех центрах действия: северотихоокеанских ЦДА и зимнем Азиатском антициклоне, представлен на рис. 6. Следует отметить, что в зимний период рассогласованность хода давления в циркуляционной системе северной части Тихого океана выражена слабее, по сравнению с североатлантическими центрами действия. Таким образом, можно заключить, что зимний Азиатский антициклон больше влияет на североатлантическую циркуляционную систему, чем на северотихоокеанскую, но, тем не менее, влияние Сибирского максимума давления на индекс NPO тоже весьма ощутимо.

Были исследованы также сезонные изменения давления в центрах Гавайского максимума, Алеутского минимума и Арктического антициклона. Можно отметить, что колебание давления в центре Арктического антициклона также находится в противофазе с колебанием давления северотихоокеанской циркуляционной системы и североатлантической.

Таким образом, обнаружено влияние зимнего Азиатского антициклона на изменение давления в центрах действия атмосферы Северной Атлантики, что проявляется в противоположности фаз хода давления в зимний период. Подобное влияние зимнего Азиатского антициклона на северотихоокеанскую циркуляционную систему несколько слабее.

За последние 150 лет земная климатическая система претерпела некоторые изменения, которые наиболее ярко выражаются в проявлениях глобальной температуры [4,5]. В целом за указанный период исходя из анализа хода глобальной температуры воздуха земная климатическая система находится в стадии потепления. Но внутри этого промежутка выделяют три естественных климатических периода: первая волна глобального потепления, период стабилизации и вторая волна глобального потепления. Первая

волна началась в конце XIX века и закончилась в 40-х годах XX века. После нее наступил небольшой период стабилизации, длившийся два десятилетия: 50–60-е годы XX века. С середины 70-х годов началось новое потепление, названное второй волной и продолжающееся с некоторым замедлением по настоящее время [4, 5]. Глобальная средняя приземная температура воздуха за период с конца XIX века возросла на 0,6–0,2°C, а с учетом данных [5] рост температуры составил 0,74°C.

За климатические периоды осреднения поля приземного давления в настоящем исследовании взяты следующие интервалы: 1931–1960 гг. и 1970–1989 гг. Первый период осреднения приземного поля давления приблизительно совпадает с периодом стабилизации, второй – с началом второй волны глобального потепления. В эти два периода проведено сравнение основных характеристик центров действия – изменения положения и интенсивности.

В широтно-долготных смещениях (миграциях) ЦДА выявлены следующие особенности (табл. 2, 3): в обозначенные климатические периоды состояния Земной климатической системы широта всех исследуемых центров изменилась незначительно – не более чем на два-три градуса. Однако смещение центров вдоль круга широты изучаемых ЦДА на двух исследуемых временных промежутках довольно заметно, особенно у Исландского и Алеутского минимумов. Исландский циклон в более поздний исследуемый период сместился на 6° к западу, а Алеутский – на 14° к востоку. Такое расхождение циклонических центров предполагает расширение зоны влияния Сибирского антициклона, особенно в восточном направлении.

Значения давления в центрах исследуемых ЦДА в два климатических периода приведены в табл. 4. На основании анализа табл. 4 выявлено, что в два климатических периода наибольшая стабильность характерна для субтропических антициклонов – Азорского и Гавайского максимумов, давление в их центрах практически не изменилось. От одного периода к другому произошло углубление циклонических центров: так давление в центрах Исландского и Алеутского минимумов во второй исследуемый период, по сравнению с первым, уменьшилось на 2,9 гПа и 2,7 гПа соответственно. Активность Арктического антициклона во второй исследуемый период также возросла, давление в его центре увеличилось на 1,9 гПа, но особенно усилился зимний Азиатский антициклон, давление в центре которого оказалось выше в последний исследуемый период, по сравнению с первым, на 9,7 гПа. Отметим, что изменение давления в центрах рассмотренных ЦДА от одного климатического периода к другому хорошо выражено во все сезоны года, за исключением летнего, во время которого эти изменения слабее.

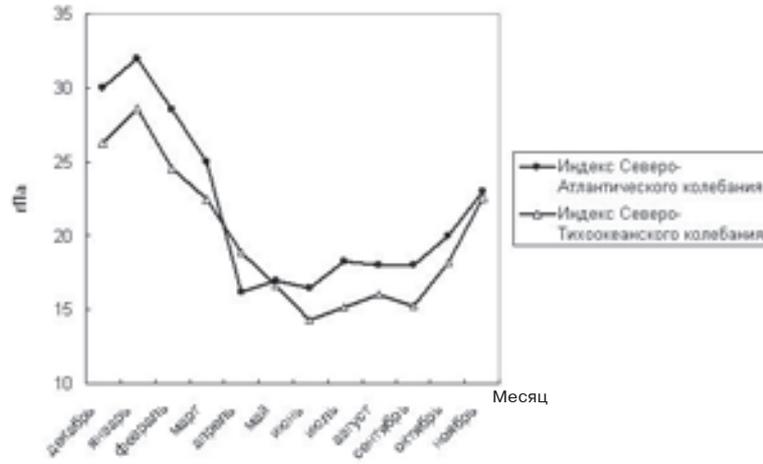


Рис. 4. Сезонные изменения давления в центрах Азорского максимума, Исландского минимума и зимнего Азиатского антициклона

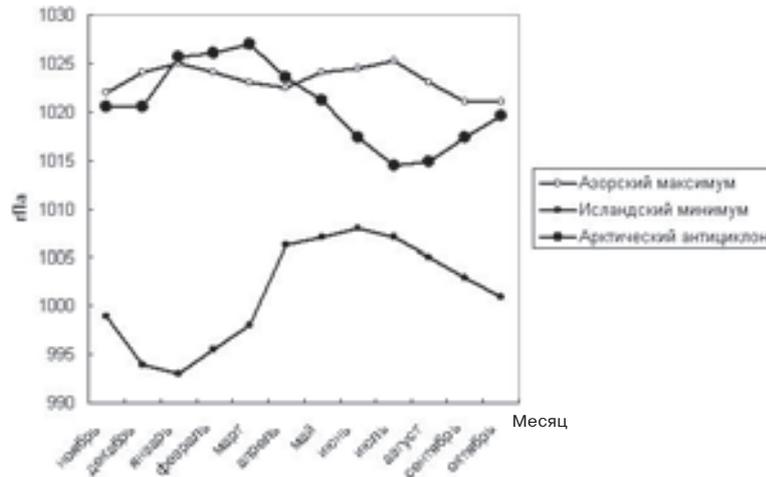


Рис. 5. Сезонные изменения давления в центрах Азорского максимума, Исландского минимума и Арктического антициклона

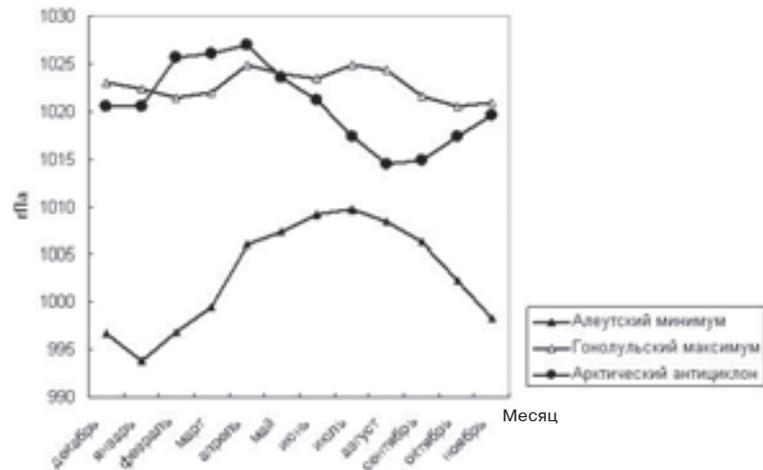


Рис. 6. Сезонные изменения давления в центрах Гонолульского антициклона, Алеутского минимума и Азиатского антициклона



Таблица 2

**Среднегодовые значения широты центров действия атмосферы Северного полушария
за различные периоды**

Месяц	Исландский минимум		Азорский максимум		Алеутский минимум		Гонолульский максимум		Арктический антициклон		Зимний Азиатский антициклон	
	1931–1960	1970–1989	1931–1960	1970–1989	1931–1960	1970–1989	1931–1960	1970–1989	1931–1960	1970–1989	1931–1960	1970–1989
Январь	60	61,3	35	35	50	49,7	30	36	75	76	48	50
Февраль	60	60	35	33	50	51,3	34	32,7	76	72,33	50	48
Март	58	61	26	33	50	50,7	32	31,3	88	76,75	50	50
Апрель	60	62	30	35	55	57,1	34	35,4	85	80,7	–	–
Май	60	58	30	34	55	55,8	34	33,6	80	80,6	–	–
Июнь	62	63	32	34	58	56,8	33	35,4	75	75,5	–	–
Июль	65	63	35	35	57	59,3	38	37,6	81	76,8	–	–
Август	63	64	34	34	60	57,8	38	39,1	80	75,7	–	–
Сентябрь	62	64	34	36	58	56,1	36	37	85	77,2	–	–
Октябрь	60	62	32	35	58	58,2	32	35,4	85	77	–	–
Ноябрь	–	62	–	35	–	53,4	–	35,6	–	80,5	–	49,5
Декабрь	61	65	33	34	52	53,2	30	35,8	78	77,69	49	50
Среднегодовое	61	62,1	32,4	34,4	54,8	54,9	33,7	35,4	80,7	77,2	49,6	49,5

Таблица 3

**Среднегодовые значения долготы центров действия атмосферы Северного полушария
за различные периоды**

Месяц	Исландский минимум, з.д.		Азорский максимум, з.д.		Алеутский минимум, з.д.		Гонолульский максимум, з.д.		Арктический антициклон, в.д.		Зимний Азиатский антициклон, в.д.	
	1931–1960	1970–1989	1931–1960	1970–1989	1931–1960	1970–1989	1931–1960	1970–1989	1931–1960	1970–1989	1931–1960	1970–1989
Январь	30	32,5	20	28	179	170,6	137	125,5	180	226,66	100	96,2
Февраль	31	31	21	23	182	167	135	133,2	170	214,44	99	95
Март	32	31	32	27	190	171,7	142	145,9	220	178,43	91	93
Апрель	33	36,7	35	32	180	159,5	145	154,5	210	196,3	–	–
Май	30	31	37	29	175	164,4	146	146,5	215	188,2	–	–
Июнь	32	43	34	39	180	162,8	148	147,7	220	200,4	–	–
Июль	20	62	38	35	185	167,9	148	151,7	170	171	–	–
Август	25	48	35	36	188	169,4	147	148,7	220	163,7	–	–
Сентябрь	30	25	35	37	185	169,5	145	150,7	200	193,4	–	–
Октябрь	35	28	30	37	160	160,3	140	151,1	215	202,7	–	–
Ноябрь	–	29,5	–	33	–	164,4	–	139,5	–	173,8	–	96
Декабрь	30	32	28	34	185	174,8	135	131,7	175	234,23	98	96
Среднегодовое	29,8	35,8	31,4	32,5	180,9	166,8	142,6	143,8	199,5	195,2	94,8	95,2

Исходя из проведенного анализа, можно заключить, что выявленные изменения положения и интенсивности ЦДА согласуются с выводами [5] по наибольшей климатической изменчивости в умеренных и высоких широтах и при фактическом отсутствии потепления в субтропиках. Отсутствие потепления в восточном секторе Арктики [6] на фоне второй волны глобального потепления может быть следствием

необычайного усиления активности зимнего Азиатского антициклона, распространения его влияния на восточные районы Арктики, тем более что Алеутский минимум в этот период отошёл к востоку. Одновременно происходило ослабление влияния западного отрога Сибирского максимума на Поволжье [7]. Возрастание активности Арктического антициклона одновременно с углублением Исландского минимума



Таблица 4

Среднегодовое значения давления, гПа, в центрах действия атмосферы Северного полушария

Месяц	Исландский минимум		Азорский максимум		Алеутский минимум		Гонолульский максимум		Арктический антициклон		Зимний Азиатский антициклон	
	1931–1960	1970–1989	1931–1960	1970–1989	1931–1960	1970–1989	1931–1960	1970–1989	1931–1960	1970–1989	1931–1960	1970–1989
Январь	996	993	1022	1025	997,5	993,8	1020	1022,4	1022	1025,7	1035	1047,5
Февраль	1000	995,5	1022,5	1024	1000	996,8	1020	1021,4	1024	1026,1	1035	1043,5
Март	1002,5	998	1020	1023	1005	999,5	1022,5	1022	1025	1027	1030	1034,5
Апрель	1007,5	1006,3	1022,5	1022,5	1010	1006	1022,5	1024,9	1022,5	1023,5	–	–
Май	1012,5	1007	1022,5	1024	1007,5	1007,3	1022,5	1023,9	1020	1021,2	–	–
Июнь	1010	1008	1025	1024,5	1011	1009,1	1022,5	1023,4	1017,5	1017,3	–	–
Июль	1010	1007	1025	1025,3	1010	1009,7	1027	1024,9	1012,5	1014,4	–	–
Август	1008	1005	1025	1023	1009	1008,3	1025	1024,3	1012,5	1014,8	–	–
Сентябрь	1005	1003	1022,5	1021	1008	1006,3	1022	1021,6	1015	1017,3	–	–
Октябрь	1001	1001	1020	1021	1002,5	1002,3	1020	1020,5	1015	1019,6	–	–
Ноябрь	–	999	–	1022	–	998,3	–	1020,9	–	1020,5	–	1036
Декабрь	995	994	1025,5	1024	1000	996,7	1020	1023	1020	1020,5	1035,9	1045,5
Среднегодовое	1004,3	1001,4	1023	1023,2	1005,5	1002,8	1022,1	1022,5	1018,7	1020,6	1031,7	1041,4

позволяет говорить об обострении градиентов между этими двумя центрами, а следовательно, об усилении западно-восточного переноса по северу Европы и об увеличении влияния субтропических антициклонов на её южные районы. В связи с возрастанием активности Алеутского минимума и смещения его в восточном направлении в начале второй волны глобального потепления весьма вероятно усиление интенсивности западного переноса и над северо-восточной частью Тихого океана. Таким образом, подтверждается тезис о региональном влиянии Общей циркуляции атмосферы (ее структурных элементов) на климат.

Можно сделать вывод, что в разные естественные климатические периоды состояния земной климатической системы имеют место различия в интенсивности и положении отдельных ЦДА. Периоду стабилизации соответствует менее глубокое состояние Исландского и Алеутского минимумов и их сближение, в то время как в начале второй волны глобального потепления их интенсивность возросла и они разошлись: Исландский минимум к западу, Алеутский минимум к востоку. Среди антициклонических центров действия во вторую волну глобального потепления наиболее активными оказались Арктический и зимний Азиатский антициклоны.

Выявленные особенности распределения поля приземного давления согласуются с региональными климатическими изменениями.

Библиографический список

1. Смирнов Н. П., Воробьев В. Н., Качанов С. Ю. Северо-Атлантическое колебание и климат. СПб., 1998. 119 с.
2. Смирнов Н. П., Воробьев В. Н. Северо-Тихоокеанское колебание и динамика климата в северной части Тихого океана. СПб., 2002. 121 с.
3. Воробьев В. Н., Смирнов Н. П. Арктический антициклон и динамика климата северной полярной области. СПб., 2003. 82 с.
4. Шерстюков Б. Г. Региональные и сезонные закономерности изменений современного климата / ГУ «ВНИИГМИ-МЦД». Обнинск, 2008. 246 с.
5. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации: в 2 т. М., 2008. Т. 1. Изменения климата. 227 с.
6. Шиловцева О. А., Кононова Н. К., Романенко Ф. А. Пространственно-временные изменения климата в арктических регионах России в конце XIX – начале XXI веков // Глобальные и региональные изменения климата: тр. междунар. конф. Киев, 2010. С. 36–37.
7. Морозова С. В., Полянская Е. А. Характеристика барического поля на АТ-500 в первом ЕСР в 1971–1989 гг. // География в вузах России. СПб., 1994. С. 86–88.



УДК 551.589

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В НИЖНЕВОЛЖСКОМ РЕГИОНЕ НА ФОНЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ (на примере Саратова)



С. В. Морозова¹, Н. Г. Левицкая², И. А. Орлова²

¹Саратовский государственный университет

E-mail: swetwl@yandex.ru

²ГНУ НИИСХ Юго-Востока РАСХН

E-mail: orlova-ia2504@yandex.ru

В настоящей статье показано, что на фоне второй волны глобального потепления на территории Саратова и области хорошо заметны климатические изменения, особенно в средних многолетних, средних месячных температурах, а также в продолжительности основных и переходных сезонов года. Отмечается вклад циркуляции в формирование климатических особенностей региона.

Ключевые слова: региональные климатические изменения.

Climate Changes of the Lower Volga Region on the Background of Global Warming (on the Example of Saratov)

S. V. Morozova, N. G. Levitskaya, I. A. Orlova

In this article it is shown that on the background of the second wave of the global warming on the territory of Saratov and the region is well noticeable climate change, especially in the multiyear averages, mean monthly temperatures, as well as the duration of the main and the transitional seasons of the year. Noted the contribution of the circulation in the formation of the climatic characteristics of the region.

Key words: regional climate change.

Современное состояние Земной климатической системы (ЗКС) характеризуется глобальным потеплением, начало которого отнесено к концу XIX века [1,2]. Однако внутри этого почти 150-летнего промежутка выделяется три естественных климатических периода: первая волна глобального потепления, период стабилизации и вторая волна глобального потепления. Первая волна глобального потепления началась в конце XIX века и закончилась в 40-х гг. XX века, после нее наступил небольшой период стабилизации, длившийся два десятилетия – 50–60 гг. XX века, с середины 1970-х гг. началось новое потепление, названное второй волной и продолжающееся с некоторым замедлением темпа по настоящее время [1–3]. Глобальная средняя приземная температура воздуха за период с конца XIX века возросла на 0,6–0,2°C, а с учетом данных [3] рост температуры составил 0,74°C, причём подобный ход температуры характерен и для Северного, и для Южного полушарий [2]. Безусловно, глобальные климатические тенденции заметны и на

уровне регионов. Интересно проследить, как эти тенденции проявляются в Нижнем Поволжье (на примере Саратова).

Основной характеристикой климата является температурно-влажностный режим. Значения температуры и количество осадков взяты по метеорологической станции Саратов Ю-В за максимальный возможный временной промежуток с 1912–2011 г.

Изменение средней годовой температуры воздуха в Саратове с 1912 по 2011 г. представлено на рис. 1, и построена также линия тренда. Отметим, что за указанный временной промежуток (около ста лет) среднегодовая температура выросла с 4,8 до 7,2°C (на 0,24°C за 10 лет). Однако такая линия тренда является довольно сильно сглаженной и не отражает периоды повышения и понижения температуры, проявляющиеся глобально. Для более чёткого выделения периодов повышения и понижения температуры применены методы скользящего осреднения [4] и интегрально-разностных кривых [5]. Исследуя временной ход температуры воздуха с помощью скользящего 11-летнего осреднения (рис. 2), можно заключить, что наиболее сильный рост температур в исследуемом регионе характерен для второй волны глобального потепления. Первая волна глобального потепления, известная как «потепление Арктики», на юго-востоке Европейской России практически не выражена. Средние температуры этого временного промежутка оказались даже ниже средних температур периода стабилизации примерно на 1°. Большую наглядность в выделении периодов изменений температуры дают интегральные разности. По интегрально-разностной кривой (рис. 3) видно, что на территории области в первую волну глобального потепления преобладали отрицательные аномалии среднегодовых температур. Выделяющиеся на этой кривой периоды стабилизации и второй волны глобального потепления совпадают с аналогичными состояниями земной климатической системы.

Таким образом, на территории области в вековом ходе средних годовых температур не проявился такой естественный климатический период состояния ЗКС, как первая волна глобального потепления, в то время как два других (стабилизация и вторая волна) выражены очень хорошо.

Известно, что общий климатический режим территории складывается под действием трёх ос-

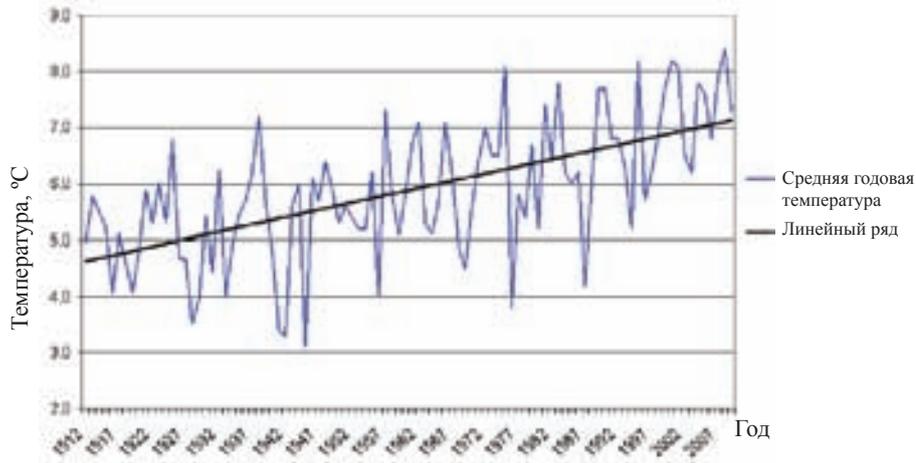


Рис. 1. Вековые изменения средней годовой температуры воздуха (1912–2011 гг.)

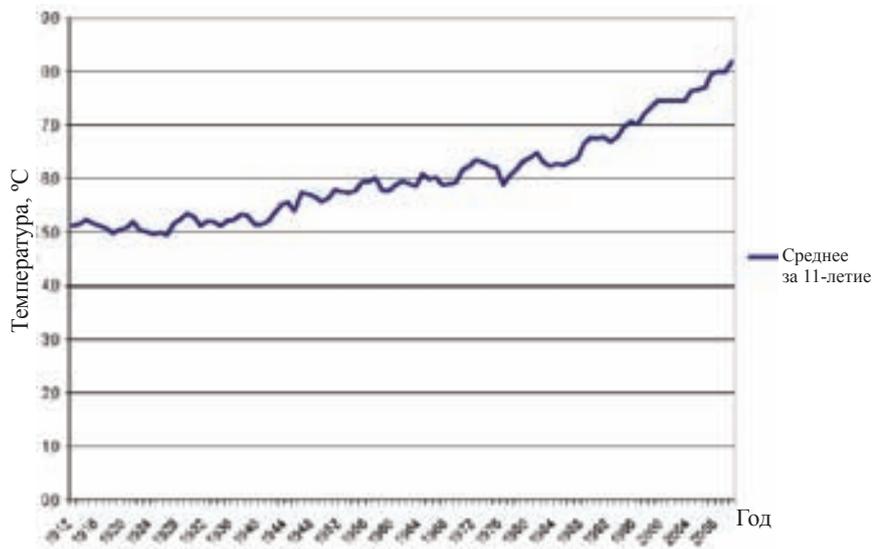


Рис. 2 Скользящее 11-летнее среднее векового хода температуры (1912 – 2011 гг.)



Рис. 3. Интегрально-разностная кривая среднегодовой температуры воздуха (1912–2011 гг.)



новных климатообразующих факторов: прихода солнечной радиации, характера подстилающей поверхности и общей циркуляции атмосферы. Учитывая столь небольшой промежуток времени (порядка ста лет) и исключая антропогенную составляющую, роль которой в настоящем потеплении до конца не определена, отметим, что существенные изменения этих трёх факторов можно увидеть только в режиме циркуляции атмосферы. В настоящей работе вклад циркуляции в формирование общего температурного фона территории исследовался на основе учёта коли-

чества тёплых и холодных вторжений на фоне естественных климатических периодов. Для этого в каждом зимнем и каждом летнем месяце за период 1912–2011 гг. подсчитывалось количество волн тепла и холода различной интенсивности. Волной тепла (холода) считалось повышение (понижение) средней суточной температуры воздуха на 5°C и более продолжительностью не менее двух дней. Результаты сводных расчётов отдельно по зимнему и летнему периодам представлены в табл. 1. Из анализа табл. 1 можно заключить, что на территории области зимой в

Таблица 1

Среднее сезонное число волн тепла и холода в различные естественные климатические периоды

Периоды глобального потепления	Зима		Лето	
	Волны тепла	Волны холода	Волны тепла	Волны холода
Первая волна	8,1	9,6	6,0	5,9
Стабилизация	7,5	8,1	6,1	6,1
Вторая волна	9,0	8,1	5,9	5,9

среднем наблюдается 8–9 волн тепла и 8–10 волн холода, летом число тёплых и холодных волн практически одинаково – около 6 за сезон. Такая стабильность количества волн тепла и холода летом характерна для всех периодов состояния ЗКС. Однако зимой заметны различия в числе тёплых и холодных волн относительно естественных климатических периодов. В первую волну глобального потепления среднесезонное число холодных волн превышает число тёплых, что согласуется с выводом об отсутствии потепления в исследуемом регионе в первый естественный климатический период состояния ЗКС. В последующие два периода состояния ЗКС (стабилизация и вторая волна), хорошо проявившиеся на территории области, уменьшилось число холодных вторжений (с 9,6 до 8,1 за сезон), причём и в период стабилизации, и во вторую волну глобального потепления среднесезонное количество волн холода стабильно. Для тёплых волн, наоборот, хорошо выражены различия в их количестве на фоне естественных климатических периодов. Так, меньше всего тёплых волн в период стабилизации (7,5 за сезон), на фоне первой и второй волн глобального потепления – 8,1 и 9,0 соответственно. Таким образом, проведённый анализ данных (см. табл. 1) подтверждает такую особенность второй волны глобального потепления, как сезонность (рост температур именно холодной части года) и отражает роль адвективных процессов в региональных изменениях климата. Так, наиболее значимым для климатических изменений в регионе является именно поступление тепла, за исключением первой волны глобального потепления, на фоне которой большее число холодных вторжений нивелировало роль тёплых адвективных процессов.

Помимо температуры воздуха, другой основной климатической характеристикой являют-

ся атмосферные осадки. Если во временном ходе глобальной температуры чётко выделяются периоды её роста и стабилизации, то какой-либо закономерности в изменениях месячных и годовых сумм осадков практически не замечено [3]. Отмечаются [3] лишь тенденция их уменьшения в районах с недостаточным увлажнением и некоторое увеличение количества осадков в гумидных зонах. Причём в районах с недостаточным увлажнением замечено увеличение повторяемости выпадения экстремальных суточных сумм осадков во вторую волну глобального потепления [3]. Территория Нижнего Поволжья, в том числе и Саратовская область, относится к зоне рискованного земледелия, в которой лимитирующим фактором для выращивания сельскохозяйственных культур являются именно атмосферные осадки. Поэтому рассмотрим режим изменения годовых сумм осадков на территории Саратовской области за исследуемый столетний ряд. Гистограмма годовых сумм осадков представлена на рис. 4. На основании гистограммы векового хода годовых сумм осадков заметна очень слабая тенденция их роста, однако в литературе [6,7] содержатся уточнения по поводу роста количества осадков именно холодного периода. Из анализа суточных сумм осадков, приведённого в работе [8], в летний период замечено увеличение повторяемости экстремальных сумм осадков, что наиболее сильно проявилось в сентябре. Таким образом, и в Саратове отмечено наиболее частое выпадение сильных ливней во вторую волну глобального потепления, причём наибольшая частота их выпадения сместилась с середины лета (июль) на начало осени (сентябрь).

В настоящее время человечество переживает вторую волну глобального потепления, характеризующуюся ещё более быстрым ростом температур по сравнению с первой волной.

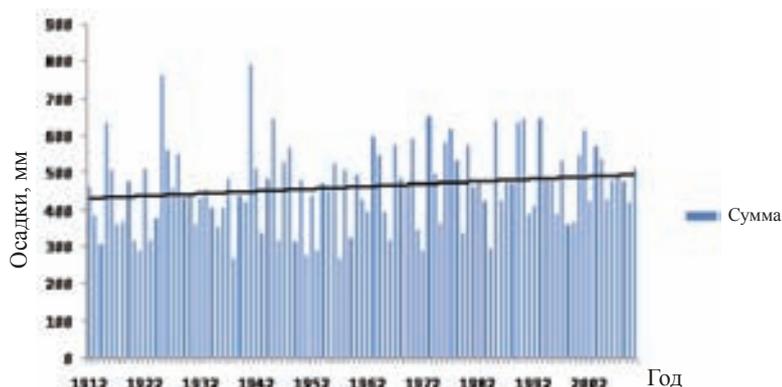


Рис. 4. Гистограмма векового хода осадков (1912–2011 гг.)

Поэтому наиболее подробно климатические изменения в регионе рассмотрим на фоне второй волны глобального потепления. Отметим, что особенностью этого естественного климатического периода является его сезонность. Иными словами, во вторую волну глобального потепления рост температур наблюдается не во все сезоны года. Наиболее сильный рост имеет место зимой, в то время как летние сезоны испытывают некую стабильность и даже становятся несколько прохладнее. Рассмотрим годовой ход средних месячных температур за

различные периоды осреднения на фоне второй волны глобального потепления (1971–2000 гг. и 2001–2010 гг.) по отношению к среднемесячным температурам за тридцатилетний период (1960–1991 гг.), по рекомендации ВМО условно принятый за климатическую норму.

Кривые хода среднемесячной температуры воздуха за выбранные периоды на фоне более раннего многолетнего периода («нормы») представлены на рис. 5. Рассчитаны также (табл. 2) отклонения от нормы средней многолетней температуры за период 1971–2000 гг. (см. первую

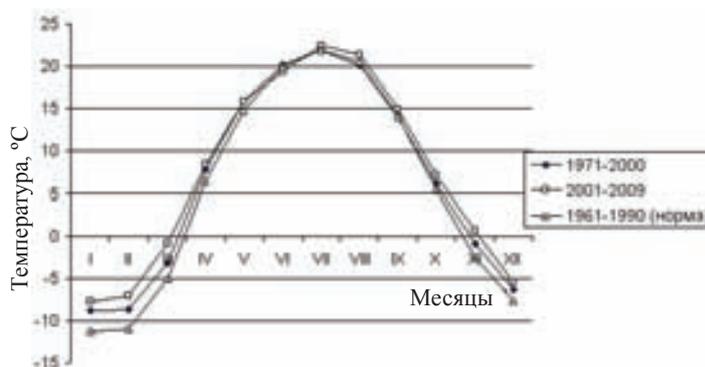


Рис. 5. Годовой ход температуры воздуха за различные периоды осреднения

Таблица 2

Отклонения средней месячной температуры от нормы (Δt), °С

Период	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1971–2000	2,4	2,2	1,9	1,3	1,1	0,2	0,0	-0,5	-0,2	0,6	1,6	1,4
2001–2010	3,5	3,8	4,3	1,9	1,1	-0,6	0,5	0,9	0,8	1,6	3,1	2,1

строку табл. 2) и отклонения от нормы средней многолетней температуры за период 2001–2010 гг. (см. вторую строку табл. 2) для каждого месяца. Из анализа таблицы и графика можно заключить, что последнее тридцатилетие XX века (1971–2000 гг.) было теплым, причем это характерно для большинства месяцев года за исключением июня, июля, августа и сентября, где отклонение от нормы было «нулевым» (июль) или

слабоотрицательным: август – $-0,5^{\circ}\text{C}$, сентябрь – $-0,2^{\circ}\text{C}$ (см. табл. 2). Было выявлено, что особенно четко региональная тенденция потепления климата проявилась в зимне-весенний сезон, где отклонения от нормы составили $2,4^{\circ}\text{C}$ в январе, $2,2^{\circ}\text{C}$ в феврале, $1,9^{\circ}\text{C}$ марте, $1,4^{\circ}\text{C}$ декабре. Таким образом, и на территории области хорошо выражена одна из особенностей глобального потепления – его сезонность (рост температур



весеннее-зимнего периода и относительная стабильность летнее-осенних температур).

Далее рассмотрим, как сохраняются наметившиеся тенденции во вторую волну глобального потепления в начале XXI века (2001–2010 гг.). Зимнее – весеннее потепление продолжается (см. табл. 2), и еще более интенсивно. Отклонения средних месячных температур этого периода от нормы составляют 3,5°C в январе, 3,8°C в феврале, 4,4°C в марте. Отметим также, что практически вся кривая, характеризующая ход средних месячных температур за первое десятилетие настоящего века, лежит выше кривой годового хода температур последнего тридцатилетия прошлого века (см. рис. 5). Тенденция похолодания прослеживается только в июне (см. табл. 2). Отметим, что в наиболее поздний исследуемый период (2001–2010 гг.) теплее становятся и осенние сезоны, в то время как наиболее стабильным температурным режимом отличается, как и прежде, лето.

Для более полной и подробной климатической характеристики изучаемого временного отрезка (вторая волна глобального потепления) рассмотрим особенности его проявления в основные и переходные сезоны года. Как уже указывалось, летом в температурном режиме потепление не проявляется. Характеру потепления зимних сезонов посвящено большое количество региональных исследований. Подробно терми-

ческие характеристики зимних сезонов описаны в [6–7, 9–10] и др. В этих работах подчеркивается, что рост температур характерен именно для зимне-весеннего периода – до 1,8°C в правобережных районах Саратовской области и до 2,3°C в левобережных. Увеличение осадков характерно для холодного полугодия, в то время как летом их стало выпадать меньше, особенно на крайнем юго-востоке области в полупустынной зоне. Исследование переходных сезонов года наиболее полно представлено в статьях [11–14]. Из обзора этих статей можно заключить, что в марте, относящемуся к холодному полугодю, средняя температура третьей декады во вторую волну глобального потепления уже оказалась положительной 0,1°C, в то время как в более ранний период (1914–1950 гг.) её значение было равным -2°C.

Однако сезонность, характерная для второй волны глобального потепления, проявляется не только в термических характеристиках сезонов, но и в их продолжительности, а также в датах наступления периодических явлений (схода, разрушения, установления снежного покрова, в глубине промерзания почвы и т. п.). Для установления продолжительности основных и переходных сезонов года рассчитаны даты перехода средней суточной температуры воздуха через определённые пределы за разные временные промежутки (табл. 3).

Таблица 3

Средние многолетние даты перехода через определённые пределы

Температура, °C	Даты перехода через определённые пределы			
	Весна		Осень	
	40–60-е гг. XX в.	1971–2009 гг.	40–60-е гг. XX в.	1971–2009 гг.
0	29.III	24.III	9.IX	11.XI
5	11.IV	9.IV	18.X	20.X
10	24.IV	23.IV	28.IX	1.X

Из анализа табл. 3 можно заключить, что весенние даты перехода сместились на более ранние, а осенние – на более поздние сроки. Особенно сильное смещение (на три дня) имеют даты перехода через 0 °C весной и через 10°C осенью, т. е. опять имеем увеличение продолжительности тёплого периода по сравнению с холодным.

Таким образом, на фоне второй волны глобального потепления на территории Саратова и области хорошо заметны климатические изменения, особенно в средних многолетних и средних месячных температурах, а также в продолжительности основных и переходных сезонов года. В целом же региональные климатические изменения в Нижнем Поволжье имеют свою специфику по отношению к глобальным климатическим процессам.

Библиографический список

1. Шерстюков Б. Г. Региональные и сезонные закономерности изменений современного климата. Обнинск, 2008. 246 с.
2. Переведенцев Ю. П. Теория климата. Казань, 2009. 503 с.
3. Оценочный доклад об изменении климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М., 2008. 227 с.
4. Наумова Л. П. О выделении детерминированных составляющих случайного процесса // Тр. / ГГО. 1977. Вып. 390. С. 83–85.
5. Дроздов О. А. О свойствах интегрально-разностных кривых // Тр. / ГГО. Л., 1964. Вып. 162. С. 3–6.
6. Иванова Г. Ф., Левицкая Н. Г., Шаталова О. В. Изменения климата и аномальность зим на территории Саратовской области в конце XX– начале XXI века // Гео-



графические исследования в Саратовском государственном университете / под ред. Е. А. Полянской. Саратов, 2002. С. 165–170.

7. *Левицкая Н. Г., Шаталова О. В., Иванова Г. Ф.* Обзор средних и экстремальных характеристик климата Саратовской области во второй половине XX – начале XXI века // *Аграрный вестн. Юго-Востока*. 2009. № 1. С. 30–33.

8. *Морозова С. В., Полянская Е. А., Пужлякова Г. А., Фетисова Л. М.* Статистическая структура суточных сумм осадков тёплого периода в Саратове // *Современные глобальные и региональные изменения геосистем: материалы всерос. конф.* Казань, 2005. С. 355–356.

9. *Морозова С. В.* Современные тенденции климата и их проявление в Саратовской области // *Естественно-историческое краеведение: прошлое и настоящее: сб. науч. ст. и метод. материалов XII краеведческих чтений*. Саратов, 2009. С. 56–59.

10. *Морозова С. В., Денисов К. Е., Степанов Д. С., Даулетов М. А.* Изменения температурного режима в

Саратовской области // *Резервы устойчивого развития сельскохозяйственного производства: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф.* Саратов. 2012. С. 81–84.

11. *Морозова С. В., Денисов К. Е., Шестёркин Г. И.* Характеристика термического режима весен в городе Саратове // *Резервы сберегающего земледелия на современном этапе: сб. науч. работ*. Саратов, 2008. С. 131–136.

12. *Морозова С. В., Денисов С. Е., Семёнов А. А., Тарабаев Ю. А.* Характеристика термического режима первой половины периода вегетации // *Перспективные направления развития АПК: сб. науч. работ ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» ИЦ «РАТА»*. Саратов, 2009. С. 108–112.

13. *Морозова С. В., Бояджан А. В., Семёнов А. В., Тарабаев Ю. А., Денисов К. Е.* Тенденции глобального изменения климата и их проявление в весенний период в Саратовской области // *Там же*. С. 119–123.

14. *Морозова С. В., Денисов К. Е., Степанов Д. С., Даулетов М. А.* Термическая характеристика осенних сезонов // *Резервы устойчивого развития сельскохозяйственного производства*. С. 84–88.

УДК 502.172 |18/19|

ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕРМИНА «ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ» В ГЕРМАНИИ В XIX – НАЧАЛЕ XX ВЕКА

А. С. Мукало

Саратовский государственный университет
E-mail: anastasia-mukalo@yandex.ru

В статье кратко раскрывается история формирования термина «памятник природы» в германской науке и естественно-научной деятельности с конца XVIII в. по 1920-е гг. По данным германских ученых, занимающихся этим вопросом, систематизированы все версии первого употребления данного термина, этапы расширения понятия в теории и практике. Кратко раскрыты связанные с этим основные события истории охраны природы в Германии XIX в. и описаны ключевые работы по указанному вопросу. Раскрывается специфика памятников природы, созданных в Германии Прусской государственной комиссией к концу Первой мировой войны.

Ключевые слова: охрана природы, памятник природы, Александр Гумбольдт, Георг Швайнфурт, Альфред Йенцш, Гуго Конвентц, Германия, XIX в.

The Development History of the Concept «Nature Monument» in Germany in the XIX–XX Century

A. S. Mukalo

There is a history of the term «nature monument» in the German science and nature conservation practice between the end of XVIII century and 1920th in the article. According to the German scientists going into this question, stages of the concept extension in theory and practice are briefly classified and the first term using cases are described. The main events of nature protection history in Germany and key works are referred. There is an analysis of the nature monuments in German Empire created to the end of the First World War.



Key words: nature conservation, nature monument, Alexander von Humboldt, Georg Schweinfurth, Alfred Jentzsch, Hugo Conwentz, Germany, XIX century.

Введение

Памятник природы – одно из фундаментальных понятий в природоохранном деле. После того как слова «памятник природы» и «охрана памятников природы» уже на рубеже XIX–XX вв. стали международными понятиями [1], возрос общий интерес к истории происхождения этого словосочетания, который в Германии сохранился до сих пор. Библиография по данной теме охватывает около сотни лет (с 1910 по 2009 г.). Для Германской империи, которая в начале XX в. стала лидером в Европе по природоохранным мероприятиям, этот вопрос оказался принципиальным, что в первую очередь было связано с работой Прусской государственной комиссии по охране памятников природы (с 1906 г. находилась в Данциге, с 1911 г. – в Берлине), которую возглавлял Гуго Конвентца [2]. В данной статье речь идет именно о возникновении рассматриваемого понятия в немецком языке и науке в XIX в., а затем кратко рассматривается его применение на практике в Германской империи.



Предыстория термина

Еще в XVII в. в художественной речи употреблялось словосочетание «природное образование» (Naturgebilde), в широком смысле обозначающее «примечательный природный объект, чудо природы» [3, s. 5]. Относилось это к тщательно обследованной в 1450–1500-х гг. сталактитовой пещере Бауманнхёлле под Рюбеландом в Гарце. Название восходит к имени горняка, обнаружившего её случайно. В поисках железной руды он забрел в пещеру, которая оказалась длиной около 1 км, заблудился там и вышел на свет только через три дня, вскоре горняк скончался от шока и истощения [4]. Эта достопримечательность много раз упоминалась в историко-географических описаниях, с 1649 г. ее активно начали посещать туристы и паломники. Многие авторы считают сталактитовую пещеру одним из первых «памятников природы» в современном смысле [5–7]. Рудольф Август, герцог Брауншвейгский и Лüneбургский, посетивший пещеру в апреле 1668 г., возмутился по поводу ее замусоренности и разрушения, подписал указ об охране и назначил специального экскурсовода (с функциями начальника, сторожа и гида), потому что до 1895 г. работали на этой должности [8]. Систематическим изучением пещеры с 1877 г. занималась Высшая техническая школа Брауншвейга; с 1966 г. здесь проводил раскопки краеведческий музей Галле [3].

В качестве предтечи термина «памятник природы» можно назвать промежуточное понятие из указа от 10 апреля 1780 г. маркграфа Александра Байрёйтского, в котором значится: камни, кресты, деревья и сходного рода объекты, которые обозначают границы страны, следует рассматривать как «общественные памятники» и с ними нужно бережно обращаться [8, 9]. Этот указ можно считать одним из первых, который закрепляет понятие «памятник» юридически, пусть и в несколько ином контексте [10].

Шатобриан vs. Гумбольдт

Относительно авторства слова «памятник природы» существует две основных версии.

По одной из них впервые это словосочетание употребляется в рассказе «Рене» знаменитого французского писателя **Франсуа-Рене де Шатобриана** (1768–1848 гг.), который он опубликовал в 1802 г. [11, 12]. Фрагмент рассказа звучит в переводе на русский язык следующим образом: «Но, мои старые друзья, Вас, конечно, удивляет, что я в описании моих путешествий еще ни разу не упоминал памятники природы» [цит. по: 3, s. 7].

Согласно более известной и «популярной» версии, практически общепринятой, понятие «памятник природы» (в оригиналах везде по-французски: monument de la nature) ввел **Алек-**

сандр фон Гумбольдт (1769–1859 гг.), разнятся только даты первого словоупотребления. Связано это с тем, что одни авторы считают такой датой собственно написание словосочетания, а другие – выход в печать соответствующего труда. Гумбольдт много путешествовал, и издание его работ, в которых употребление словосочетания «памятник природы», большей частью имеет отношение к путевым заметкам и частной переписке [13]. На настоящий момент известно, что он употребил термин «памятник природы» в 4 местах, но в разном смысле. Высказывается и следующее мнение: «Звучит достаточно современно то, что Александр фон Гумбольдт (около 1800 г.) призывал к созданию “древних ландшафтов”, где животные и растения должны были бы здравствовать в свойственных им, самых естественных условиях, без какого-либо вмешательства человека и культуры» [цит. по: 14, s. 4]. В целом данное утверждение недостаточно соответствует истине.

Одна из самых ранних дат – **1799 г.**, во время путешествия по Южной Америке Гумбольдт сообщает о подъеме на вершину горы Silla de Caracas [8, 10, 15]. Местные жители указали ее высоту слишком большой, что побудило исследователя к замечанию: «Как можно осуждать этот национальный интерес, который так привязан к памятникам природы там, где ничего не значит памятники искусства?» [цит. по: 10, s. 742]. Позднее Гумбольдт добавляет: «Долгое время ограничивались тем, что изучали историю природы по старинным, погребенным в земле памятникам» [цит. по: 10, s. 742]. Тем самым, можно сделать вывод, что он выводит представление о памятнике природы из термина «памятник истории и культуры».

Во второй раз мы встречаем это же наименование в описании проведенной в 1799–1804 гг. поездки по тропической зоне Америки в работе «Путешествия в полуденные страны нового континента» («Voyage aux regions équinoxiales», издана в Париже) [8, 10, 11, 16]. Речь шла о знаменитом Samán del Guère* из семейства бобовых – огромном дереве в северной Венесуэле недалеко от озера Валенсия с великолепной, почти двухсотметровой полукруглой кроной, которое находится в большом почете у индейцев (рис. 1, 2). «В виде старых деревьев есть нечто великолепное, внушительное; поэтому повреждение этих памятников природы строго наказуется в странах, в которых не хватает памятников искусства» [цит. по: 3, s. 7]. В то же время в приведенных высказываниях в своем «европоцентризме» Гумбольдт словно отказывает аборигенам в признании их собственных памятников архитектуры и культуры.

* По транскрипции Гумбольдта «Zamang del Guayre» Albizia saman F. Muell. – в переводе «дождливое дерево», известное в Европе под различными названиями. Дерево сейчас является национальным достоянием Венесуэлы.



Рис. 1. Фотография дерева Samán del Guère венгерского путешественника Пале Рости (1857 г.)



Рис. 2. План кроны дерева, сделанный британским дипломатом сэром Кёром Портером в 1829 г.

Третьей датой называют **1814 г.**, видимо, по дате выхода в печать первого тома вышеупомянутой работы [9, 17, 18].

В четвертый раз выражение «памятник природы» встречается в письме Гумбольдта от 10 апреля 1818 г. к известному швейцарскому ботанику Августину Пираму де Кандолю (1778–1841 г.): «Нет ничего более постоянного и крепкого, чем те памятники природы, которые Вы, на свое счастье, можете наблюдать каждый день» (здесь имеются в виду Савойские Альпы и Монблан) [7, 11, 12].

Некоторые авторы указывают на **1819 г.**, возможно, по выходу в печать второго тома «Путешествий...» [19, 20]. При этом они дополняют, что Гумбольдт распространяет понятие памятника природы и на деревья, однако приведенные цитаты вынуждают с этим не согласиться. По указанным фразам очевидно, что исследователь изначально относит это понятие к деревьям и горам. Кроме того, Э.–Р. Хёнес проводит еще более тщательный анализ первоисточников и приводит также менее известные данные об употреблении Гумбольдтом данного термина. Так, он говорит, что в описании ландшафтов Нового света в гл. 22 Гумбольдт называет стоящий на берегу гранитный холм Piedra de la madre одним из вечных памятников природы, но не из-за его сходства с величественными башнями или замками, а по причине трагического «поэтического» впечатления, которое он производит [10].

Интересно отметить, что, несмотря на несколько различное употребление этого термина, можно определенно говорить о его однозначной семантической нагрузке, т. е. о содержании, которое Гумбольдт ему придает: необычный природный объект, производящий особенное впечатление [15, 18]. По первым трем цитатам также ясно, что автор уподобляет памятник природы

памятнику искусства. Именно такая аналогия и сыграла решающую роль в становлении понятия.

В книге «Путешествие по Альпам» Горация Бенедикта Соссюра (1740–1799 гг.) указана третья версия создания данного термина, он был малоизвестным швейцарским физиком, геологом и скалолазом, одним из первых покорителей Монблана. Однако собственно словосочетание «памятник природы» он не использует, хотя и употребляет слово «памятник», говоря о горах. Оригинал книги также на французском языке, издан в Швейцарии в двух томах в 1779–1796 гг., в Германии немецкоязычное издание выходит в 4 томах в 1781–1788 гг. [21].

Охрана памятников истории и культуры в Германии

В Германии после наполеоновской оккупации была поставлена задача определения национальной идентичности. После 1814 г. основываются исторические общества и краеведческие музеи, в которых системно собираются свидетельства прошлого. До этого с историческими памятниками архитектуры обращались довольно небрежно, их без раздумий сносили, если хотели построить что-то новое. После 1815 г., наоборот, памятники начали сохранять, правда, поначалу sporadически и локально ограниченно. В 1830 г. во Франции была учреждена генеральная инспекция по охране памятников, сходные законы последовали в Греции в 1834 г., в Швеции в 1867 г. В Германии еще долго не было никакого единого закона, зато большое разнообразие отдельных положений [15]. В 1843 г. в Пруссии был создан пост хранителя памятников (подразумевается, что памятников культуры, исторических, архитектурных и т. п.). Позднее в различных провинциях империи стали появляться



организации, ответственные за охрану и изучение памятников, в сферу интересов которых постепенно стали входить и памятники природы. В 1875 г. при Союзе по вопросам науки и искусства Вестфальской провинции в Мюнстере была создана Комиссия по изучению памятников искусства, истории и природы. На начало XX в. в Германии почти в каждом регионе имелись такие комиссии или аналогичные им учреждения [2].

Этот своеобразный национализм XIX в. в поиске неотъемлемого субстрата собственной нации цеплялся за памятные места. К ним относили и легендарные места битв, и культовые места германских, славянских и кельтских предков, которые, в частности, с помощью построек исполинских памятников (особенно после создания империи) стали видимы каждому. В обстановку этих мест восхваления национального культа органично вписывается и окружающая природа. Её элементы, как казалось, неизменные, типичные для страны реликты догосударственного прошлого определяли «канонический образ» памятных объектов (Вартбург, Рейн, утес Лорелеи, Немецкий угол, памятник в Тевтобургском лесу и т. п.) [16, 22, 23, 24].

Расширение понятия «памятник природы» в XIX в.

Как известно, «Путешествия...» Гумбольдта были изданы на французском языке. Германия десятилетиями была вынуждена довольствоваться неполным изданием (6 томов, Штутгарт 1815–1829 гг.). Лишь в 1859 г. вышел отличный перевод Хермана Хауффа, к которому исследователь за 6 недель до своей смерти успел еще написать предисловие [11]. На неологизм «памятник

природы» (Naturdenkmal) общественность не обратила внимания. Впрочем, тогда данное понятие еще не могло выглядеть понятийно-образующим, так как в широких кругах еще не осознали ценности и необходимости охраны родной природы или отдельных ее частей.

В дальнейшем словосочетание «памятник природы» входит в обиходную речь и встречается в течение XIX в. достаточно часто в письмах и рабочих записках лесничих и натуралистов, в ходе кампании по инвентаризации «впечатляющих и достойных внимания экземпляров деревьев» в середине XIX в.

Третий толчок к употреблению этого слова в немецком языке дало еще одно знаменитое описание путешествия [3, 11, 20, 22]. **Георг Швайнфурт** (1836–1925; рис. 3) употребляет его в сообщении о предпринятой им в 1868–1871 гг. поездке в Центральную Африку: «По правую сторону дороги стоит изолированная, вертикальная гранитная каменная глыба. <...> Это странно сформированный, естественный каменный обелиск высотой в 35 футов, облик которого напоминает поставленный вверх ногами плод груши или инжира. Этот монумент, который природа воздвигла сама себе, местные жители называют Abu-Odfa» [цит. по: 8, s. 215] (рис. 4). Этот объект был широко известен европейцам и часто упоминался в научной литературе как природная достопримечательность Египта [25].

Тем самым, можно сказать, что в немецком языке и практике по охране природы до 1880 г. понятие «памятник природы» в теории закрепилось за уникальными деревьями, а также горами и скальными формациями. Связано это было не столько с



Рис. 3. Георг Швайнфурт



Рис. 4. Скала Абу-Одфа



первыми употреблениями термина в научной литературе, сколько с практической деятельностью.

К началу XX в. словосочетание «охрана памятников природы» (Naturdenkmalpflege) получило второе рождение и стало полноправным научным термином по аналогии с памятником искусства, что отмечается еще в трудах Эрнста Рудорффа (1888 г.) и баварского писателя Фридриха Штютцера в его книге «Крупнейшие, старейшие и иным образом примечательные деревья Баварии» (1900 г.) [9, 26]. Деревья в качестве памятников природы учитывались прусским министерством по сельскому хозяйству, землям и лесу, финансовым министерством королевства Ганновер, Вестфальской комиссией по изучению памятников искусства, истории и природы и т. д. Благодаря работам прусского геолога **Альфреда Йенцша** (1850–1925 гг.) к памятникам природы стали относить не только деревья [3, 8, 11, 26, 27] (рис. 5). На открытии Восточно-Прусской комиссии по охране памятников 31 марта 1896 г. в своем приветственном обращении он попросил «поставить под охрану также особые в силу своего возраста или других факторов примечательные природные образования» [цит. по: 8, s. 49–50]. Таким образом, он понимает под памятником природы уникальные природные объекты, которые выделяются за счет их аномалий (отклонений от нормы) или исторической ценности.



Рис. 5. Альфред Йенцш

В 1896 г. Йенцш указывает на тесную связь понятий «памятник искусства» и «памятник природы», обращаясь в Прусскую комиссию по охране памятников с просьбой «сделать предметом официальной охраны памятников также

определенные, примечательные своим возрастом и особенными обстоятельствами природные образования» [цит. по: 16, s. 13]. Уже в 1900 г. он расширяет понятие памятника природы до небольших участков, наряду с объектами вроде крупных деревьев, эрратических валунов и редких видов животных, представляющих интерес для науки. Затем он делает еще шаг вперед: «Вымирающий вид (здесь имеются в виду растения. – А. М.) можно сохранить в естественном состоянии только тогда, если его окружение и все растительное и животное сообщество целиком охраняется от вмешательства/повреждения» [цит. по: 27, S. 43]. Так охрана памятников природы оказала воздействие на всю дальнейшую охрану природы в сегодняшнем понимании, что остается некоторым своеобразием истории развития охраны природы в Германии.

Закон об охране памятников природы

Закон 1902 г. об охране памятников великого герцогства Гессен-Дармштадт от 16 июля 1902 г. стал первым юридически прописанным определением понятия «памятник природы». Издан он был великим герцогом Эрнстом Людвигом, большим ценителем искусства, а законопроект был подготовлен в 1900 г. министерским советником фон Бигелебеном на основе Страсбургской резолюции объединения немецких организаций по охране памятников истории и старины. Впрочем, в первую очередь закон затрагивал памятники архитектуры и археологии [28]. В его формулировке памятники природы полностью уравнивались в правах с памятниками культуры. Пункты 33–36 закона гласили о постановке под охрану памятников природы, т. е. «естественных объектов земной поверхности, таких как водотоки, скалы, деревья и тому подобное, чье сохранение представляет общественный интерес, принимая во внимание исторические или естественнонаучные цели или ландшафтную красоту или своеобразие местности» [цит. по: 3, s. 15]. Дополнительно указано, что их естественное окружение может быть поставлено под охрану гессенским министерством финансов, отделением по лесному и расчетному управлению. Это был настоящий прорыв в законодательстве. Во многих регионах империи позднее по примеру Гессена с различным успехом были изданы законы по охране памятников природы: в Брауншвейге (от 1 февраля 1911 г.), Ольденбурге (от 18 февраля 1911 г.), Баварии (от 22 июля 1912 г.) [29].

Работы Гуго Конвентца

Создание в 1906 г. в Пруссии государственной инстанции, ответственной за охрану памятников природы (Прусской государственной комиссии по охране памятников природы), было связано с работами **Гуго Конвентца** (1855–1922 гг.), суще-



ственно расширившего представления о памятнике природы.

Конвентц занимался инвентаризацией деревьев в Восточной Пруссии в течение нескольких десятков лет. В 1900 г. он уже открыто высказывал свои идеи научно-исследовательскому обществу в Данциге (Гданьске), а в 1903 г. в Касселе Конвентц представил свою Программу по охране памятников природы [9, 27]. К моменту создания Государственной комиссии у Конвентца за плечами были ряд опубликованных работ пропагандистско-просветительского характера в этой области для разных слоев населения и теоретическая программа. Вышедшая в печать в 1904 г. «Докладная записка министру...» и более поздние частные публикации, в общем и целом уже содержали единую концепцию прикладного характера.

В представлениях Конвентца под памятником природы понимался «естественный объект живой или неживой природы, изначально не подвергавшейся или подвергшейся в незначительной степени культурному воздействию, либо естественный ландшафт или природное явление, представляющее выдающийся в общем смысле или для целей охраны природных и культурных ценностей страны научный или эстетический интерес» [цит. по: 22, s. 186–187]. Особо отмечается в этом определении уникальность или редкость объектов в природе, например эрратические валуны, следы прохождения глетчеров, северо-немецкие скальные формации или редкие для региона растения. Решающими факторами были условия происхождения и дальнейшая «нетронутость» его цивилизацией. При этом Конвентц был готов признать памятником и достаточно обширный участок при соблюдении этих условий. «Как захоронение является памятником доисторической эпохи, так и возникшие без участия человека горы являются памятником природы, наряду с естественным ландшафтом со свойственными ему растениями и животными, и отдельные виды и экземпляры их» [цит. по: 22, s. 5–6]. Между тем геологические памятники Конвентц изначально обозначает как небольшие по площади ООПТ. Понятие памятника природы, ретанированное Конвентцем, максимально пригодно именно для обозначения отдельных объектов и очень небольших охраняемых площадей. С учетом реальности происхождения и нетронутость для Конвентца не остались решающими критериями: «по определению под понятие памятник природы должны попадать только девственные участки ландшафта, растения и животные, не испытавшие на себе влияния человеческой деятельности. Но таковые и у нас, и в других государствах едва ли сохранились, что требует расширения понятия» и индивидуального подхода [цит. по: 22, s. 6].

С современной точки зрения особенность и уникальность охраняемых объектов, по концепции Конвентца, находятся в противоречии с задачей сохранения общего баланса в биосфере, когда окружение этих уникальных объектов продолжает

испытывать сильное антропогенное воздействие, поэтому необходимо ввести поправку на сохранение также и типичных объектов. Также очевидна сильная ориентация Конвентца на нужды просвещения (он даже написал руководство по применению природоохранных знаний в школе). Интересно то, что Конвентц памятники природы пытался привязать к специфике определенного региона, расценивая их также как «объекты <...> находящиеся на своем исторически изначальном месте, будь то части ландшафта, фрагменты рельефа или остатки растительного или животного мира» [цит. по: 27, s. 46].

После создания в 1906 г. Прусской государственной комиссии по охране памятников природы под руководством Конвентца стала проводиться практическая работа по охране памятников природы на всех уровнях власти (Союз промышленников даже создал специальный Совет по противодействию работе Комиссии) [15]. В 1911 г. Конвентц мог уже указать на значительное число министерских указов, которые поставили под охрану в прусских государственных лесах более сотни объектов [30]. В своих работах Конвентц расширил понятие памятника природы: к нему стало возможным отнести (как отвечающие требованиям) и живые организмы, и участки ландшафта, и ландшафт целиком. К 1918 г. в прусских провинциях на территории современной Германии, в основном благодаря работе Комиссии по охране памятников природы, а также при активном содействии различных общественных объединений по охране природы, насчитывалось значительное количество разнообразных ООПТ, в том числе 68 относительно крупных по площади [31].

Заключение

Формирование термина «памятник природы» в Германии на протяжении XIX в. было напрямую связано с появлением интереса к памятникам истории, культуры и архитектуры. Первые упоминания этого словосочетания были связаны с впечатляющими природными объектами – в первую очередь горами и деревьями. На протяжении XIX в. под памятниками природы в подавляющем большинстве понимались именно ботанические и геологические объекты, причем эта тенденция сохранялась до 1920-х гг., хотя с изданием в 1902 г. в Гессене закона об охране памятников и благодаря работе Прусской комиссии по охране памятников природы типология охраняемых объектов в Пруссии существенно расширилась и стала практически идентична современной.

Библиографический список

1. *Conwentz H. W.* Über nationalen und internationalen Naturschutz. Rede bei der Internationalen Naturschutzkonferenz in Bern am 18. November 1913 // *Aus der Natur*. Sonderabdruck. Leipzig : Verlag von Quelle&Meyer, 1914. 12 S.



2. *Eröffnung der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege zu Berlin*, im ehemaligen Botanischen Museum Grunewaldstraße 6/7, am 3. Februar 1911 // Beiträge zur Naturdenkmalpflege. Hrsg. von H. Conwentz. 2 Band. Berlin : Gebrüder Borntraeger Verlag, 1912. S. 109–143.
3. *Lenzing A.* Der Begriff des Naturdenkmales in Deutschland // Die Gartenkunst. 2003. № 15 (1). S. 4–27.
4. *Маркина Л. Г., Муравлёва Е. Н., Муравлёва Н. В.* Культура Германии : лингвострановедческий словарь / под общ. ред. Н. В. Муравлёвой. М. : АСТ, Астрель, Хранитель, 2006. 1181 с.
5. *Zeittafel zur Geschichte des Naturschutzes in Deutschland* // Natur und Landschaft. 1990. H. 3. S. 113–114.
6. *George K.* Streitigkeiten über Teufelsmauer und ihre Umgebung // 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 u.a. Halle : Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, 2002. S. 20–31.
7. *Hilbig W., Wegener U., Behrens H.* Die Entwicklung des Naturschutzes und des Naturschutzbeauftragtenwesens auf dem Territorium des Landes Sachsen-Anhalt von den Anfängen bis zur Gegenwart // hrsg. H. Behrens. Lexikon der Naturschutzbeauftragten. Band 2. Sachsen-Anhalt. Friedland : Steffen Verlag, 2006. S. 1–120.
8. *Schoenichen W.* Naturschutz – Heimatschutz. Große Naturforscher. Band 16. Stuttgart : Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft M. B. H, 1954. 311 S.
9. *Moewes F.* Zur Geschichte der Naturdenkmalpflege // Wege zum Naturschutz. W. Schoenichen. Staatliche Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen. Breslau : Ferdinand Hirt Verlag, 1926. S. 28–71.
10. *Hönes E.-R.* Naturdenkmäler und nationale Naturmonumente // Natur und Recht. 2009. № 31. S. 741–747.
11. *Klose H.* Fünfzig Jahre Staatlicher Naturschutz. Bonn : Brühlischer Verlag Giessen, 1957. 64 S.
12. *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 : Arbeitsgemeinschaft Deutscher Beauftragter für Naturschutz und Landschaftspflege e. V., 1972. S. 124–135.
13. *Rosebrock J.* Naturdenkmale – Anmerkungen zur Entstehungs- und Wirkungsgeschichte eines Schutzbegriffs // Stiftung Naturschutzgeschichte. Rundbrief für Mitglieder des Fördervereins Museum zur Geschichte des Naturschutzes in Deutschland e. V. 2009. H. 9. S. 47–52.
14. *Holschbach H.* Naturschutz und Landschaftspflege im rheinisch-bergischen Raum. Vortrag von Oberstudienrat. Gehalten am 24. Oktober 1957 vor der Abteilung Remscheid des Bergischen Geschichtsvereins e. V. Remscheid : o. V., 1958. 35 S.
15. *Sieferle R. P.* Fortschrittsfeinde? Opposition gegen Technik und Industrie von der Romantik bis zur Gegenwart. München. München, Verlag C. H. Beck, 1984. 301 S.
16. *Piechocki R.* Zum Wandel des Naturschutzverständnisses im Verlauf der letzten einhundert Jahre // Von den Naturdenkmalpflege zum Prozessschutz in den Nationalparks. Wege zu einer ganzheitlichen Naturschutzstrategie ; Bearb. von H. Behrens, P. Sacher, U. Wegener Nationalpark Hochharz und Institut für Umweltgeschichte und Regionalentwicklung e. V. Hrsg. Umweltgeschichte und Umweltzukunft. Band XI. VWF. Berlin : Verlag für Wissenschaft und Forschung, 2002. S. 5–47.
17. *Lienenkämper W.* Schützt die Natur – pflegt die Landschaft. Hiltrup bei Münster (Westfalen) : Landwirtschaftsverlag GmbH, 1956. 163 S.
18. *Wettengel M.* Staat und Naturschutz. 1906–1945. Zur Geschichte der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen und der Reichsstelle für Naturschutz // Historische Zeitschrift. 1993. B. 257. S. 356–399.
19. *Bock W.* Die Naturdenkmalpflege. Die Bestrebungen zur Erhaltung der Naturdenkmäler und ihre Durchführung // Serie A. Band 10. Naturwissenschaftliche Wegweiser. Sammlung gemeinverständlicher Darstellungen. Hrsg. von Prof. Dr. Kurt Lampert. Stuttgart: Verlag von Strecker&Schröder, 1910. 109 S.
20. *Feucht O.* Erlebter Naturschutz. Eine Rücksicht aus Württemberg. Stuttgart: Verlag Schwäbischer Albverein e. V., 1959. 79 S.
21. *Barthelmeß A.* Landschaft. Lebensraum des Menschen. Probleme von Landschaftsschutz und Landschaftspflege geschichtlich dargestellt und dokumentiert // Orbis Academicus. Sonderbände 2/1. Problemgeschichte von Naturschutz, Landschaftspflege und Humanökologie. Freiburg; München : Verlag Karl Alber, 1988. 384 S.
22. *Conwentz H. W.* Die Gefährdung der Naturdenkmäler und Vorschläge zu ihrer Erhaltung. Denkschrift dem Herrn Minister der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten überreicht von H. Conwentz. Berlin : Gebrüder Borntraeger Verlag, 1904. 207 S.
23. *Lipp W.* Natur-Geschichte-Denkmal. Zur Entstehung des Denkmalbewusstseins der bürgerlichen Gesellschaft. Frankfurt; N. Y.: Campus Verlag, 1987. 481 S.
24. *Oberkrome W.* Deutsche Heimat: nationale Konzeption und regionale Praxis von Naturschutz, Landschaftsgestaltung und Kulturpolitik in Westfalen-Lippe und Thüringen (1900–1960). Paderborn : Ferdinand Schöningh Verlag, 2004. 666 S.
25. *Anderson J.* Zoology of Egypt. Vol. 1. Reptilia and Batrachia. L.: Bernard Quaritch, 1898. 371 p.
26. *Zielonkowski W.* Geschichte des Naturschutzes // Ringvorlesung Naturschutz. Laufener Seminarbeiträge. Laufen ; Salzach : Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege. 1989. № 2. S. 5–12.
27. *Knaut A.* Zurück zur Natur! Die Wurzeln der Ökobilbewegung. Suppl. 1 zum Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege. Greven : Kilga-Verlag, 1993. 480 S.
28. *Neumann M.* Denkmalpflege als Geschichtspflege // Die Hessen und ihre Geschichte. Wege-Weiser durch die hessische Landes- und Regionalgeschichte / hrsg. von B. Heidenreich und E. G. Franz. Wiesbaden: Hessische Landeszentrale für politische Bildung, 1999. S. 74–83.
29. *Wolf B.* Vorschläge zum gesetzlichen Schutz // Beiträge zur Naturdenkmalpflege / hrsg. von H. Conwentz. 4 Band. Berlin: Gebrüder Borntraeger Verlag, 1914. S. 28–37.
30. *Wolf B.* Das Recht der Naturdenkmalpflege in Preussen // Beiträge zur Naturdenkmalpflege / hrsg. von H. Conwentz. 7 Band. Berlin : Gebrüder Borntraeger Verlag, 1920. 304 S.
31. *Schoenichen W.* Staatliche Stelle für Naturdenkmalpflege. Merkbuch für Naturdenkmalpflege. Berlin : Gebrüder Borntraeger Verlag, 1925. 232 S.



ГЕОЛОГИЯ

УДК [551.7.022:551.735.1](470.43)

ОБСТАНОВКИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В БОБРИКОВСКОЕ ВРЕМЯ В ПРЕДЕЛАХ ЮГО-ВОСТОКА РУССКОЙ ПЛИТЫ

С. В. Астаркин, О. П. Гончаренко, М. В. Пименов

Саратовский государственный университет
E-mail: sv.astarkin@rambler.ru

Изложены основные результаты литолого-фациальных исследований пород бобриковского горизонта, основанных на обработке материалов бурения последних лет. Приводится анализ существующих представлений об условиях формирования терригенного нижнего карбона. Установлено, что формирование терригенных коллекторов в бобриковское время происходило в морских условиях.

Ключевые слова: литология, обстановки осадконакопления, бобриковский горизонт, юго-восток Русской плиты.

Depositional Environment in Bobrikovsky Time within the South-east of the Russian Plate

S. V. Astarkin, O. P. Goncharenko, M. V. Pimenov

The main results of lithology and facies investigations of the Bobrikovskian reservoir rocks material are based on processing drilling in recent years. The analysis of the existing ideas about the conditions of formation of the Lower Carboniferous terrigenous beds. It has been established that formation of terrigenous rocks in Bobrikovsky time had occurred in marine environment.

Key words: lithology, depositional environment, Bobrikovskian horizon, southeast of the Russian Plate.

Терригенные отложения нижнего карбона образуют один из основных региональных нефтегазоносных комплексов Волго-Уральской нефтегазоносной провинции – терригенный (визейский) нижнекаменноугольный нефтегазоносный комплекс, включающий отложения (снизу вверх) косьвинского, радаевского, бобриковского горизонтов (нижневизейский подъярус), перекрытые отложениями тульского и алексинского горизонтов (верхневизейский подъярус). В пределах юго-востока Русской плиты наиболее полно керновым материалом охарактеризован бобриковский горизонт. Однако в настоящее время относительно условий образования бобриковских отложений существуют различные точки зрения. Одни придерживаются аллювиальной и аллювиально-дельтовой модели их образования [1–5], другие считают, что их формирование происходило в морских условиях среды [6–11].

Еще в 1963 году Н. И. Марковский [1] в составе полифациальной продуктивной терригенной толщи нижнего карбона выделял аллювиальные образования бобриковского горизонта, залегающие на карбонатных породах турнейского яруса и перекрываемые верхнетульскими известняками (в пределах Волгоградско-Саратовского Правобережья). По его представлениям, река, имеющая русло шириной более 30 км, протекала между Воронежским массивом и Токмовским выступом. По изопакитам яснополянского надгоризонта им был отрисован участок палеодельты, практически достигающей бортовых уступов Прикаспийской мегасинеклизы.

У Е. И. Черновой и И. Н. Орловой [6] отмечено наличие морской микрофауны в составе бобриковской ритмоподсветы. По их мнению, по крайней мере, верхняя часть бобриковских отложений, к тому же



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





терригенного состава, имеет морское происхождение.

М. М. Грачевский с соавторами [2] описывал Саратовскую палеореку бобриковского времени, русло которой проходило по Гусихинской и Казанлинской площадям, а дельта в – Саратовском Заволжье. На участках, прилегающих к руслам, отложения бобриковского горизонта менее мощные, песчаники более тонкозернистые, встречаются прослой углей. Эти особенности и разветвление русел позволили авторам отнести территорию к области надводной дельты.

Л. П. Съестнова, изучавшая литолого-минералогические особенности бобриковских отложений Саратовского Поволжья, отметила, что в строении горизонта принимают участие преимущественно терригенные породы, среди которых наблюдаются прослой карбонатных пород, пиритизированных глин, ходы илоедов, следы оползания, зерна глауконита, обугленный растительный детрит, который подчеркивает горизонтальную слоистость. Среди вышперечисленного отмечаются признаки морского происхождения бобриковских отложений [7].

По данным Г. М. Ярикова [8], бобриковские песчаные отложения формировались в условиях мелкого пляжа и моря со слабыми донными течениями, которые распределяли его в форме рукавообразных и линзовидных залежей. Основным источником сноса являлась Миллеровско-Тормосинская суша – возвышенная равнина, сильно денудированная и пенеппенизированная. Колебание мощности песчаных отложений он связывал с неравномерностью тектонических движений, наличием приподнятых и опущенных участков дна моря, различной скоростью течений и волнений, количеством привносимого обломочного материала (исследования велись в пределах северо-западного обрамления Прикаспийской впадины, Волгоградская область).

Г. В. Леонов и В. Н. Погудин [5] выделили систему палеорусловых врезов каньонообразной и террасовой формы, имеющих северо-западное и северо-восточное простирание и приуроченных к приразломным зонам. В статье авторы пишут, что увеличение мощности терригенных визейских отложений не является определяющим признаком вреза, так как это отмечается не только во врезе, но и на его борту в виде прибрежных намывных образований – врезов. Поскольку образование баров связано с деятельностью моря, непонятно мнение авторов о том, что прибрежные бары в отличие от участков увеличения мощностей в самом врезе сложены преимущественно алевролитами, песчаниками, глинистыми алевролитами русловой фации.

А. А. Александровым с соавторами [10] изложена своя схема, исходя из которой видно, что у них нет сомнения в морском генезисе терригенных образований нижнего карбона Мухано-Ероховской и Усть-Черемшанской впадин Камско-Кинельской системы прогибов, а колебания

их мощностей довольно убедительно объясняются действием подводных течений и волнений.

В последние годы особенно актуальной была идея широкого развития русловых врезов, заполненных аллювиальными отложениями [3, 4].

Рассмотренные выше данные разных авторов не являются исчерпывающими, но они дают ясное представление о существующих взглядах на формирование терригенного нижнего карбона в целом в пределах крупных геоструктурных элементов или локальных структур изучаемой территории. Одни данные могут быть приняты безоговорочно, другие вызывают определенные сомнения и новые вопросы.

Очевидно, что отложения, содержащие морскую фауну и глауконит, прослой известняков, должны быть отнесены к морским образованиям, а терригенные отложения, содержащие пласты угля значительной мощности и протяженности, следы корней растений, трещины усыхания, – к переходной (паралической) области.

К сожалению, сторонники аллювиального и аллювиально-дельтового происхождения терригенных пород бобриковского горизонта фациального (фациально-генетического) анализа этих образований не проводили, а свои заключения обосновывают только повышенными суммарными мощностями песчано-алевритовых пород. О характерных текстурах не говорится, а если такое происходит, то чаще фигурирует горизонтальная слоистость, подчеркнутая гранулометрической неоднородностью, скоплениями растительного детрита, иногда авторы указывают прерывистую слоистость. Наиболее информативная в данном случае косая слоистость упоминается изредка и без подробностей. Более того, при изучении полных разрезов бобриковского горизонта в пределах исследуемой территории не обнаружено характерных для аллювиальных и аллювиально-дельтовых отложений косослоистых текстур.

Представления о том, что терригенные породы бобриковского горизонта принадлежат к аллювиальным, аллювиально-дельтовым, даже межрусловым и надводно-дельтовым, мало совместимы с фактом их широкого площадного распространения и достаточно хорошей сопоставимости в разрезах рассматриваемой территории. Возможность сохранения в ископаемом состоянии этих рыхлых отложений, находящихся выше уровня моря, исключается действием абразии.

Представители континентальной модели формирования терригенного нижнего карбона исключают из ритмостратонов мелководноморские, в том числе и пляжевые, отложения, нарушая тем самым естественную фациальную последовательность в непрерывных разрезах (правило Головкинского – Вальтера). Можно заметить также, что помещать аллювиальные отложения в основание трансгрессивных ритмоподразделений нелогично, поскольку появле-



нию реки предшествует осушение территории, обусловленное отступлением (регрессией) моря. Очевидно, что при новой трансгрессии прилегающая суша подвергнется абразии и рыхлые осадки рек и надводных частей дельт будут переработаны в первую очередь и превратятся в терригенные морские образования.

В книге Н. Н. Верзилина [12], посвященной методам палеогеографических исследований, отмечается, что погребенные речные русла (обычно лишь относительно небольшие фрагменты древних речных систем) встречаются сравнительно редко. В геологических разрезах сохраняются в основном речные отложения низовьев рек, т. е. дельт, образующихся уже в зоне устойчивого осадконакопления. Такие отложения могут быть выделены на основании изменений состава отложений по площади вблизи от границы древней области сноса по особенностям ориентировки уплощенных галек, морфологии косослойчатых текстур, веерному падению косои слойчатости, изменению состава остатков фауны, подтверждающих изменение солености (опреснение или осолонение).

Кроме перечисленных признаков, для определения условий накопления осадков рекомендуется учитывать также следующие показатели: содержание углистого детрита, слюды, глауконита и остатков фауны, различное сочетание которых характеризует определенные обстановки осадконакопления [13]. Отсутствие всех четырех компонентов характерно для эоловых образований. Сочетание же их типично для глубоководья (подводные каньоны и конусы), где вынесенные с шельфа и переотложенные ракушечно-глауконитовые пески смешиваются с чешуйками слюды или гумусовым (водорослевым) веществом. Присутствие глауконита и/или остатков морской фауны при отсутствии углистых частиц и/или слюды свойственно отложениям морского шельфа – барам, барьерам, мелководным участкам. Для аллювиальных, озерных и дельтовых образований характерно отсутствие глауконита и остатков морской фауны при наличии углистых частиц и/или слюды.

Следует также учитывать полученные палеонтологические данные. В глинистых известняках, доломитизированных известняках и аргиллитах из нижней части горизонта были извлечены остатки макрофауны, фораминифер и визейских остракод, относящихся к родам *Paraparchites*, *Bairdia*, *Bairdiacypris*, *Microcheilina*, *Jonesina*, *Healdianella*, *Kirkbya*, чем подтверждается принадлежность вмещающих пород морским образованиям.

Анализируя вышесказанное, можно утверждать, что данных, однозначно доказывающих континентальное происхождение терригенных отложений нижнего визе района исследований, нет.

Исходя из региональных закономерностей строения нижневизейских отложений на терри-

тории юго-востока Русской плиты [14], анализа существующих взглядов на их генезис и полученных данных, выделены территории (зоны) их распространения и обстановки осадконакопления (рисунки).

Первая зона (зона А) представлена мелководно-морскими и прибрежными шельфовыми фациями. Распространена в виде широкой полосы, протягивающейся с юго-запада на северо-восток вдоль восточного склона Воронежской антеклизы, юго-восточного склона Токмовского свода и захватывающей прилегающие территории Жигулевского свода. В пределах указанной территории наблюдается постепенное увеличение мощности отложений в юго-восточном и восточном направлениях от 0 до 100–200 м за счет увеличения стратиграфической полноты разреза (разрастания мощности присутствующих горизонтов).

Бобриковский горизонт распространен на всей территории. К этому времени уже закончилась компенсация Камско-Кинельской системы прогибов, и характер осадконакопления зависел от палеорельефа дна. На Жигулевско-Пугачевском и Токмовском сводах, в зоне Филлиповской группы поднятий и к северу от нее накапливались песчано-глинисто-алевритовые отложения, имеющие сложные взаимоотношения между собой.

Для этого типа разреза характерно развитие в нижней части горизонта песчаного пласта мощностью 1,5–4 м, хорошо прослеживаемого во многих скважинах на Жигулевском валу (нефтяной пласт Б2). На Жигулевско-Пугачевском своде бобриковский горизонт в нижней части сложен аргиллитами черными, алевритистыми, слоистыми, с углефицированными растительными остатками, ходами илоедов, с прослоями алевролитов, песчаников и песков. Верхняя часть горизонта представлена песчаниками, аргиллитами, алевролитами. Наблюдаются «врезы» бобриковских отложений, преимущественно песчаных отложений, в известняки турнейского яруса. Следует отметить, что увеличение мощности бобриковских отложений во «врезах» не является твердым доказательством их аллювиального или аллювиально-дельтового генезиса. Такой же эффект достигается при заполнении осадком неровностей рельефа дна бассейна во время понижения уровня моря и соответственно повышения гидродинамической активности придонных вод, что происходило неоднократно в бобриковское время. По условиям осадконакопления они относятся к образованиям прибрежно-морского мелководья с активной гидродинамикой и многократным перемещением осадочного материала.

Следующая зона – преимущественно мелководно-морские шельфовые фации – охватывает территории Мелекесской впадины, Южно-Татарского свода и Бузулукско-Салмышской моноклинали, окаймляет Муханово-Ероховский прогиб (зона Б). С северо-запада данная зона

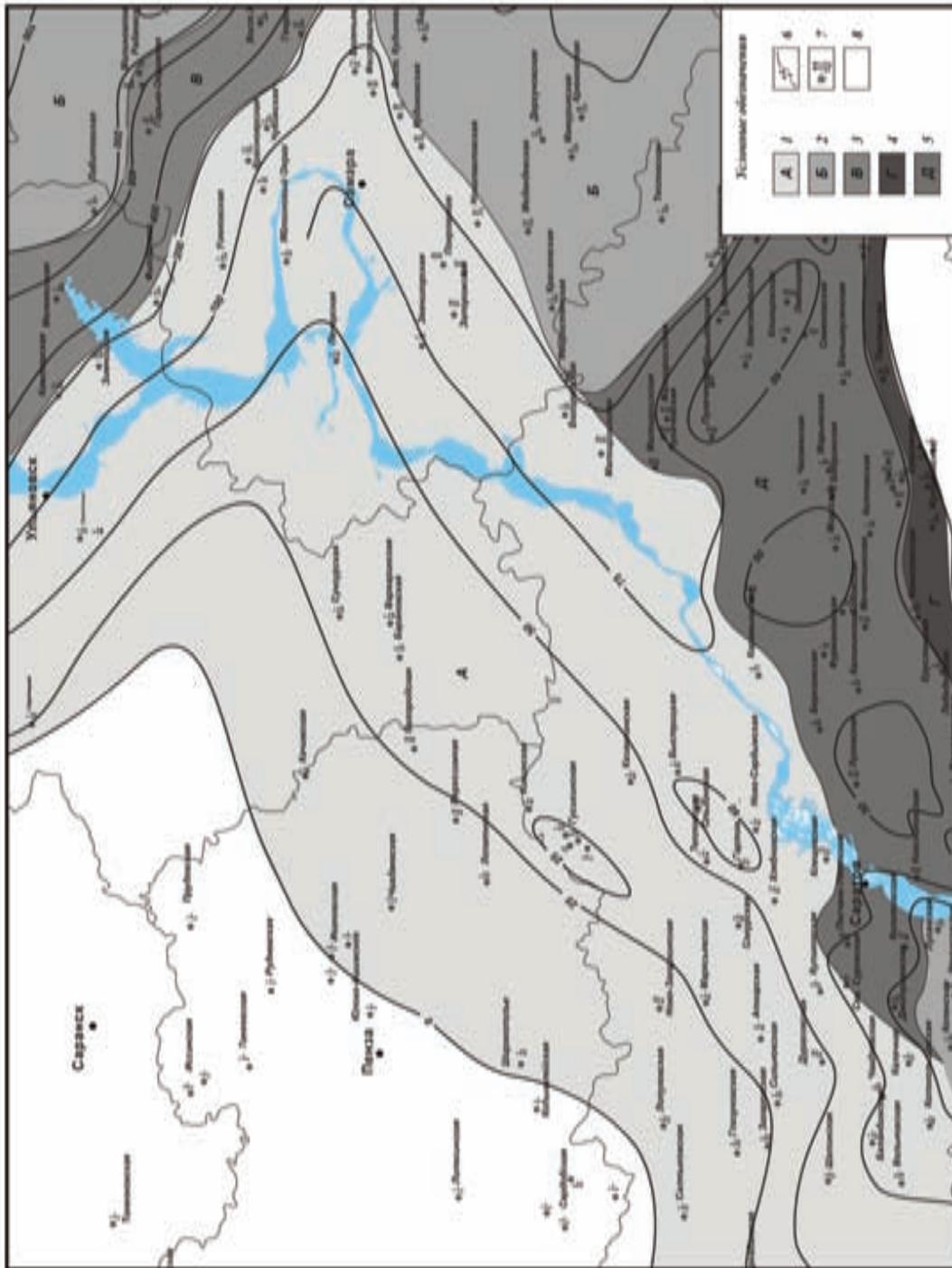


Рис. 1. Структурно-фациальная схема бобриковских отложений: 1 – мелководно-морские и прибрежные терригенные шельфовые фации; 2 – преимущественно мелководно-морские терригенные шельфовые фации; 3 – относительно мелководные компенсационные терригенные фации шельфовых прогибов; 4 – мелководно-морские терригенные фации опущенных палеотеррас шельфа; 5 – мелководно-морские терригенные шельфовые фации с повышенной песчаностью; 6 – изопахиты; 7 – скважины; в числителе – номер скважины, в знаменателе – мощность отложений; 8 – зона современного отсутствия отложений

ограничивается относительно глубоководной зоной Актаныш-Чишминского прогиба. Зоны, выделяемые южнее и севернее Муханово-Ероховского прогиба, несколько отличны по своему фациальному облику.

Угленосная свита бобриковского горизонта сложена аргиллитами с подчиненными прослоями (4–6) алевролитов и песчаников, невыдержанных по площади, количество и мощность которых возрастает в юго-западном направлении. Наибольшего развития они достигают на юго-за-

паде выделенного района. Общая мощность бобриковского горизонта колеблется от 2–5 м на северо-востоке и востоке до 20–22 на юго-западе.

В пределах Салмышской моноклинали бобриковские отложения представлены неравномерно переслаивающимися песчаниками, алевролитами и аргиллитами с единичными маломощными прослоями известняков. Песчаники темно-серые, кварцевые, мелкозернистые, с примесью зерен среднезернистой размерности, со сложной пятнисто-слоистой текстурой, нару-



горизонта установлено чередование глинистых, карбонатных и терригенных пород. Ритмичное строение разреза дает основание предполагать, что в течение бобриковского времени дважды (или более) происходило изменение уровня моря, фиксируемое сменой состава отложений. Вторая волна трансгрессии была более мощной, поэтому площадь распространения верхнебобриковских отложений более широкая. Они трансгрессивно перекрывают древние каменноугольные или девонские толщи в северном и северо-западном направлениях. Максимум эта трансгрессия достигла уже в раннетульское время, когда образовалась так называемая тульская карбонатная плита.

Анализ существующих представлений об условиях формирования терригенного бобриковского горизонта и результаты проведенных литолого-фациальных исследований позволяют сделать следующие выводы:

– континентальная модель формирования терригенного нижнего карбона в пределах юго-востока Русской плиты не имеет под собой однозначной доказательной базы;

– почти полное отсутствие характерных кослоистых текстур, и наоборот, преобладание горизонтально-слоистых текстур, присутствие глауконита, прослоев известняков и находки морской макро- и микрофауны в терригенных отложениях нижнего визе указывают на морские условия среды;

– образование песчано-алевритовых тел бобриковского горизонта происходило в мелководно-морских условиях под действие волнений и течений.

Библиографический список

1. Марковский Н. И. Палеодельта ранневизейской реки в Нижнем Поволжье и ее нефтегазоносность // Нефтегазовая геология и геофизика. 1963. № 2. С. 27–29.
2. Грачевский М. М., Берлин Ю. М., Дубовской И. Т., Ульмишек Г. Ф. Корреляция разнофациальных толщ при поисках нефти и газа. М.: Недра, 1969. 299 с.
3. Аллювиально-дельтовые системы палеозоя Нижнего Поволжья / под ред. В. А. Бабадаглы. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1982. 156 с.
4. Яцкевич С. В., Воробьев В. Я., Никитин Ю. И. Палеореки : это миф, «рекомания» или плод научных изысканий? // Недра Поволжья и Прикаспия. 2011. Вып. 66. С. 15–40.
5. Леонов Г. В., Погудин В. Н. Эрозионные структуры предвизейского заложения в Оренбургской области // Геология нефти и газа. 1989. № 12. С. 10–16.
6. Чернова Е. И., Орлова И. Н. Детальное расчленение разрезов нижне- и среднекаменноугольных отложений

Саратовского Поволжья. Стратиграфические схемы палеозойских отложений. Каменноугольная система. М. : Гостоптехиздат, 1962. 417 с.

7. Съестнова Л. П. Литолого-минералогическая характеристика бобриковских отложений Саратовского Поволжья // Вопросы стратиграфии, палеонтологии и литологии Нижнего Поволжья / Тр. НВНИИГГ. Саратов, 1969. Вып. 9. С. 119–124.
8. Яриков Г. М. Каменноугольные отложения северо-западного обрамления Прикаспийской впадины и перспективы их нефтегазоносности : автореф. дис. ... д-ра геол.-минералог. наук. Л., 1973. 51 с.
9. Алиев М. М., Яриков Г. М., Хачатрян Р. О. Каменноугольные отложения Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. М. : Недра, 1975. 262 с.
10. Александров А. А., Данилов Б. А., Санаров С. В., Сивков Н. Р. Условия седиментации терригенного комплекса нижнего карбона и формирование сложноэкранированных ловушек нефти на бортах Камско-Кинельской системы внутривпадинных впадин // История, достижения и проблемы геологического изучения Самарской области / под ред. проф. В. В. Корягина и проф. В. П. Костюка. Самара, 2000. С. 243–250.
11. Кухтин Д. А., Писаренко Ю. А., Е. А. Воронкова. Об условиях накопления терригенных отложений нижнего карбона северо-западного обрамления Прикаспийской впадины // Недра Поволжья и Прикаспия. 2004. Вып. 39. С. 9–16.
12. Верзилин Н. Н. Методы палеогеографических исследований. Л. : Недра, 1979. 247 с.
13. Селли Р. Ч. Древние обстановки осадконакопления : пер. с англ. М. : Недра, 1989. С. 73.
14. Писаренко Ю. А., Воробьев В. Я. Результаты региональных геолого-геофизических работ на территории юго-восточной части Русской плиты и перспективы их дальнейшего проведения // Геология нефти и газа. 2011. № 1. С. 68–77.
15. Астаркин С. В., Докучаев Д. А., Федулаева А. А. Литолого-петрофизическая характеристика и условия осадконакопления пород-коллекторов терригенного нижнего карбона Усть-Черемшанского прогиба (Самарское Заволжье) // Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, посвященной памяти академика А. П. Карпинского : в 2 т. СПб., 2011. Т. 6. С. 5–9.
16. Астаркин С. В., Гончаренко О. П., Мусатов В. М. Литолого-фациальная характеристика бобриковских отложений предбортовой зоны Прикаспийской впадины // Концептуальные проблемы литологических исследований в России: материалы 6-го Всерос. литологического совещания : в 2 т. Казань, 2011. Т. 1. С. 71–73.
17. Гончаренко О. П., Астаркин С. В., Мусатов Ю. А. Литолого-петрофизическая характеристика продуктивных отложений терригенного нижнего карбона южного склона Жигулевского свода (Саратовское Поволжье) // Геология, география и глобальная энергия. 2011. №2. С. 94–96.



УДК 563.954: 551.763.333 (084.2)

МОРСКИЕ ЕЖИ *CYCLASTER* И *GALERITES* ИЗ МААСТРИХТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПОВОЛЖЬЯ

Е. А. Калякин

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



Впервые для Поволжья описано два новых вида эхиноидей и показано их стратиграфическое положение. Проанализирована взаимосвязь выявленных маастрихтских морских ежей рассматриваемого региона с синхронными комплексами сопряженных палеобиохорий.

Ключевые слова: Поволжье, маастрихт, морские ежи.

The Echinoids *Cyclaster* and *Galerites* from the Maastrichtian Deposits of Volga Region

E. A. Kalyakin

A first for the Volga region described two new species of echinoids and shows their stratigraphic position. Analyzed the relationship identified Maastrichtian sea urchins of the region coupled with synchronous complexes conjugate paleobiochores.

Keywords: Volga region, Maastricht, sea urchins.

Остатки морских ежей часто встречаются в верхнемеловых отложениях Поволжья. На данный момент установлены представители 38 видов из туронского – маастрихтского интервала разреза. За последние годы автором изучено стратиграфическое распространение и показано большое

значение эхиноидей для стратиграфии верхнемеловых карбонатных интервалов разреза [1]. Однако остаются «проблемные» интервалы пород, в которых ежи встречаются редко и/или их остатки практически не пригодны для детальных биостратиграфических исследований. В частности, на данный момент маастрихтский комплекс морских ежей обладает слабым стратиграфическим потенциалом в силу значительного «вертикального» диапазона распространения видов, т. е. большая их часть характерна и для раннего, и для позднего маастрихта, а иногда и для кампана. До недавнего времени этот комплекс ограничивался представителями *Echinocorys pyramidata* (Portlock), *Echinocorys ciplensis* (Lambert), *Echinocorys perconica* Hagenow и *Phymosoma granulatum* (Goldfuss), географически локализованными в пределах Вольской впадины (разрезы «Большевик», «Коммунар» и «Красный Октябрь») и Саратовского Заволжья (р.п. Озинки). По многочисленным литературным данным в этот список следует также включить *Echinocorys ovata* (Leske), находки которого указываются из тех же местонахождений (рис. 1) [2, 3].



Рис. 1. Местоположение разреза мелового карьера «Большевик» и мелового карьера в районе рабочего поселка Озинки



Для морских ежей рода *Echinocorys* свойственна слабая внутривидовая морфологическая изменчивость, но при этом для всех таксономических уровней отмечается значительная морфометрическая изменчивость, что, в частности, выражается в значительных вариациях параметров и формы панциря [4]. Не являются исключением и упомянутые выше виды, встречающиеся в маастрихтских отложениях Поволжья. Этот факт, вкуче с широким стратиграфическим диапазоном распространения, сильно затрудняет использование данной группы для детальной биостратиграфии. Представители *Phymosoma granulatum* (Goldfuss) довольно редки, но по сравнению с *Echinocorys* более значимы для стратиграфии, поскольку распространены в породах только верхнего маастрихта. Следует отметить, что маастрихтские морские ежи проигрывают и в частоте встречаемости. К примеру, в пределах Вольской впадины частота встречаемости маастрихтских форм, по сравнению с кампанскими, меньше в несколько раз [5].

При изучении сборов, сделанных в меловом карьере «Большевик» (г. Вольск), а также материалов частной коллекции В. Б. Сельцера, установлено два новых для региона вида эхиноидей, происходящих из маастрихтских пород: *Galerites orbicularis* (d'Orbigny) и *Cyclaster galei* Jeffery.

Единичная находка *Galerites orbicularis* (d'Orbigny) сделана в упомянутом выше меловом карьере в районе р. п. Озинки (Саратовская область) В. Б. Сельцером (СГУ) и А. Г. Олферьевым (ГИН РАН) в ходе работ по изучению опорных разрезов верхнего мела Поволжья. Данный образец не был включен в публикацию [6], поскольку найден был позже, однако за основу берется описание разреза, приведенное в этой работе. Находка происходит из мела кремового цвета, с едва различимым зеленоватым оттенком – слой 4 (верхний маастрихт, зона

Belemnitella junior – *Neobelemnella kazimirovensis*). Из этого слоя также происходят *Belemnitella* cf. *junior* Now., *Baculites* sp. *juv. form.*, *Kosmospirella* sp., *Aporrhais* sp. и морские ежи *Echinocorys pyramidata* (Portlock). Большинство маастрихтских форм эхиноидей (*Phymosoma granulosum* Goldf., *Echinocorys ovata* Les., *E. pyramidata* Port.) в этом разрезе распространены ниже – в слое 3 (верхний маастрихт, зона *Belemnella sumensis*) (рис. 2).

Находка представителя *Cyclaster galei* Jeffery сделана в меловом карьере «Большевик» (г. Вольск, Саратовская область). Она происходит из осыпи. Сопоставив мощности ранне- и позднемаастрихтских отложений с интервалом осыпи, в которой сделана находка, можно с уверенностью предположить, что происходит она из пород нижнего маастрихта (карсунская свита) [7]. Однако это крайне ненадежный способ привязки, и теоретически данный образец может происходить из любого уровня верхних 55–60 м разреза, которым соответствуют породы маастрихта.

Описание морских ежей

Класс Echinoidea Leske, 1778

Надотряд Irregularia Latreille, 1825

Отряд Spatangoida Agassiz, 1840

Подотряд Micrasterina Fischer, 1966

Семейство Micrasteridae Lambert, 1920

Подсемейство Cyclasterinae Poslavskaja, 1964

Род *Cyclaster* Cotteau, 1856

Cyclaster galei Jeffery, 1997

Фототаблица 1

Cyclaster galei Jeffery, 1997a: pp. 704–705; text-figs 16, 18A–C; pl. 10, figs 5–8.

Cyclaster galei Jeffery, 1998: pp. 149–157; text-figs 2A–C.



Рис. 2. Вид юго-западной стенки мелового карьера в районе р.п. Озинки (по состоянию на 2007 год), стрелкой указан уровень находки *Galerites orbicularis* d'Orbigny (фото Е. М. Первушова)



Голотип. Экземпляр BMNH EE 5575, место хранения Лондон, Музей естественной истории; верхний мел, верхи верхнего маастрихта; п-ов Мангышлак, Казахстан.

Описание. Панцирь небольших размеров. Оральная поверхность слабовыпуклая; аборальная поверхность выпуклая, с ярко выраженным килем в задней части панциря. Вершина – в задней трети аборальной поверхности, позади апикальной системы. Апикальная система практически в центре, несколько смещена к переднему краю. Петалоиды слабо развитые, короткие, узкие, слегка углубленные с двускатными порами. Петалоидная часть переднего непарного амбулакра – поверхностная. Перистом средних размеров, овальной формы, с ярко выраженной небольшой губой. Перепрокт средних размеров, несколько меньше перистома, расположен в верхней части анальной ареи. Лабральная пластинка длинная, стерральные пластинки длин-

ной около 50% tl. Имеется субанальная фасциола. Панцирь густо покрыт разноразмерными туберкулами (фототабл. 1).

Сравнение. От *Cyclaster integer* (Seunes) отличается более крупными размерами, удлиненными петалоидами, ярко выраженным килем в задней части панциря.

Замечания. Находка не имеет жесткой стратиграфической привязки, поскольку сделана в осыпи.

Материал. 1 экземпляр – панцирь хорошей сохранности из нежнемаастрихтских отложений (карсунская свита?) мелового карьера «Большевик», г. Вольск Саратовская область.

Распространение. Верхняя часть верхнего маастрихта (зона *Neobelemnella casimirovensis*) Мангышлака, нижний маастрихт? Вольской впадины.

Морфометрические признаки, мм, *Cyclaster galei* Jeffery:

Экз.№	tl	tw	h	lp	pl	plw	l	psw	psa	nd	ape	ap	pp	asp	ah	aw	ppe
СГУ № 202/2	43	33	22	30	18	15	8	5	10	0	10	6	5	22	4	3	5

Условные обозначения, принятые при описании панциря [12]:

ah – высота (длина) перипрокта; ap – длина переднего петалоида; are – расстояние между концами передних петалоидов; asp – расстояние от апикальной системы до заднего края панциря; aw – ширина перипрокта; h – высота панциря; l – длина лабральной пластинки; lp – расстояние от переднего края лабрума до заднего края панциря; pl – длина пластрона (стерральных пластинок); plw – ширина пластрона; pp – длина заднего петалоида; ppe – расстояние между концами задних петалоидов; psa – расстояние от переднего края перистома до переднего края панциря; psw – ширина перистома; tl – длина панциря; tw – ширина панциря.

Отряд Echinoneoidea Clark, 1925
Семейство Galeritidae Gray, 1825
Род *Galerites* Lamarck, 1801

Galerites orbicularis (d'Orbigny, 1853)
Фототаблица 2

Echinoconys orbicularis d'Orbigny, 1853, стр. 532, табл. 992, фиг. 6–9 [8].

Echinoconys orbicularis d'Orbigny, 1921, Nietsch, S. 39, taf. IX, fig. 13–16, taf. X, fig. 12, 13, 16 [9].

Echinoconys orbicularis d'Orbigny, Пославская, 1959, 252, табл. III, фиг. 5а-5б.

Galerites orbicularis d'Orbigny, Савчинская, 1982, 235, табл. XXV, фиг. 4а-4г. [10].

Описание. Панцирь невысокий, полушаровидной формы. Амбитус низкий, совпадает с перегибом верхней части панциря к основанию. Основание округлое, плоское, с плавным перегибом к аборальной поверхности. Перистом окру-

глый, с псевдофлосцелью, расположен практически в центре оральной стороны, несколько смещен к переднему краю. Перипрокт краевой, пентагональной формы, расположен на резко ограниченном анальном пластроне. Пластрон сливается с псевдофлосцелью (фототабл. 2).

Сравнение. От *Galerites vulgaris* (Leske) отличается четко выраженной псевдофлосцелью, более резко ограниченным анальным пластронном, сливающимся с псевдофлосцелью и меньшими размерами панциря.

Материал. 1 экземпляр – панцирь хорошей сохранности из верхнемаастрихтских отложений мелового карьера в окрестностях р. п. Озинки, Саратовская область.

Распространение. Верхний маастрихт Закаспийской области и Северного Кавказа, маастрихт Западной Европы, верхний маастрихт дальнего Саратовского Заволжья.

Морфометрические признаки, мм, *Galerites orbicularis* (d'Orbigny):

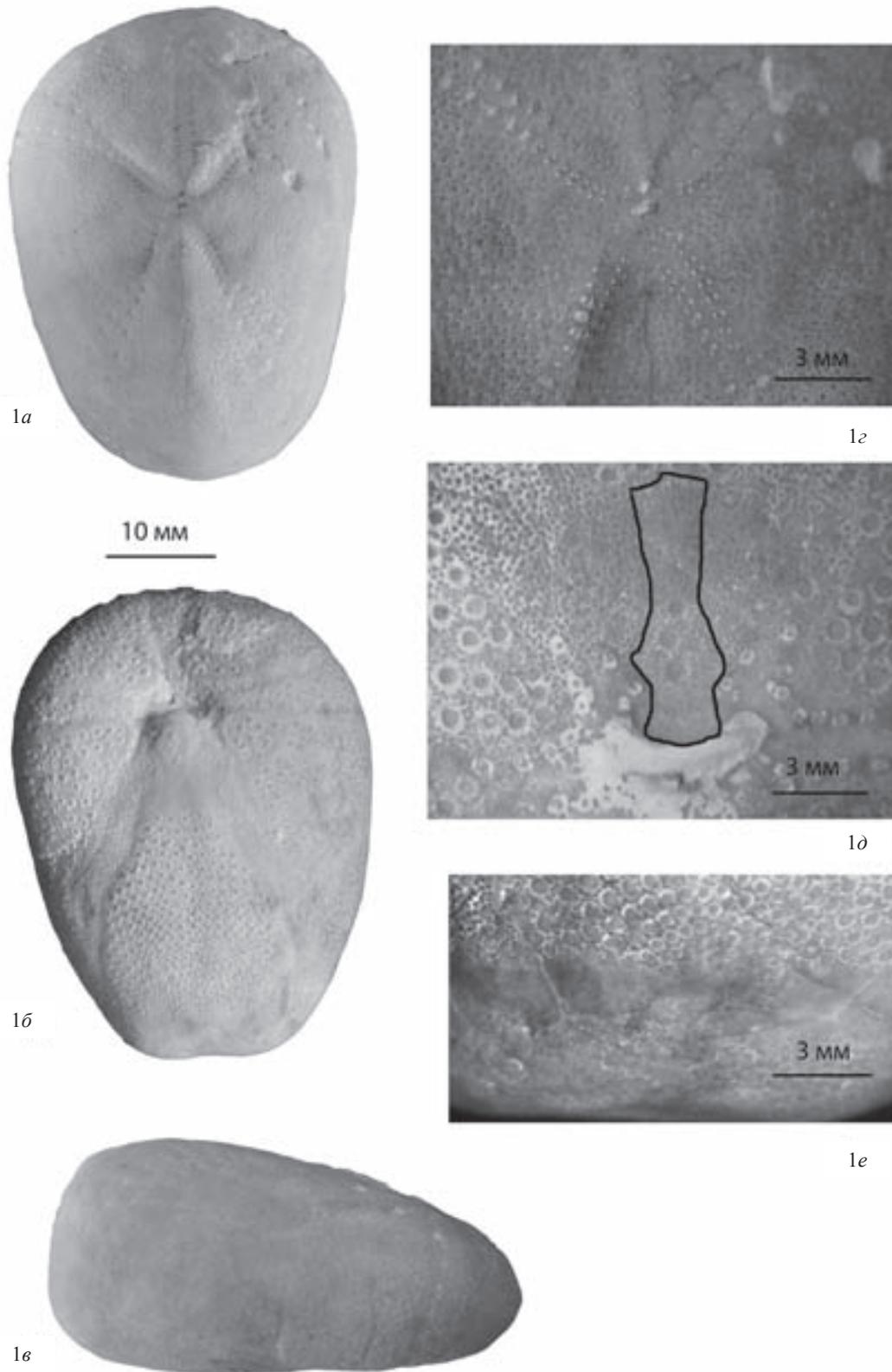
Экз.№	tl	tw	h	psa	ah	aw
СГУ № 205/1	30	30	21	11	4	4

Представители семейства Galeritidae и рода *Cyclaster* описываются в Поволжье впервые. Данный факт, несомненно, имеет значение как для биостратиграфии верхнего мела региона, так и для палеогеографических реконструкций позднемеловых морских бассейнов.

Одной из ключевых позиций является возможность анализа тенденций в расселении морских ежей в позднемеловых бассейнах. В частности, *Cyclaster galei* Jeffery является наиболее интересным с этой точки зрения. Этот вид был извлечен из верхнемаастрихтских отложений (зона



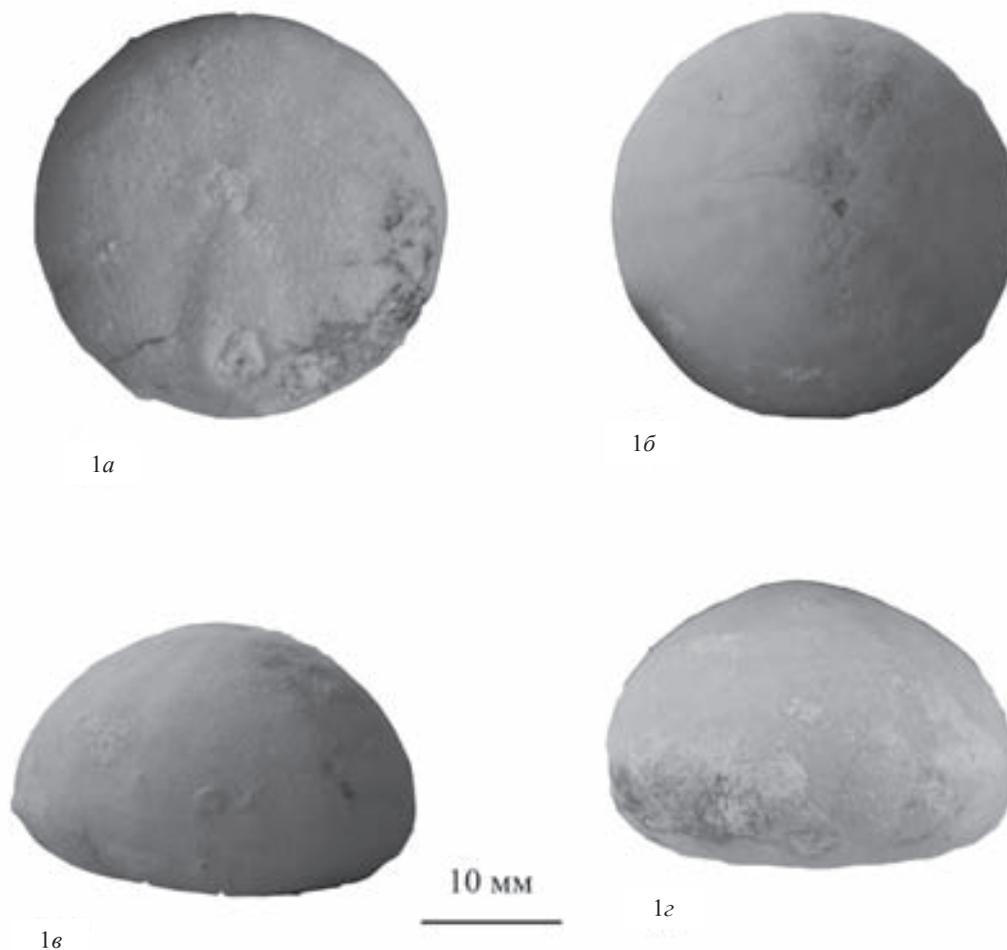
Фототаблица 1



Фототаблица 1. Фиг. 1. *Cyclaster galei* Jeffery, экз. СГУ 202/2: а – вид сверху; б – вид снизу; в – вид сбоку; г – увеличенный фрагмент апикальной системы; д – лабральная пластинка; е – увеличенный фрагмент субанальной фасциолы



Фототаблица 2



Фототаблица 2. Фиг. 1. *Galerites orbicularis* d'Orbigny, экз. СГУ 205/1: а – вид снизу; б – вид сверху; в – вид сбоку; г – вид сзади

Neobelemnella kasimirovensis) разрезом Кошак и Кызылсай, был описан в 1997 году С. Н. Jeffery и считался эндемичным для Мангышлака [11, 12]. Затруднения в определении походки, сделанной в Поволжье, определяются недостаточностью информации, данной в первоописании [11, 13], и предпосылкой того, что данный вид является эндемиком. Находка этой формы в Поволжье позволяет расширить ареал распространения вида и проследить направления продвижения бентосных фаун в палеобиохории, что, несомненно, повышает его корреляционный потенциал. Крайне важным является более низкий стратиграфический уровень находки в Поволжье по сравнению с Мангышлаком. Конечно, говорить об этом с полной уверенностью нельзя, поскольку находка одна и не имеет привязки *in situ*.

Находка *Galerites orbicularis* (d'Orbigny) также представляет и палеогеографический интерес. Район р.п. Озинки, где она сделана, на данный момент наиболее восточная точка Саратовского Поволжья, где встречены остатки кам-

пан – маастрихтских морских ежей. Поскольку в Западной Европе, Закаспийской области и на Северном Кавказе данный вид достоверно характеризует породы верхнего маастрихта [14], очевидной становится связь поволжской части бассейна с сопредельными областями в позднем маастрихте. Об этом свидетельствует и весь комплекс маастрихтских морских ежей, сходный на родовом и, по-видимому, видовом уровне с комплексами ежей, известными на территории Крыма, Кавказа, Донбасса, Мангышлака и Западной Европы.

Как указывалось выше, комплексы видов морских ежей маастрихта Вольской впадины и Саратовского Заволжья практически идентичны. Отличаются они лишь наличием в вольских разрезах *Echinocorys perconica* Hagenow и *Cyclaster galei* Jeffery, а в озинском разрезе *Galerites orbicularis* (d'Orbigny). Вероятных причин объяснения данного факта несколько: во-первых, в целом слабая история изучения остатков данных организмов из верхнемеловых пород Поволжья.



За последние несколько лет автором статьи значительно расширен диапазон поздне меловых видов по сравнению с предыдущими исследованиями [15, 16]; во-вторых, очень неравная степень изученности разрезов правобережной и левобережной частей Поволжья. Правобережная часть, в частности Вольская впадина, изучена гораздо лучше, что изначально приводит к неравномерной палеофаунистической охарактеризованности разрезов; в-третьих, крайне низкая частота встречаемости морских ежей.

Выводы

1. Установлено два новых для Поволжья вида маастрихтских эхиноидей – *Galerites orbicularis* (d'Orbigny) и *Cyclaster galei* Jeffery.

2. Появление новых форм в маастрихтском комплексе морских ежей повышает биостратиграфический и корреляционный потенциал всего комплекса и позволяет проводить более детальное сопоставление вмещающих пород Поволжского региона и сопредельных регионов, в которых эти виды описывались ранее.

3. *Galerites orbicularis* (d'Orbigny) и *Cyclaster galei* Jeffery – формы, считались ранее характерными для более южных регионов: Кавказа, Закаспийской области, Мангышлака и Западной Европы. Присутствие даже этих единичных форм в Поволжье подтверждает, что морские акватории указанных регионов в маастрихтское время – были единой палеогеографической областью.

4. Находка представителя *Cyclaster galei* Jeffery позволяет расширить ареал вида, поскольку раньше он считался эндемичным для Мангышлака. Более низкий стратиграфический уровень находки по сравнению с Мангышлаком позволяет говорить о том, что этот вид *Cyclaster* характерен для всего маастрихта, а не только для его верхней части, как считалось ранее.

Автор выражает искреннюю признательность доценту кафедры геоэкологии СГУ В. Б. Сельцеру и заведующему кафедрой исторической геологии и палеонтологии СГУ Е. М. Первушовой.

Библиографический список

1. Калякин Е. А. Об особенностях распространения морских ежей в верхнемеловых отложениях Поволжья // Меловая система России и ближнего зарубежья : проблемы стратиграфии и палеогеографии : материалы VI Всерос. совещ. Краснодар : Изд-во Кубан. гос. ун-та, 2012. С. 148–151.

2. Лобанов И. Ф. Выходы мела в районе Озинского известкового завода // Учен. зап. СГУ. Т. XV, вып. 1 (общий). С. 64–77.

3. Морозов Н. С. Меловая система, верхний мел // Геология СССР. Т. XI. Ч. I. «Геологическое описание». М.: Недра, 1967. С. 543–579 с.

4. Москвин М. М., Шиманская Н. В. Морские ежи рода *Echinocoelus*, пример стратиграфически важной, медленно эволюционирующей группы // Систематика, эволюция, биология и распространение современных и вымерших иглокожих / под ред. О. А. Скарлато. Л. : Зоологический ин-т АН СССР, 1976. С. 47–49.

5. Калякин Е. А. О распространении морских ежей в меловых разрезах вольских карьеров // Геологи XXI века : материалы конф. Саратов : СО ЕАГО, 2009. С. 9–10.

6. Сельцер В. Б., Иванов А. В., Иванов А. Ю. Верхнемеловой разрез озинского карьера // Недра Поволжья и Прикаспия, 2006, вып. 46. С. 30–40.

7. Олферьев А. Г., Беньямовский В. Н. Верхнемеловые отложения севера Саратовской области. Статья 1. Разрез карьера «Большевик» в окр. Вольска // Бюл. МОИП. отд-ние геол. 2009. Т. 84, вып. 2. С. 5–22 ; Статья 2. Биостратиграфическое расчленение разреза карьера «Большевик» в окр. Вольска // Бюл. МОИП. Отд-ние геол. 2009. Т. 84, вып. 4. С. 29–46.

8. *Orbigny A. d'*. Paleontologie francaise // Terrains cretaces. T. VI, 1853.

9. *Nietsch H.* Die irregulären Echiniden der pommerschen Kreide // Abh. geol. paläont. 1921. Т. 2. 47 p.

10. Савчинская О. В. Класс Echinoidea – морские ежи : Атлас беспозвоночных поздне меловых морей Прикаспийской впадины // Тр. / Палеонтологический ин-т АН СССР. 1982. Т. 187. С. 229–240.

11. *Jeffery C. H.* All change at the K – T boundary? Echinoids from the Maastrichtian and Danian of the Mangyshlak Peninsula, Kazakhstan // Paleontology. 1997. Vol. 40. S. 659–712.

12. *Kroh A.* Index of living and fossil Echinoids 1971–2008 // Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien. Serie A 112. Wien, 2010. P. 195–470.

13. *Jeffery C. H.* Carrying on regardless: the echinoid genus *Cyclaster* at the Cretaceous – Tertiary boundary // Lethaia. 1998. Vol. 31. P. 149–157.

14. Пославская Н. А., Москвин М. М. Эхиноидеи // Атлас верхнемеловой фауны Северного Кавказа и Крыма. М.: Гостоптехиздат, 1959. С. 237–304.

15. Марков А. В., Соловьев А. Н. Морские ежи семейства Paleorpeustidae (Echinoidea, Spatangoida) : морфология, система, филогения // Тр. / ПИН РАН. 2001. Т. 280. 109 с.

16. Соловьев А. Н. Особенности распространения морских ежей в юрских и меловых отложениях Восточно-Европейской платформы // Эвстатические колебания уровня моря в фанерозое и реакция на них морской биоты : материалы совещ. М.; 2007. С. 34–39.



УДК 553.98.061.4(571.1)

ПАРАГЕНЕЗИСЫ И ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГЛИНИСТЫХ И ТИТАНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ ТЕРРИГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ – ОСНОВА ПРОГНОЗА ЗОН НЕФТЕГАЗОНАКОПЛЕНИЯ



А. Д. Коробов, Л. А. Коробова, А. Т. Колотухин,
В. М. Мухин, Л. В. Елисеева

Саратовский государственный университет
E-mail: korobad@yandex.ru, korob@info.sgu.ru

На основе детальных литологических и геохимических исследований показано, что присутствие в терригенных породах гидротермального крупночешуйчатого структурно совершенного триклинного каолинита (в меньшей степени диккита) в ассоциации с регенерационным и микродрозовым кварцем свидетельствует о режиме слабого пульсирующего стресса, приведшего к нефтенасыщению вторичных коллекторов чехла. Развитие же аутигенных лейкоксена и анатаза в парагенезисе с новообразованным кальцитом контролировалось трещинами растяжения, которые переживали малоамплитудные колебания, исключающие стресс. Появление вторичных минералов TiO_2 , которые заметно увеличивают выход тяжёлой фракции, говорит о плохих экранирующих свойствах перекрывающих толщ и малой вероятности возникновения промышленных залежей углеводородов.

Ключевые слова: аутигенные лейкоксен, анатаз, каолинит, диккит; геодинамическая аномалия, трещины растяжения, тектоногидротермальная активизация.

Parageneses and Formation Histories of Clayey and Titanian Minerals from the West Siberian Terrigenous Reservoirs – the Basis for Predicting Oil and Gas Accumulation Zones

A. D. Korobov, L. A. Korobova, A. T. Kolotukhin,
V. M. Mukhin, L. V. Eliseyeva

Detailed lithologic and geochemical investigations were used to show that the presence of hydrothermal coarsely lamellar, structurally perfect triclinic kaolinite (to a lesser extent, dickite) in association with regeneration and microdrusy quartz in terrigenous rocks is indicative of the weakly pulsating stress regime contributory to oil saturation in the mantle secondary reservoirs. Development of authigenic leucoxene and anatase in paragenesis with newly formed calcite was controlled by extension fractures that used to withstand low-amplitude, stress-precluding oscillations. Generation of the TiO_2 secondary minerals markedly increasing the heavy-fraction yield testifies to the poor screening properties of the overlying sequences and low probability of commercial hydrocarbon accumulations.

Key words: authigenic leucoxene, anatase, kaolinite, dickite, geodynamic anomaly, extension fractures, tectonohydrothermal activation

Введение

Вся современная теория нефтегазообразования и все установленные закономерности на-

копления и размещения в земной коре нефти и газа были сформулированы исключительно под углом зрения депрессионного (или бассейнового) мировоззрения. С этих позиций для образования углеводородов (УВ) были необходимы в первую очередь: 1) длительный (сотни миллионов лет) и устойчивый режим тектонического прогибания; 2) погружение исходных материнских отложений на достаточную глубину, чтобы они оказались в условиях высоких температур (главная зона нефтегазообразования); 3) значительные геостатические давления, которые отжимали бы протонефть из нефтематеринских пород в пласты-коллекторы. При таком подходе температурные границы и отвечающие им глубинные интервалы, как правило, определяют вертикальную зональность нефтегазообразования и размещения залежей. Здесь важно подчеркнуть, что тепловые поля (кондуктивный теплоперенос), контролирующие границы главных фаз и главных зон нефте- и газообразования, в понимании Н. Б. Воссоевича, практически не изменяются во времени, т. е. остаются в статическом состоянии и характеризуют геостатический режим генерации УВ. Последний складывается из двух факторов: давления, которое в осадочной толще контролируется силами гравитации и температуры, определяемой установившимся тепловым (кондуктивным) полем. В условиях активного тектогенеза, который переживает большинство седиментационных бассейнов на пути их превращения в бассейны нефтегазоносные, распределение давлений и температур в осадочном чехле значительно усложняется. Поэтому закономерности, установленные для геостатической обстановки, существенно нарушаются и приходят в противоречие с новым фактическим материалом, полученным, в частности, на нефтяных и газовых месторождениях рифтогенных осадочных бассейнов.

Начавшийся со второй половины 80-х годов прошлого столетия флюидодинамический этап, призванный устранить вышесказанные противоречия, успешно развивается в настоящее время. Его особенность заключается в признании геологами эволюционно-динамических факторов генерации УВ и установлении генетических связей между динамикой трёх процессов: 1) мощного осадконакопления, б) интенсивного прогресса, протекающего в условиях как растяже-



ния, так и сжатия, в) активного нефтегазообразования. Принципиально новым при таком подходе является понимание геологами того, что прогрев осадочных пород связан не только и не столько с кондукционной передачей тепла, сколько с конвективным теплопереносом. Если первый механизм создаёт общий тепловой фон и контролирует региональный фоновый эпигенез погружения (стадиально-эпигенетические преобразования), то конвективные процессы определяют наложенный эпигенез. При этом надо чётко понимать, что процессы наложенного эпигенеза не являются продолжением стадиального. Они могут проявляться на любом этапе осадочного цикла с началом тектонической активизации. Наложный эпигенез реализуется в новой особой автономной системе, которая отличается энергетическими источниками, способами транспортировки, механизмами извлечения и аккумуляции вещества.

Конвективный теплоперенос, по мнению Б. А. Соколова и А. Н. Гусевой (1993 г.), является серьёзным ускорителем генерации УВ. В периоды тектонической активизации происходит подъём вверх высокотемпературной газодынной смеси. Эта смесь по разломам и системе оперяющей трещиноватости попадает в нижние, средние и, вероятно, даже верхние части разреза осадочного чехла. Там высокая температура гидротерм активизирует процессы образования углеводородов на всех уровнях геологического разреза осадочных отложений. В силу этого главная зона нефте- и (или) газообразования может возникать и существовать по всему разрезу осадочных отложений в течение времени тектонической перестройки на участках, где создаются оптимальные для такого процесса температурные условия. Способствует этому исчезновение или резкое сокращение естественных преград на пути движущегося флюида за счёт утраты глинистыми отложениями экранирующих свойств. Дозказано [1], что в условиях высоких температур и минерализации циркулирующих вод на порядок и более увеличивается проницаемость смектитовых глин. В меньшей степени это касается глин каолинитовых. Следовательно, в седиментационных бассейнах в периоды тектонической активизации резко возрастала конвективная составляющая вертикального движения подземных вод (гидротерм). Свидетельством конвективного прогрева рифтогенных бассейнов могут служить широкое развитие гидротермальных процессов с появлением метасоматической зональности и сопряженной с ней фазовой зональностью УВ, а также обогащенность залежей нефти и газа металлами и глубинными газами. Такой взгляд на проблему чрезвычайно важен для молодой Западно-Сибирской плиты (рифтогенного седиментационного бассейна), поскольку установлена прямая генетическая связь между рифтогенезом и возникновением осадочных бассейнов, с

одной стороны, и формированием в них крупных скоплений нефти и газа – с другой.

О развитии гидротермального процесса и участии горячих растворов в формировании продуктивных коллекторов рифтогенных осадочных бассейнов (в первую очередь Западной Сибири) в разное время писали В. П. Гаврилов [2], А. А. Розин [3], И. А. Иванов с соавторами [4], В. А. Баженов с коллегами [5], З. Я. Сердюк с соавторами [6], В. И. Дюнин [7], А. Д. Коробов с коллегами [8] и многие другие. Однако геологами не проводился анализ зависимости характера гидротермального (эпигенетического) изменения пород и поведения отдельных элементов от особенностей геодинамического режима территорий, на которых они залегают. Для решения этой проблемы рассмотрим гидротермальный минералогенез в контрастных обстановках: в трещинах преимущественного растяжения и вмещающих их породах Обь-Иртышского междуречья и зонах разноинтенсивного пульсирующего стресса Красноленинского свода. Это даст возможность выделить минералы-индикаторы различных геодинамических обстановок и с их помощью решать обратную задачу – проводить районирование территории по степени тектонической напряженности. А это, в свою очередь, позволит прогнозировать различные типы коллекторов в породах фундамента, переходного комплекса и чехла, а также вероятность их насыщения УВ и сохранения залежей.

Обь-Иртышское междуречье

В восточной части Обь-Иртышского междуречья наблюдаются участки с аномально высокими скоплениями глубинного CO_2 , локализованные в зоне контакта складчатого основания и осадочных толщ. Вдоль разломов и оперяющей трещиноватости на этих площадях вторичному изменению подверглись отложения юры, мела, а также граниты палеозойского основания. Среди континентальных толщ юры (ааленский, байосский, батский яруса) преобразования охватили прежде всего грубозернистые разности пород – песчаники и крупнозернистые алевролиты. Нижнемеловые отложения (валанжинский и готерив-барремский яруса), вовлечённые в гидротермально-метасоматическое перерождение, сложены алевролитово-песчаными породами. Аутигенные минералы представлены каолинитом, карбонатами кальция, железа, магния, а также лейкоксеном, анатазом, пиритом. Каолинит и карбонаты на отдельных участках развиты чрезвычайно широко [9].

При литологических исследованиях отложений юрского и мелового возраста Обь-Иртышского междуречья (на Межовской, Веселовской и Чебачьей площадях) было установлено [9, 10], что, несмотря на одинаковый характер наложенного вдоль разломов гидротермального



изменения осадочных толщ, только алевролитово-песчаные породы валанжинского и готерив-барремского ярусов содержат в своём составе аутигенные выделения титанистых минералов. Последние связаны своим происхождением главным образом с процессами разложения и метасоматического замещения терригенного материала. Новообразованные минералы TiO_2 являются маркерами аномально измененных пород неоккома [9].

Рассмотрим особенности процессов наложенного преобразования сначала в меловых, а затем в юрских отложениях и попытаемся объяснить избирательность накопления TiO_2 в трещинах растяжения [11] и вмещающих их валанжинских и готерив-барремских породах в периоды тектонической активизации.

Вторичные процессы, протекавшие в меловых отложениях

Отложения валанжинского и готерив-барремского ярусов Обь-Иртышского междуречья, не затронутые вторичными изменениями, имеют кварц-полевошпатовый комплекс породобразующих минералов при высокой роли хлорита и гидрослюды в цементе, а также сфен-эпидотовый комплекс руководящих акцессорных минералов. В обломочной части пород указанного возраста содержание полевых шпатов 50% и более, а кварца 30–35%, отмечено также присутствие обломков пород и слюды. В акцессорном комплексе алевролитово-песчаных пород количество эпидота, цоизита, клиноцоизита в сумме 30–65%, сфена 15–20%, суммарное содержание анатаза, ильменита, лейкоксена 15–20% [9, 10].

Окисные соединения титана являются обычными минералами для некоторых магматических и метаморфических пород, где они присутствуют или как первичный (чаще акцессорный) компонент, или как вторичный продукт разрушения более сложных по составу титансодержащих минералов (силикатов, двойных солей и др.)

В осадочных породах рутил, брукит, анатаз и лейкоксен входят в число обломочных зёрен терригенных осадков, а также встречаются в виде новообразований, возникших в процессе диагенетических и более поздних превращений осадочного материала.

В одних случаях аутигенные титановые минералы возникают за счёт изменений титансодержащих минералов из обломочных пород [9, 10, 12, 13]. В других случаях очевидна генетическая связь титанистых новообразований с органическим веществом [14–16].

Установлено, что в песчаниках и алевролитово-песчаных породах валанжинского и готерив-барремского ярусов, испытавших гидротермальную каолинизацию, которая в дальнейшем сменяется кальцитизацией, отмечается появле-

ние вторичных титансодержащих минералов – лейкоксена и анатаза [9, 10].

Аутигенный лейкоксен представлен неправильными бесформенными зёрнами или образует оторочки вокруг кристаллокластов. Под микроскопом в проходящем свете они кажутся темно-коричневыми, почти черными, а в скрещенных николях нередко обнаруживают точечную тусклую поляризацию, видимо, вследствие частичной раскристаллизации лейкоксенового вещества.

Новообразованный анатаз формируется в виде совершенных правильных призматических и таблитчатых кристаллов размером 0,005–0,300 мм. Он развивается по цементу и отдельным зёрнам полевых шпатов, слюд, сфена. При изменении сфена, наряду с лейкоксеном и анатазом, возникают мельчайшие кристаллики кварца, а также микрокварцит и кальцит.

Каолинит формируется по зёрнам полевых шпатов, слюды, обломкам неустойчивых пород и акцессорных минералов. Новообразования каолинита наблюдаются также по цементу, представленному хлоритом и гидрослюдой. Акцессорные минералы – эпидот, цоизит, клиноцоизит, сфен – полностью или частично преобразуются в каолинит.

В процессе каолинизации терригенных пород содержание полевых шпатов (доминирующего компонента) значительно снижается. Иногда процесс настолько интенсивен, что все неустойчивые минералы терригенного комплекса преобразованы в каолинит. От зёрен полевых шпатов сохраняются лишь контуры, выраженные тонкой плёнкой хлорита с едва заметным крустификационным строением. Эти контуры чётко различаются в проходящем свете в шлифах под микроскопом. При скрещенных николях видно, что порода состоит из сплошного каолинитового агрегата, в котором просматриваются лишь единичные разрозненные зёрна устойчивых к разрушению кварца и микрокварцита.

Каолинит представлен бесцветными анизотропными чешуйками и их веерообразными, гармошковидными, червеобразными агрегатами. Иногда он наблюдается в виде розеток, табличек и стопочек размером 0,02–0,05 мм. Ему присущи отчетливая спайность по оси «с» и совершенство кристаллической решётки, что подтверждено рентгеноструктурными исследованиями [6, 9, 10].

Песчаники в зонах максимальной каолинизации превращаются в гидротермально-метасоматическую породу, сохраняющую свой структурно-текстурный облик. При характеристике данных образований важно подчеркнуть два обстоятельства. Во-первых, они сложены реликтовым кварцем и микрокварцитом, а аутигенные минералы представлены исключительно структурно совершенным триклинным каолинитом [6]. Во-вторых, кварц и фрагменты микро-



кварцита сохраняют морфологию обломочных зёрен терригенных пород, т. е. не испытывают катаклаза, регенерации, растворения или перекристаллизации.

Иногда на участках, где сочетается два разновременных процесса, породы представлены в виде кальцит-каолинитового (каолинит-кальцитового) агрегата.

Кальцит развивается по сохранившимся от предшествующей аргиллизации ингредиентам алевролитово-песчаных пород. Его формирование очень напоминает процесс каолинизации. В первую очередь подвергаются изменениям полевые шпаты. В шлифах чётко видны их контуры или реликты при полном или частичном замещении кальцитом. Новообразования кальцита наблюдаются также по слюдам и цементу, представленному гидрослюдой и хлоритом. Эпидот, цоизит и клиноцоизит также в различной степени преобразуются в кальцит [10].

Карбонаты (преобладающий кальцит) заполняют поры между сохранившимися обломками, где формируют базальный или пойкилитовый цемент, частично замещают первичный цемент, а также залечивают секущие их трещины. Комплексными исследованиями установлено генетическое родство карбонатов в порых (образующих базальные и поровые цементы) и трещинах растяжения терригенных пород [6]. На участках, где кальцит становится особенно «агрессивным», наблюдается резкое усиление коррозии и метасоматоза кластогенных ингредиентов и цемента. Отмечаемая масштабность процесса приводит к тому, что кальцит замещает в ряде случаев до половины обломочных зёрен. При этом возникают породы, названные А. В. Копелиовичем [17] вторичными известняками.

Интересны взаимоотношения аутигенных титановых минералов с сидеритом. Наши наблюдения и анализ опубликованных источников [6] показывают, что в юрских континентальных отложениях восточной части Обь-Иртышского междуречья, где в отдельных фациях много ступков сидерита и сидерит обильно сопровождается углистые остатки, в изменённых разностях пород новообразованных минералов титана нет.

Из литературных данных [9, 10, 12, 13] известно, что различные ингредиенты обломочных пород содержат в качестве изоморфной примеси титан. Очевидно, что гидротермально разрушенные кластогенные минералы, а также первичный цемент могли служить источником этого элемента при формировании титановых минералов в нижнемеловых отложениях Обь-Иртышского междуречья. Подтверждением сказанному служит тот факт, что терригенные породы неоконского возраста, не подвергшиеся каолинизации и кальцитизации, не обнаруживают новообразованных титанистых минералов, хотя химические анализы показывают устойчивое повышенное

содержание в них TiO_2 : в песчаниках и алевролитах 0,85–1,15%, а в аргиллитах 1,00–1,14% [10]. Титан входит в состав сфена (в количестве 40,8 %), который также представлен в этих отложениях.

Разложение пород, как уже отмечалось, протекало в две стадии: раннюю кислотную (каолинизация) и позднюю щелочную (кальцитизация). Если допустить, что каолинизация терригенного комплекса и первичного цемента пород приводила к высвобождению титана из состояния его рассеяния в алюмосиликатной массе, то кальцитизация должна была способствовать его аккумуляции. В зависимости от физико-химических условий, и прежде всего от кислотности-щелочности среды, которая контролировалась тектонической ситуацией [18], титан или подвергался минерализации «на месте» в непосредственной близости (связи) с материнским кластогенным материалом, или успевал мигрировать на некоторое расстояние, или вообще покидал пластовую систему. Чтобы представить себе механизм накопления аутигенных титанистых минералов, разберем обстановку смены каолинизации кальцитизацией при тектонической перестройке региона.

Обязательным условием каолинизации является растворение значительной минеральной части алевролитово-песчаных пород. Подвижные компоненты должны выноситься на заметные расстояния, иначе реакция прекратится. Если исходить из традиционных геостатических представлений, то в условиях гидрогеологической закрытости наиболее вероятным фактором перемещения растворов, по мнению Б. А. Лебедева и его коллег [19], является разность рН. Именно она обеспечивает в кислой среде образование каолинита, а в щелочной – отложение растворенных продуктов реакции с возникновением кальцита. Однако с позиций элементарной физики трудно себе представить, что различия концентраций H^+ могли быть тем энергетическим источником, который вызывал движение растворов. Проще и логичнее допустить, что в рассматриваемых районах Обь-Иртышского междуречья в период тектоно-гидротермальной активизации в открытых трещинах и вмещающих их породах существовал режим малоамплитудных колебаний (без стресса). Он создавал проточную систему с постоянно обновляемыми под действием глубинного CO_2 кислыми водами. Принципиально важным является то, что режим этих колебаний не должен был нарушать герметичность пласта. В этом случае могли осуществляться гидротермально-метасоматическая каолинизация и стягивание перемещающимися растворами подвижного титана к зонам нарушений.

Разгерметизация системы в условиях повышенного давления CO_2 , вызванная заметным усилением тектонических подвижек и активизацией трещинообразования, приводила к вскипа-



нию горячих растворов, потери углекислоты и ошелачиванию вод. Это вызывало карбонатный метасоматоз (кальцитонакопление), который приходил на смену каолинизации (аргиллизации) с выпадением титана в виде вторичных минералов. Последние сосредоточивались в интерстициях между каолинизированными и (или) кальцитизированными кристаллокластами, а также в порах аналогичным образом изменённого гидрослюдистого, хлоритового цемента в виде бесформенных зёрен лейкоксена и хорошо раскристаллизованного анатаза. Процесс связан с резким увеличением (в два-три раза по сравнению с неизменёнными песчаниками) содержания вторичных титанистых минералов. За счёт этого заметно возрастает выход тяжелой фракции из пород [9].

Предложенный механизм аккумуляции элемента находится в полном соответствии с данными Б. Б. Полюнова [20], который установил, что среда для выпадения окиснотитановых минералов является слабощелочной ($\text{pH} > 7$).

Быстрому переходу от кислых условий к щелочным в таких случаях, видимо, способствовало высокое содержание CO_2 в проницаемых пластах в период тектоно-гидротермальной активизации. Косвенным свидетельством этого являются современные аномальные концентрации глубинной углекислоты в пределах рассматриваемой территории [3, 9, 11].

Сказанное позволяет сделать важный вывод, что резкое увеличение содержания аутигенных лейкоксена и анатаза и, как следствие, заметное возрастание выхода тяжелой фракции являются прямым признаком многократной разгерметизации пластовой системы и ошелачивания вод за счёт трещин растяжения. Это говорит о плохих экранирующих свойствах перекрывающих толщ.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что формирование лейкоксена и анатаза протекало с участием горячих растворов в интервале температур 140–240° С, при которых образовывался и парагенетичный им кальцит, шедший на смену аутигенному каолиниту. Указанные температуры гомогенизации газовой-жидких включений в жильных кальцитах были определены В. Т. Лукьяновой [21] в триас-юрских отложениях Анохинской, Севастопольской, Карашиликской и Буланшской впадин Урало-Тургайского региона. Названные структуры имеют очень близкие с изолированными (локальными) впадинами Западной Сибири геотектоническую позицию и характер эпигенеза выполняющих их пород [8]. Эти температуры, соответствующие периоду тектоно-гидротермальной активизации, заметно отличаются от современных пластовых (90–100°С), которые были установлены А. А. Розинным и З. Я. Сердюк [9] в Межовском районе.

Имеются данные по другим регионам об участии горячих растворов в образовании аутигенных титанистых минералов. Так, на Ярегском

нефтетитановом месторождении (Южный Тиман) в среднедевонских терригенных породах выявлены промышленные скопления лейкоксена гидротермально-метасоматической природы [22].

Вторичные процессы, протекавшие в Юрских отложениях

Наши наблюдения и анализ литературных источников, как отмечалось, показывают, что в юрских континентальных отложениях на Чебачьей, Межовской и Веселовской площадях, затронутых наложенным эпигенезом, как правило, не отмечается выделение титановых минералов. В чём причины различного поведения TiO_2 в меловых и юрских толщах, преобразованных горячими растворами вдоль пересекающих их разновозрастных разломов и оперяющих трещин растяжения? Чтобы ответить на этот вопрос, рассмотрим особенности карбонатонакопления в юрских породах, поскольку, по аналогии с меловыми отложениями, именно с карбонатным метасоматозом связана аккумуляция подвижного титана.

Специальные исследования [9, 10] показали, что среди вторичных карбонатов юрских отложений доминируют сидерит, анкерит и доломит, а кальцит находится в подчиненном положении. Выявлены особенности их распределения по разрезу. Так, сидерит, в меньшей степени анкерит и доломит присутствуют в трещинах и порах грубозернистых пород юрской континентальной толщи на границе с фундаментом, а также в кровельной части пород самого складчатого основания. Характерно, что сидерит в таких случаях почти всегда генетически связан со структурно несовершенным каолинитом [8]. При удалении от зоны контакта «фундамент – чехол» вверх по разрезу происходит уменьшение разновидностей вторичных карбонатов и освобождение их от изоморфных примесей Fe и Mg. Вследствие этого доломит – анкерит – сидеритовая ассоциация минералов постепенно уступает свое место единственному минералу – кальциту [6]. Поэтому в районах дизъюнктивных нарушений мощного регионально выдержанного верхнеюрского глинистого экрана в вышележащих меловых алевролитово-песчаных породах появляются строго фокусированные зоны развития аутигенного кальцита. Сидерит там встречается весьма редко [9, 10].

В этой связи важно подчеркнуть, что в рассматриваемых отложениях два крайних члена в ряду карбонатных минералов (кальцит и сидерит) ассоциируют с каолинитом. Однако если в условиях высокого содержания CO_2 появление кальцита, идущего на смену каолиниту, играет определяющую роль в аккумуляции вторичных титанистых минералов (лейкоксена, анатаза), то



парагенезис сидерита с каолинитом такого результата не дает. В чём же тут дело?

Любопытны в этом отношении наблюдения Н. В. Ренгартен [15], которые показывают, что разложение в карбонатно-песчаных карбонатных бассейнах обуглившихся растительных остатков с образованием сидерита или замещение углисто-глинистых осадков каолинитом с примесью сидерита, как правило, не сопровождается возникновением титаносодержащих минералов. По мнению этого исследователя, в кислых восстановительных условиях, где господствует аутигенная каолинит-сидеритовая ассоциация, при повышенном давлении CO_2 титан выделяется из содержащих его минералов и органической массы. В такой обстановке он способен только к миграции и покидает с раствором пределы этого пласта. Аналогичные условия складывались в некоторых осадочных отложениях Западной Сибири.

Общеизвестно, что породы чехла этого региона отличаются различным содержанием органического вещества и неодинаковой способностью продуцировать кислые (рН около 6,0–6,5) восстановительные растворы, которые вызывали сидеритизацию и каолинизацию (иногда обесчелачивание) пород в процессе, получившем название «оглеение» или «глеевый эпигенез» [23]. На территории Обь-Иртышского междуречья встречаются континентальные юрские отложения, представленные фациями поймы, крупных озёр, застойных водоёмов и болот. В них в изобилии содержатся обуглившиеся растительные остатки. Поэтому в юрских аргиллитах, алевролитах и песчаниках весьма характерны сидеритизированные и каолинизированные разности пород и прослои сидерита [6], т. е. оглеённые отложения. Оглеению также способствуют крупные скопления («залёжи») глубинного CO_2 , обнаруженные в рассматриваемых толщах А. А. Розиным и З. Я. Сердюк [9].

Формирование минерального парагенезиса каолинит+сидерит – индикатора процесса оглеения [23] – происходит при низких значениях рН, обеспечивающих высокую подвижность титана. Однако, как отмечалось, в районах разрывных нарушений с переходом от юрских отложений к перекрывающим меловым в трещинах растяжения меняется баланс в системе карбонатов «сидерит – кальцит» в пользу последнего. Следовательно, если при тектонических подвижках, захвативших складчатое основание и осадочные породы, в континентальных толщах юры среда оставалась кислой (каолинит+сидерит), особенно в зоне контакта «фундамент–чехол», где сидерит доминирует, то в нижнемеловых отложениях при раскрытии трещин она резко менялась от кислой к щелочной (каолинит→кальцит).

Из этого вытекает важный вывод о том, что антагонизм между минералами TiO_2 и сидеритом обусловлен в нашем случае различными кислот-

но-щелочными условиями, необходимыми для их образования: кислая среда для сидерита и щелочная для двуокиси титана. Сохранению кислой среды и миграционной способности титана в континентальных юрских отложениях при тектонических подвижках способствовало нахождение на отдельных их участках большого количества обуглившихся растительных остатков, продуцирующих органические (гуминовые, фульвиевые и пр.) кислоты. Кроме того, относительно слабая проницаемость пород (наличие верхнеюрского глинистого экрана) препятствовала разгерметизации пластовой системы, потере CO_2 и ощелачиванию нагретых вод. Следовательно, при тектоногидротермальной активизации физико-химическая обстановка минералогенеза в породах контролировалась в значительной степени составом самих пород, и прежде всего присутствием в них органического вещества.

Из вышеизложенного вытекает, что среди известных модификаций TiO_2 (рутил – анатаз – брукит) развитие именно анатаза в отложениях нижнего мела на Чебачьей, Веселовской и Межовской площадях не случайно. Оно свидетельствует о том, что гидротермальный синтез титанистых минералов протекал без участия или с минимальным количеством железа. Это соответствует исследованиям Н. В. Белова [24], которые показали, что при отсутствии железа в минералообразующей системе кристаллические модификации двуокиси титана строятся в виде анатаза в согласии с преимущественным значением в кристаллах кубической плотнейшей упаковки. Б. Ф. Горбачёв с коллегами [25] и А. А. Годовиков [26] в этой связи утверждают, что анатаз является наиболее устойчивой при относительно невысоких температурах и давлениях модификацией кристаллической TiO_2 .

Наблюдения Н. В. Ренгартен [15], Н. Э. Гернгарта [27], Б. Ф. Горбачёва с коллегами [25] и Э. Г. Сочневой [28] говорят о том, что анатаз часто возникает при раскристаллизации лейкоксена. Правильная форма аутигенных зёрен анатаза в меловых отложениях Обь-Иртышского междуречья свидетельствует о медленном процессе его возникновения. Кроме того, надо подчеркнуть, что анатаз в этих породах ассоциирует с триклинным структурно совершенным каолинитом (антистресс-минералом) [18]. Обстановка, способствующая такой кристаллизации, могла возникнуть только при наличии разбавленных растворов и отсутствии в системе минералообразования резких перепадов давления и температуры. Резкие изменения физико-химических параметров растворов при тектоно-гидротермальной активизации обусловлены, как нами было показано [18], часто повторяющимся пульсирующим характером бокового давления.

Из этого следует важный вывод, что гидротермальный процесс на Межовской, Веселовской и Чебачьей площадях, приуроченный к тре-



щинам растяжения и вмещающим их породам, протекал в тектонически относительно спокойных условиях. Как отмечалось, при этом обнаруживаются плохие экранирующие свойства перекрывающих толщ, которые не могли обеспечить сохранность флюида в нижнемеловых породах даже при малоамплитудных колебаниях. Данное обстоятельство необходимо учитывать при прогнозе продуктивных на УВ коллекторов. Однако здесь надо постоянно помнить, что разгерметизация пластовой системы, сосредоточенной в отложениях, богатых обуглившимися растительными остатками и залегающих ниже толщах, с которыми они гидродинамически связаны, не будет фиксироваться новообразованными лейкоксеном и анатазом.

Напомним, что гидротермально аргиллизированные (впоследствии кальцитизированные) алевролитово-песчаные породы, с которыми ассоциируют аутигенные титанистые минералы Обь-Иртышского междуречья, сложены исключительно структурно совершенным триклинным каолинитом. А реликтовые минералы представлены кварцем и микрокварцитом, которые не испытали в процессе наложенного изменения растворения, регенерации, перекристаллизации или катаклаза. Однако имеются примеры, когда изменившийся комплекс вторичных титаносодержащих минералов влечёт за собой изменение набора генетически сопряженных с ними слоистых и других силикатов.

Так, А. Е. Лукиным и О. М. Гариповым [12] на ряде нефтегазовых месторождений установлена чёткая прямая зависимость содержания в породе лейкоксена и катаклазированного кварца с концентрацией аутигенного диккита в ассоциации с триклинным каолинитом в поровом пространстве песчаников. Эта зависимость отражает уже совершенно иную геодинамическую обстановку минералообразования седиментационного бассейна. В свете наших исследований [18] описанный А. Е. Лукиным и О. М. Гариповым процесс интенсивной лейкоксенизации сфена, ильменита и других минералов Ti должен был протекать в тектонически напряжённых условиях бокового давления. На это указывает парагенезис плохо окристаллизованного лейкоксена с диккитом (стресс-минералом) и дробленным кварцем при отсутствии анатаза.

Наиболее активную с точки зрения геодинамической напряженности зону представляет собой район Красноленинского свода. Остановимся подробнее на его рассмотрении.

Красноленинский свод

В районе Красноленинского свода, где расположено Талинское месторождение, сосредоточены пласты ЮК₁₀₋₁₁ шеркалинской пачки (верхний лейас). Эти пласты залегают в основании осадочного чехла Западно-Сибирской плиты и

представлены мелко-, средне- и крупнозернистыми песчаниками с прослоями гравелитов. Установлено, что породы шеркалинской пачки значительно улучшают свои фильтрационно-ёмкостные свойства и становятся высококачественными коллекторами в результате глубокого гидротермального преобразования – кислотного выщелачивания. Максимально переработанные терригенные (обычно разномасштабные и грубообломочные) породы представляют собой вторичные кварциты, среди которых различаются кварц-(диккит-каолинитовая) и (каолинит-диккит)-кварцевая фации [29]. Гидротермалиты этих фаций сосредоточены в породах шеркалинской пачки в зонах крупных разломов и оперяющей их трещиноватости, которые секут фундамент и осадочный чехол. Развитие фаций вторичных кварцитов, вызванное тектоно-гидротермальной активизацией, контролировалось проницаемостью исходных пород и удалённостью от разрывных нарушений.

Исходя из работ И. С. Грамберга с коллегами [30] и В. Г. Криночкина с соавторами [31], район Красноленинского свода в период тектоно-гидротермальной активизации представлял собой крупную геодинамическую аномалию Западно-Сибирской плиты. В истории её развития выделено две стадии (ранняя и поздняя), сильно различающихся по своей геодинамике [18].

Ранняя стадия активизации протекала в условиях очень высокой тектонической напряженности, резкого пульсирующего режима стресса и сильной агрессивности горячих растворов. В зоне развития кварц-(диккит-каолинитовой) фации в слабопроницаемых алевролитах наблюдается начальная и последующие стадии замещения триклинным каолинитом и диккитом обломков изверженных пород, полевых шпатов, слюд, гидрослюд, хлорита, смешанослойных образований [12].

В самых проницаемых крупнозернистых песчаниках и гравелитах из приразломных зон новообразованный триклинный каолинит достаточно стремительно уступает своё место диккиту. В силу этого глинистые минералы цемента здесь практически нацело представлены диккитом.

На участках интенсивного выщелачивания (зоны разломов) в возникших крупных порах и кавернах продолжает доминировать диккит. Причём в одних случаях развиваются диккит и триклинный каолинит в виде белых тонкодисперсных агрегатов совместно с микрокристаллическим адуляром, в других – исключительно диккит. Последний образует на стенках каверн очень плотные тонкочешуйчатые скопления. Важно подчеркнуть необычность сонахождения диккита, каолинита и адуляра, поскольку эти минералы формируются в диаметрально противоположных физико-химических обстановках гидротермального процесса: диккит и каолинит в кислых, а адуляр в щелочных. Другой характер-



ной особенностью этого процесса является высокая дисперсность всех без исключения новообразованных минералов. На границе с зоной выщелачивания и окварцевания, где формируется (каолинит-диккит)-кварцевая фация, диккит начинал активно растворяться и часто полностью исчезал.

В зоне развития (каолинит-диккит)-кварцевой фации на ранней стадии активизации выщелачиванию подверглись карбонаты, полевые шпаты, слюды, хлориты, минералы группы каолинита, смешанослойные минералы, амфиболы и обломки эффузивов. Причём этот процесс сопровождался практически полным выносом продуктов разложения за пределы зоны, чему способствовал режим интенсивного пульсирующего стресса [18]. Всё это приводило к появлению большого количества вторичных пустот, укрупнению макро- и микротрещин.

Размеры пустот колеблются от долей миллиметра до 4–6 мм. Они, как правило, соединены между собой системой трещин раскрытостью от 0,08 до 1,40–3,00 мм, в различной степени залеченных натёчными формами кремнезёма (опалом) и диккитом. Однако нередко пустоты выщелачивания лишены каких бы то ни было гидротермальных новообразований. Кроме того, в основной массе пород присутствует аутигенный тонкодисперсный кварц, имеющий размеры зёрен менее 0,01 мм и слагающий глинистую фракцию. Количество такого кварца составляет до половины общего содержания этой фракции в породе.

Поздняя стадия тектоногидротермальной активизации развивалась в обстановке угасающей тектонической напряженности, слабее пульсирующего режима бокового давления, снижения температуры и агрессивности нагретых растворов. Это определило нарастающий процесс минералонакопления, осуществляющийся при медленной кристаллизации из разбавленных вод. В зоне образования кварц-(диккит-каолинитовой) фации в это время происходило формирование диккит-каолинитового порового цемента и в меньшей степени возникновение регенерационной огранки у кластогенных кварцевых зёрен. Для преобразованных пород характерно невысокое (1–2%) абсолютное содержание каолинита и диккита. Причём количественное соотношение этих минералов в эпигенетическом цементе становится приблизительно одинаковым. На это обстоятельство необходимо обратить особое внимание, поскольку в период активного выщелачивания доминирующим минералом слоистых силикатов был высокодисперсный диккит.

Важно подчеркнуть, что в межзерновом пространстве гидротермально изменённых пород развиты крупнокристаллические (30–40 мк) идиоморфные разности каолинита и диккита, попадающие при отмучивании в алевритовую

фракцию. Причём совершенной морфологии в таких случаях соответствует и совершенная кристаллическая структура минерала.

В позднюю стадию тектоно-гидротермальной активизации в обстановке заметно ослабевшего пульсирующего стресса в зоне образования (каолинит-диккит)-кварцевой фации наблюдаются регенерация кластогенного кварца и развитие микродруз этого минерала в пустотах выщелачивания. В значительно меньшей степени отмечается формирование диккитового (каолинит-диккитового) порового цемента.

Своим габитусом кристаллы кварца здесь обязаны многочисленным регенерационным каёмкам, нарощенным на исходные разноокатанные и выщелоченные обломки этого минерала. Регенерационные каёмки обычно прерывистые, шириной от 0,015 до 0,100–0,200 мм. Процесс их образования происходил в несколько этапов, что подтверждается различными по температуре генерациями регенерирующего кварца [12]. На заключительных этапах регенерации отмечается захват битумов растущей кристаллической фазой. Поэтому поздний аутигенный кварц нередко содержит многочисленные включения пузырьков темноокрашенной жидкости – нефти.

За счёт регенерационных каёмок происходит значительное (в 2–3 раза) увеличение размеров исходных зёрен кварца, достигающих при этом 0,8–0,9 мм. Укрупнение кристаллов приводит к формированию гранобластовой структуры. Кроме того, регенерационные каёмки не просто залечивают изъяны и структуры растворения на поверхности кварцевых зёрен, а восстанавливают их правильную огранку (габитус).

Окварцевание, проявившееся в порах и кавернах выщелачивания, выразилось в образовании микродруз прекрасно ограненных водянопрозрачных кристаллов кварца, достигающих в зависимости от величины пустот размера 0,5–1,0 мм. Любопытно, что регенерационный кварц и вырастающий в кавернах микродрузовый кварц отличаются не только идиоморфизмом, но и тем, что имеют и более совершенную по сравнению с обломочным кварцем кристаллическую структуру, что подтверждается рентгеноструктурными исследованиями.

Вышеописанные процессы сопряжены с резким возрастанием прежней и без того высокой проницаемости осадочных образований. В итоге вторичные коллекторы шеркалинского горизонта, соответствующие по минеральному составу формации вторичных кварцитов, приобрели проницаемость от первых сотен миллиардари (мД) до 4,5 Д при пористости от 16 до 23%. Это обусловило сверхпроводимость пород, которые рассматриваются Р. А. Абдуллиным (1991 г.) как вторичные нефтенасыщенные суперколлекторы.

Из этого следует, что присутствие регенерационного кварца, а также триклинного структурно совершенного крупночешуйчатого каолинита



(в меньшей степени диккита) является главным минералогическим показателем возможной нефтенасыщенности коллекторов чехла. Поступление УВ в пласты ЮК₁₀₋₁₁ происходило в позднюю тектоно-гидротермальную стадию, чему способствовал ослабевший стресс, который в таком состоянии выступал в роли природного насоса, эвакуирующего нефтиды из нефтегазо-материнских пород в ловушки.

Важно подчеркнуть, что крупная геодинамическая аномалия Красноленинского свода могла успешно осуществлять функцию природного насоса благодаря надёжному флюидоупору. Известно, что характерной особенностью Красноленинского свода является исключительно глинистый состав фроловской свиты (К₁ неом), мощность которой составляет 527–625 м. Аналогичное геологическое строение имеет и примыкающая с востока территория, на которой расположена Фроловская нефтегазоносная область. Обе эти площади объединены в единую максимально закрытую геофлюидную систему, получившую название «фроловский барьер» [7, 32]. Эти обстоятельства привели к формированию очень крупных месторождений на западе Тюменской области.

Вместе с тем, сонахождение диккита, каолинита и адуляра в кварц-(диккит-каолинитовой) фации вторичных кварцитов, о чём упоминалось выше, свидетельствует о такой высокой активности пульсирующего стресса на раннем этапе, что даже «фроловский барьер» (если он уже существовал в полном объеме к этому времени) не мог препятствовать разгерметизации юрской пластовой системы. При этом происходило вскипание и резкое ощелачивание растворов с образованием адуляра [18]. В эти моменты, скорее всего, также могло осуществляться кальцитонакопление и формирование аутигенных титанистых минералов, как в Обь-Иртышском междуречье. Однако в позднюю стадию активизации, когда стабильно господствовали кислые условия среды, эти минералы, вероятно, были разрушены, а слагающие их элементы рассеяны.

Заключение

Подводя итог вышеизложенному, можно сделать следующие основные выводы.

Наблюдается чёткая корреляция между тектонической напряжённостью и

гидротермальным минерагенезом в породах рифтогенного осадочного бассейна.

Присутствие высокодисперсных кристаллов каолинита, диккита, адуляра, кварца, а также натёчных форм опала в почти монокварцевых породах с крупными кавернами выщелачивания характеризует развитие гидротермального процесса в условиях очень высокой тектонической напряжённости, режима резкого пульсирующего стресса и высокой агрессивности кислых горя-

чих растворов. Процесс, вызывавший ультракислотное выщелачивание, протекал в обстановке периодической разгерметизации пластовой системы и характеризовал активное состояние крупной геодинамической аномалии.

Присутствие микродрозового кварца, а также кварца с широкими регенерационными каёмками и крупночешуйчатого структурно совершенного триклинного каолинита (в меньшей степени диккита) в существенно кварцевых породах с крупными кавернами свидетельствует о развитии гидротермального процесса в обстановке сохраняющейся герметичности пласта при угасающей тектонической напряжённости и слабеющем пульсирующем стрессе. Благодаря хорошим флюидоупорным свойствам перекрывающих отложений ослабевший пульсирующий стресс способствовал эвакуации нефтидов из нефтегазоматеринских пород в ловушки с образованием крупных скоплений УВ.

Область развития аутигенных лейкоксена и анатаза (в ассоциации с триклинным структурно совершенным каолинитом и кальцитом), которые заметно увеличивают выход тяжёлой фракции из изменённых терригенных пород, соответствует зонам с минимальной тектонической напряжённостью. Эти зоны характеризуются тем, что гидротермальный процесс в них контролировался трещинами растяжения, переживавшими малоамплитудные колебания, исключающие стресс. Колебания таких трещин сопровождались многократной разгерметизацией пластовой гидротермальной системы, что говорит о плохих экранирующих свойствах перекрывающих толщ и малой вероятности возникновения промышленных залежей УВ.

Антагонизм между аутигенными минералами TiO₂ и сидеритом обусловлен различными кислотно-щелочными условиями, необходимыми для их образования.

При тектоно-гидротермальной активизации физико-химическая обстановка минералообразования в породах контролировалась в значительной степени составом самих пород, и прежде всего присутствием в них органического вещества.

Библиографический список

1. Гольдберг В. М., Скворцов Н. П. Влияние температуры и минерализации подземных вод на проницаемость глинистых водоупоров // Гидрогеология. Инженерная геология и строительные материалы : междунар. геол. конгр. 24-я сессия. М., 1980. С. 73–77.
2. Гаврилов В. П. Геодинамическая модель нефтегазообразования в литосфере и её следствия // Геология нефти и газа. 1998. № 6. С. 2–12.
3. Розин А. А. Подземные воды Западно-Сибирского артезианского бассейна и их формирование. Новосибирск, 1977. 102 с.



4. Иванов И. А., Негоденко С. В., Ковешников А. Е. и др. Геологическое строение месторождений нефти и газа верхней части палеозойских образований юго-востока Нюрольской впадины по данным комплексных минералогических и геолого-геофизических исследований // Геологическое строение и нефтегазоносность юго-востока Западной Сибири. Новосибирск, 1989. С. 40–49.
5. Баженов В. А., Тищенко Г. И., Раев В. Г. Постседиментационные изменения выветрелых палеозойских пород Нюрольского осадочного бассейна (Томская область) // Геология и геофизика. 1983. № 11. С. 61–66.
6. Сердюк З. Я., Яшина С. М., Запывалов Н. П., Шерихора В. Я. Об особенностях преобразования континентальных отложений юры Западной Сибири под воздействием глубинных факторов // Континентальный литогенез. Новосибирск, 1976. С. 123–134.
7. Дюнин В. И. Гидрогеодинамика глубинных горизонтов нефтегазоносных бассейнов. М., 2000. 472 с.
8. Коробов А. Д., Коробова Л. А., Киняева С. И. Гидротермальные процессы в палеорифтах Западной Сибири и их роль в формировании жильных ловушек УВ доюрского комплекса Шаимского района // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2004. № 12. С. 63–72.
9. Розин А. А., Сердюк З. Я. Преобразование состава подземных вод и пород Западно-Сибирской плиты под воздействием глубинного углекислого газа // Литология и полезные ископаемые. 1970. № 4. С. 102–113.
10. Розин А. А., Сердюк З. Я. К вопросу изучения разрывных нарушений в осадочном чехле Западно-Сибирской плиты по минералого-петрографическим и гидрохимическим аномалиям // Тр. / СНИИГГиМС. 1971. Вып. 132. С. 84–89.
11. Сердюк З. Я., Эренбург Б. Г. О составе вторичных карбонатов, развитых в трещинах и порах пород фундамента и осадочного чехла Обь-Иртышского междуречья // Тр. / СНИИГГиМС. 1972. Вып. 149. С. 87–91.
12. Лукин А. Е., Гарипов О. М. Литогенез и нефтеносность юрских терригенных отложений Среднеширотного Приобья // Литология и полезные ископаемые. 1994. № 5. С. 65–85.
13. Сердюченко Д. П., Добротворская Л. В. О некоторых минеральных новообразованиях в осадочных породах // Докл. АН СССР. 1949. Т. 69. № 3. С. 119–122.
14. Вернадский В. И. Заметка о титане в биосфере // Тр. / Биохимическая лаборат. АН СССР. 1937. Вып. 4. С. 39–49.
15. Ренгартен Н. В. Минералы титана в угленосных осадочных породах // Тр. / ГИН АН СССР. 1956. Вып. 5. С. 125–132.
16. Казенкина Г. А. Аутигенные минералы титана в угленосных отложениях Западного Забайкалья (Тугнуйская депрессия) // Изв. Сиб. отд.-ние. АН СССР. 1958. № 4. С. 45–50.
17. Копелиович А. В. Эпигенез пород древних толщ юго-запада Русской платформы // Тр. / ГИН АН СССР. 1965. Вып. 121. 312 с.
18. Коробов А. Д., Коробова Л. А. Пульсирующий стресс как отражение тектоно-гидротермальной активизации и его роль в формировании продуктивных коллекторов чехла (на примере Западной Сибири) // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. М., 2011. № 6. С. 4–12.
19. Лебедев Б. А., Аристова Г. В., Бро Е. Г. Влияние эпигенетических процессов на параметры коллекторов и покрышек в мезозойских отложениях Западно-Сибирской низменности. Л.; 1976. 132 с. (Тр. ВНИГРИ. Вып. 361).
20. Полюнов Б. Б. Кора выветривания. Л.; 1934. 240 с.
21. Лукьянова В. Т. Катагенез в орогенных областях. М.; 1995. 168 с.
22. Колокольцев В. Г., Лисицына М. А. О гидротермальном метасоматическом генезисе лейкоксеновых руд Ярегского месторождения (Южный Тиман) // Вулканогенно-осадочное рудообразование. СПб, 1992. С. 89–91.
23. Перельман А. И. Геохимия эпигенетических процессов (зона гипергенеза). М.; 1968. 332 с.
24. Белов Н. В. V. Очерки по структурной минералогии. 22. Рутил-анатаз-брукит-ильменит-гематит-колумбит // Минералогический сб. Львовского геолог. об-ва. 1954. № 8. С. 13–40.
25. Горбачёв Б. Ф., Власов В. В., Ситдинов Б. С. Об особенностях формирования аутигенного анатаза в зоне катагенеза // Литология и полезные ископаемые. 1964. № 5. С. 105–108.
26. Годовиков А. А. Минералогия. М., 1975. 356 с.
27. Гернгардт Н. Э. Лейкоксен в песчаниках-коллекторах нефтяных месторождений Южного Тиммана // Изв. вузов. Геология и разведка. 1962. № 6. С. 50–55.
28. Сочнева Э. Г. Лейкоксен из продуктивных горизонтов одного месторождения Европейской части СССР // Там же. 1970. № 7. С. 41–47.
29. Коробов А. Д., Коробова Л. А. Вторичные кварциты и пропилиты Западной Сибири – индикаторы нефтегазоперспективного рифтогенно-осадочного формационного комплекса // Разведка и охрана недр. 2012. № 4. С. 30–35.
30. Грамберг И. С., Горяинов И. Н., Смекалов А. С. и др. Опыт исследования напряженно-деформированного состояния Краснотеннинского свода (Западная Сибирь) // Докл. АН России. 1995. Т. 345, № 2. С. 227–230.
31. Криночкин В. Г., Балдина Н. А., Фёдоров Ю. Н. Особенности проявления тектонических нарушений в литологическом разрезе чехла Краснотеннинского свода (Западная Сибирь) // Актуальные вопросы литологии: материалы 8-го Уральск. литол. совещ. Екатеринбург; 2010. С. 168–169.
32. Абдрашитова Р. Н. Палеогидрогеологические аспекты нефтегазоносности Краснотеннинского свода Западно-Сибирского мегабассейна // Современная гидрогеология нефти и газа (фундаментальные и прикладные вопросы). М., 2010. С. 118–123.



УДК [553/571](470.44)

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНОГО КАМНЯ НА ТЕРРИТОРИИ САРАТОВСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ

Е. Г. Мартынова, В. Н. Староверов, А. Е. Хохлов

Саратовский государственный университет
E-mail: katrinmart90@mail.ru

Проведенный анализ расположения месторождений строительного камня на Саратовском Правобережье позволяет выявить закономерности размещения этого полезного ископаемого и факторы его формирования, что поможет при поиске и разведке строительного сырья.

Ключевые слова: строительные камни, нерудные полезные ископаемые, месторождение, Саратовское Правобережье.

Laws of Placement a Fields of Building Rock in Territory of the Saratov Right Bank

E. G. Martynova, V. N. Staroverov, A. E. Hohlov

The carried out analysis of a location of fields of a building rock on the Saratov right bank allows to reveal laws of placement of a mineral and factors of its forming that will help by finding and exploring of building raw material.

Key words: building rocks, nonmetallic minerals, a field, the Saratov right bank.

Строительные камни представляют обширную группу нерудных полезных ископаемых на территории Саратовского Правобережья. Они занимают по объемам потребления одно из первых мест в строительном производстве. Являясь инертными горными породами, строительные камни используются для производства стеновых и облицовочных материалов в естественном состоянии без применения термехимической обработки. Под строительными камнями понимаются скальные горные породы, в частности, осадочного происхождения, перерабатываемые на различные материалы (монолиты, блоки, плиты, щебень, песок дробления и др.) механическим путем.

По геологическому строению рассматриваемый регион относится к «закрытым» территориям, так как осадочные коренные породы редко обнажаются на земной поверхности, они чаще перекрыты мощным чехлом четвертичных отложений. Поэтому поиски и разведка нерудных полезных ископаемых в целом и строительных камней в частности сопряжены с большими трудностями, в отличие от аналогичных работ, проводимых в складчатых областях.

В то же время прослеживается неравномерное распределение месторождений строительного камня, как по площади, так и в стратиграфическом отношении в пределах Саратовского



Правобережья. Поэтому предлагаемая статья посвящена характеристике месторождений строительного камня рассматриваемой территории, в том числе и генетической, а также установлению закономерностей их размещения.

Краткая характеристика месторождений строительного камня

В настоящее время месторождения строительного камня Саратовского Правобережья представлены двумя группами (рис. 1):

– месторождения, учтенные балансом, которые расположены в Аткарском, Вольском, Екатериновском, Красноармейском, Лысогорском, Новобурасском, Саратовском, Петровском и Хвалынском районах;

– месторождения, участки и проявления, запасы по которым не утверждены, находятся в Аркадакском, Базарно-Карбулакском, Балашовском, Балтайском, Воскресенском, Калининском, Ртищевском, Татищевском и Турковском районах [1].

Сырье из этих месторождений используется (или может использоваться) для получения щебня и бута, в качестве заполнителя для бетонов, а также в асфальтобетоне и для подстилающего слоя дорог [2].

Кроме того, на рассматриваемой территории известны многочисленные участки, не относящиеся к первым двум группам, но имеющие высокий потенциал обнаружения залежей полезного ископаемого, обусловленный особенностями их геологического строения (таблица). В первую очередь это песчаники верхнего мела в Татищевском и Калининском районах.

Сырьевой базой для производства щебня в Саратовском Правобережье служат породы широкого стратиграфического диапазона от среднего карбона до плейстоцена включительно. В вещественном отношении это известняки и доломиты каменноугольной системы, которые ограничено распространены в приповерхностных горизонтах земной коры, а также песчаники и силициты меловой, палеогеновой и неогеновой систем, пользующиеся преимущественным развитием. Основные запасы карбонатных пород сосредоточены в Новобурасском районе и вблизи г. Жирновска, на примыкающей территории Волгоградской области. Месторождения песчаников неравномерно распределены в 18 районах Саратовского Правобережья, как правило,



Рис. 1. Обзорная схема месторождений строительного камня Саратовского правобережья и сопряженных районов: 1 – Марфинское-2; 2 – Белгородское; 3 – Павловское; 4 – Дубовка; 5 – Воробьевское; 6 – Тепловское; 7 – Сбродовское; 8 – Зотовское; 9 – Алексеевское; 10 – Новосельское; 11 – Нееловское; 12 – Садовое-1; 13 – Участок Арбузовский; 14 – Монастырское; 15 – Агаревское; 16 – Участок Холуденовский; 17 – Идолгинское; 18 – Холодное; 19 – Каменское; 20 – Озерки-1; 21 – Пристанное; 22 – Петров Вал; 23 – Жирновск

характеризуются малыми запасами и разрабатываются придорожными карьерами для строительства и ремонта дорог. Запасы строительного камня на территории Саратовского Правобережья значительные, достаточные для нужд региона при условии включения основной их массы в производство. Общие запасы строительного камня в Саратовском Правобережье составляют 70 319 тыс.м³, из них 13 808 тыс.м³ утвержденных запасов и 56 511 тыс.м³ неутвержденных [1].

Основные факторы формирования и размещения месторождений строительного камня

Закономерности размещения нерудных полезных ископаемых определяются исключительно условиями их формирования на различных этапах геологической истории того или иного региона. В свою очередь, вся совокупность условий формирования нерудного сырья зависит от сочетания большого количества природных факторов. По своей значимости факторы, влияющие на формирование сырья строительных камней, могут быть разделены на две группы – общие и частные.

Общие факторы. К их числу отнесены тектонический, стратиграфический и генетический факторы. Среди них ведущую роль играет тектонический фактор, который в пределах Саратовского Правобережья обуславливает распределение разнопорядковых тектонических структур и влияет на распределение палеогеографических обстановок по территории для различных геохронологических срезов.

Анализ имеющихся материалов показал, что большая часть месторождений строительного камня в Саратовском Правобережье и смежных территориях приурочены к отрицательным геоструктурным элементам (прогибам и депрессиям) и склонам положительных (валам и сводам). Месторождения строительного камня сосредоточены на Неверкинском прогибе (6 месторождений), Аткарско-Петровской депрессии (24 месторождения), Рязано-Саратовском прогибе (16 месторождений), на северо-западной границе Присаратовского мегавала (18 месторождений). Остальные разрежены на западе Ртищевско-Калининского вала (4 место-



Каталог основных месторождений Саратовского Правобережья и перспективных участков

	Название	Возраст	Тектоническая приуроченность	Генетический тип
Месторождения с утвержденными запасами	Марфинское -2	Палеогеновый период	Аткарско-Петровская депрессия	Диagenетический
	Белгородское	Палеогеновый период	Центральная часть Волго-Уральской антеклизы, на восточной границе Жигулевско-Пугачевского свода	Диagenетический
	Павловское	Меловой период	Ртищевско-Калининский вал	Диagenетический
	Дубовка	Четвертичный период	Рязано-Саратовский прогиб, на границе с Волго-Уральской антеклизой	Эпигенетический
	Воробьевское	Палеогеновый период	Юго-западная часть Волго-Уральской антеклизы	Диagenетический
	Тепловское	Каменноугольный период	Присаратовский мегавал, Общесыртовское поднятие, Тепловская брахиантиклиналь	Седиментационный
	Сбродовское	Палеогеновый период	Южная часть Волго-Уральской антеклизы, на границе с Рязано-Саратовским прогибом	Диagenетический
	Зотовское	Палеогеновый период	Аткарско-Петровская депрессия	Диagenетический
	Алексеевское	Неогеновый период	Волго-Уральская антеклиза, Жигулевско-Пугачевский свод	Диagenетический
Месторождения с неутвержденными запасами	Новосельское	Меловой период	Рязано-Саратовский прогиб	Диagenетический
	Нееловское	Палеогеновый период	Волго-Уральская антеклиза, Неверкинский прогиб	Диagenетический
	Садовое-1	Палеогеновый период	Волго-Уральская антеклиза, Неверкинский прогиб	Диagenетический
	Участок Арбузовский	Меловой период	Присаратовский мегавал	Диagenетический
	Монастырское	Палеогеновый период	Рязано-Саратовский прогиб	Диagenетический
	Агаревское	Палеогеновый период	Аткарско-Петровская депрессия	Диagenетический
	Холуденовское	Меловой период	Рязано-Саратовский прогиб	Диagenетический
	Идолгинское	Палеогеновый период	Присаратовский мегавал	Диagenетический
	Холодное	Меловой период	Рязано-Саратовский прогиб	Диagenетический
Перспективные участки	Каменское	Палеогеновый период	Рязано-Саратовский прогиб	Седиментационный
	Озерки-1	Меловой период	Присаратовский мегавал, Языковская брахиантиклиналь	Эпигенетический
	Пристанное	Меловой период	Присаратовский мегавал	Диagenетический
	Петров Вал	Палеогеновый период	Доно-Медведицкий мегавал, Жирновско-Иловлинский вал, Южно-Уметская брахиантиклиналь	Эпигенетический
	Жирновск	Каменноугольный период	Доно-Медведицкий мегавал, Жирновско-Иловлинский вал, Жирновская брахиантиклиналь	Седиментационный

рождения), на юге Сердобско-Мокшинского вала (1 месторождение), между Ртищевско-Калининским валом и Присаратовским мегавалом (3 месторождения), в пределах Кикинского вала (3 месторождения), Жигулевско-Пугачевского свода (4 месторождения), Марсковской депрессии (3 месторождения).

Стратиграфический фактор тесно связан с тектоническим, так как в каждую геологическую эпоху образования того или иного полезного ископаемого на территории исследований существовал индивидуальный тектонический режим. В течение среднего карбона практически вся из-

ученная территория была покрыта обширным эпиконтинентальным бассейном, в пределах которого на фоне стабильного погружения преобладала карбонатная седиментация. В результате были образованы известняки московского яруса, которые в настоящее время используются в качестве строительного камня на Тепловском месторождении. Влияние тектоники для этого месторождения сказывалось и в более поздние геологические эпохи. Структуроформирующие движения в предюрское время и на неотектоническом этапе развития не столько способствовали формированию самого полезного ископаемого



го, сколько определили создание благоприятных горнотехнических условий для его разработки.

В верхнемеловую эпоху были сформированы породы глауконит-кварцевой песчаной формации, которые в дальнейшем послужили исходным материалом для образования песчаников на более поздних этапах геологической истории.

Палеогеновая эпоха в преддверии неотектонического этапа развития характеризовалась наиболее резко выраженной дифференциацией тектонических режимов. В мелководных деградирующих бассейнах в условиях нарастающего воздымания преобладало накопление песчаных осадков, превратившихся в сцементированные разности уже на стадии диагенеза.

Генетический фактор является наиболее сложным для оценки, так как требует не только детального выявления, условий осадконакопления, но и определения стадии литогенеза, на которой горная порода стала полезным ископаемым. Месторождения строительных камней Саратовского Правобережья с генетической точки зрения могут быть разделены на несколько групп, таких как седиментационная, диагенетическая и эпигенетическая.

Седиментационная группа объединяет горные породы, полезные технологические свойства которых во многом образовались уже в процессе осадконакопления. Сюда относятся карбонатные породы московского яруса, силициты палеогена, а также с некоторой долей условности песчаники саратовской свиты палеогена на Каменском месторождении песков в Татищевском районе. Эти песчаники не образуют единых пластовых залежей, но приурочены к общему гипсометрическому уровню. Они тесно связаны с горизонтами конденсации, участками интенсивной биотурбации и, вероятно, с периодами подводных перерывов в осадконакоплении.

Диагенетическая группа является самой универсальной, поскольку строительные камни терригенного ряда, за редким исключением, приобретали свои полезные свойства на стадии диагенеза. Переход рыхлых алевро-песчаных осадков в прочные горные породы происходил за счет цементации. Исследование песчаников из месторождений строительных камней на данной территории показало, что в зависимости от вещественного состава цемента в них может быть выделено несколько типов цемента. Наиболее распространен цемент кремнистого состава (кварцевый, халцедоновый, опаловый), который преобладает в песчаниках палеогена. Значительно реже песчаники сцементированы железистым цементом, который обычно характерен для пород нижнего и верхнего мела. Подчиненное значение имеет глинистая и карбонатная цементация, которая встречается в породах различного возраста.

Эпигенетическая группа объединяет месторождения и перспективные участки, в которых

полезная толща сформировалась под действием подземных вод (или гидротерм) или наложенных экзогенных процессов гипергенеза. Наиболее яркими представителями этой группы являются песчаники сеноманского яруса, которые образуют изолированные тела в виде «даек», «колодцев», «труб» и эрозионных останцов в зонах разгрузки термальных вод. Такие залежи известны вблизи сел Озерки и Безобразовка, а также в районе ж/д станции Петров Вал.

Частные факторы. К ним относятся такие факторы, которые создают предпосылки для формирования конкретного месторождения (в отдельных случаях группы месторождений). Наиболее важными среди частных факторов являются литологический и геоморфологический.

Литологический фактор обусловлен типом горной породы, который зависит от состава материнских пород, подвергавшихся выветриванию, палеогеографических обстановок осадконакопления и особенностей диагенеза. Для его выявления необходимо изучение аллотигенных и аутигенных минералов. В качестве примера, иллюстрирующего значение рассматриваемого фактора, приведем описание литологии строительного камня для сеноманских и палеогеновых песчаников.

В строении полезной толщи месторождения «Озерки-1» Татищевского района принимают участие песчаники глауконитово-кварцевый, разнозернистый, красно-коричневый, с фиолетовым оттенком – сильно ожелезненный. Плотный, неравномерно плитчатый. Цемент – железистый, очень насыщенный. В подошве наблюдаются редкие хорошо окатанные включения фосфаритизированные и железистые. При изучении шлифов пласта в различных его участках было обнаружено, что развитие цементирующего вещества подвержено изменениям – в целом цемент относится к базальному типу, но в направлении от кровли к подошве пласта происходит постепенное убывание интенсивности (насыщения) ожелезнения. Мощность 2,5 м. Подобное распределение цемента установлено только в породах данного месторождения [3].

На месторождении строительного камня «Дубовкое-2» в Красноармейском районе полезное ископаемое представляет собой песчаники красно-бурого, серо-зеленого, светло-серого цвета, разнозернистые, различной степени окатанности, встречаются плитчатые формы, крепкие трещиноватые. Опки светло-серого, светло-бежевого цвета, плохо окатанные и окатанные. Разности песчаников и опок расположены в песчаном заполнителе. Пески глауконитово-кварцевые, серо-зеленого, светло-серого цвета, плохо сортированные разнозернистые. Вскрытая мощность 10м, истинная мощность до 24 м.

Литологическая характеристика месторождений соотносится как со стратиграфической, так и с тектонической особенностью территории Саратовского Правобережья.



Геоморфологический фактор, в отличие от ранее рассмотренных, имеет решающее значение при формировании месторождений в континентальных обстановках. В первую очередь это относится к четвертичным отложениям, образованным в условиях склоновой транспортировки. Предполагается, что сырье строительных камней на месторождениях «Золотовское» и «Дубовское-2» с точки зрения происхождения относится к нескольким генетическим типам, которые в

настоящее время слагают небольшие локальные водоразделы, сформировавшиеся в результате склоновых процессов. Об этом свидетельствуют такие факты, как отсутствие окатанности обломков песчаников, их пестрый вещественный состав (от опок до сливных песчаников), отсутствие сортировки в большинстве горизонтов полезной толщи, а также наличие отторженцев, имеющих парадоксальные контакты с вмещающими породами (рис. 2).



Рис. 2. Фотография карьерной стенки месторождения «Дубовка-2»: 1 – верхний – грубый слой (над песком); если бы отлагался в обычных условиях, размыл бы пески; 2 – мелко- и тонкозернистый песок в центральной части толщи (был в мерзлотном состоянии). В естественных условиях (обычных температур более 0°C) такое осадконакопление невозможно. В песке сохранились фрагменты первичной текстуры; 3 – обломки в нижней части отторженца, вмороженные в песок

Формирование месторождений строительного камня на территории Саратовского Правобережья происходило под действием целого ряда общих и частных факторов. При прогнозе поисков данного полезного ископаемого необходимо рассматривать обе указанные группы.

Библиографический список

1. Цветков В. А. Обзор ресурсной базы строительного

каменя на территории Саратовской области. Саратов, 2007. 95 с.

2. Зозырев Н. Ю., Зозырев Ю. Н. Закономерности размещения и перспективы использования минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых Саратовской области. Саратов, 2008. 124 с.

3. Первушов Е. М., Гудошников В. В., Староверов В. Н., Иванов А. В., Хохлов А. Е. Горизонты ожелезнения в верхнемеловых отложениях Саратовского Правобережья // Недр Поволжья и Прикаспия. 2001. Вып. 25. С. 21–29.



УДК 553. 632 (470.45)

КАРНАЛЛИТ-ГАЛИТОВЫЕ ПОРОДЫ И ГАЛИТИТЫ ГАЛОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ГРЕМЯЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ИХ РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОДУКТИВНОГО СИЛЬВИНИТОВОГО ГОРИЗОНТА



Г. А. Московский¹, С. А. Свидзинский²,
О. П. Гончаренко¹, М. А. Барановская³

¹Саратовский государственный университет
E-mail: MoskovskyGA@info.sgu.ru

²ООО «ЕвроХим-ВолгаКалий», г. Котельниково

³ООО «Геолхимпроект», г. Москва

Карналлит-галитовые породы – элементы заключительных стадий галогенеза. Садка карналлита должна следовать после сильвинита. В реальных разрезах (и на Гремячинском месторождении) такая последовательность нарушается, и формирование этих образований предшествует калиенакоплению. Состав этих пород отражает поступление в бассейн со сгущённой рапой малосгущенных растворов. При этом NaCl, иногда и KCl, высаливаются, формируя донный галит и реже сильвин-карналлитовые породы. Отступление от «классической» схемы галогенеза связано с перетоками рапы, обусловленными тектоникой.

Ключевые слова: карналлит, галит, сильвинит, высаливание, солеродный бассейн, галогенез, заключительные стадии.

Carnallite-halite Rocks and Halite of Gremyachinskoye Field' Halogenous Formations and Their Role in Productive of Sylvinite Horizon Foundation

G. A. Moskovskij, S. A. Svidzinskiy, O. P. Goncharenko,
M. A. Baranovskaya

Carnallite-halite rocks are the elements of halogenesis' final stage. Carnallite setting have to follow after sylvinite setting. At the real cut (Gremyachinskoye field also) such succession is disturbed and foundations of those formations proceed of potassium accumulation. Structure of those rocks reflects the receipt in basin with evaporated brine of slightly evaporated solution. NaCl and sometimes KCl are salting out and formed ground halite and rare sylvinite- carnallite rocks. Deviation from "classic" sheme of halogenesis is related with brine cross-flow tectonically provided.

Key words: carnallite, halite, sylvinite, salting out, halogen basin, halogenesis, final stages.

Карналлит-галитовые породы являются основным по распространённости элементом разрезов заключительных стадий галогенеза. Они характерны для бассейнов с рапой как сульфатного, так и хлоркальциевого типа. В Приволжской моноклинали в погожской и антиповской ритмопачках карналлиты сопровождают залежи бишофита, располагаясь в подошве и (или) кровле, а также окаймляя их по латерали [1, 2]. При поисково-оценочных работах на калийные соли в пределах Гремячинского

месторождения карналлитовые и карналлит-галитовые породы установлены в погожской и долиненной ритмопачках. На северо-восточном фланге месторождения (Равнинный участок) скважинами перебурена 30–40-метровая залежь высококачественного карналлита в луговской ритмопачке.

В последовательности стадий галогенного процесса [3] садка карналлита должна следовать после формирования сильвинитовой породы. Однако в реальных разрезах калийных и калийно-магниево-солей эта последовательность часто нарушается. Так, например, вкрапленность карналлита в каменной соли и карналлит-галитовая порода встречаются в основании интервала калийно-магниево-пород погожской ритмопачки в скв. Краснокутской 1К северо-западной части обрамления Прикаспийской впадины. На Эльтонском месторождении калийных солей нижний пласт продуктивного горизонта начинается с карналлитовой разности [4].

Карналлит-галитовые породы погожской ритмопачки на Гремячинском месторождении залегают под сильвинитовым горизонтом, что свидетельствует о том, что их формирование являлось процессом, предшествующим калиенакоплению. Такой фактор имеет не только чисто теоретическое, но и практическое значение. Он определяет порядок проявления стадий галогенеза и характерный для этапа перехода от максимума сгущения рапы к некоторому её опреснению, а также показывает, что область распространения отложений карналлитовой стадии галогенеза включает и ареал садки пород с преобладанием сильвина в их составе, а это уже должно учитываться в прогнозировании калийности региона.

Важным фактом, отражающим закономерности галогенной седиментации на этой стадии, является тесная ассоциация карналлитовых пород с галититами, которые часто в разрезе даже преобладают. Термин «галититы» используется в названии пород, которые состоят из галита, но не имеют типичной элементарной ритмичности типа галит-ангидрит, галит-галопелит. На Эльтонском месторождении калийных солей он впервые широко использовался С. А. Свидзинским [4]. На Гремячинском месторождении продуктивный сильвинитовый пласт подстилается образованиями, в которых существенная роль принадлежит породам, сложенным крупнокристаллическим шпатовым водянoproзрачным га-



литом с крупными гнёздами и вкрапленностью карналлита, переходящими в галит-карналлитовые породы и прослои чистого карналлита (рис. 1). Причём эти породы часто распространены и там, где сильвинитовый пласт практически отсутствует.

Немаловажным фактором является также то, что типы карналлит-галитовых пород не имеют существенных отличий во всех трёх ритмопачках, содержащих калийную и калийно-магниевую минерализацию. Положение участка в

акватории бассейна определяет мощности горизонтов этих пород, а также количество и состав нерастворимой примеси – рассеянного ангидрита или пелита.

Наши исследования показали, что карналлит в карналлит-галитовых породах является первичным седиментационным минералом. На это указывают присутствие минералов-узников карналлита в вакуолях включений в галите из галит-карналлитового парагенезиса (рис. 2) и состав растворов включений в них, в которых количество

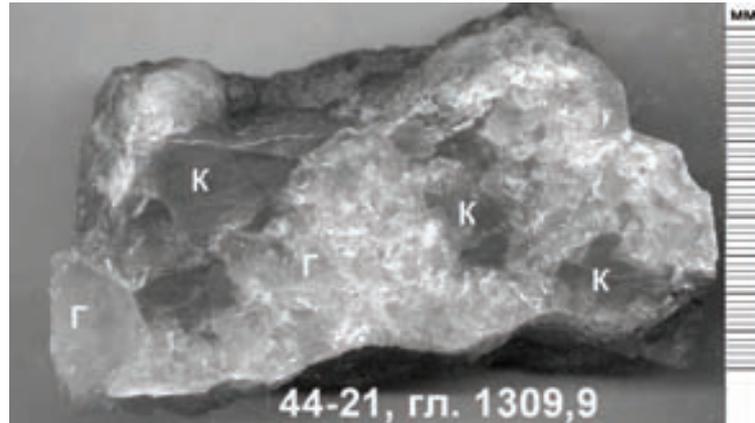


Рис. 1. Карналлит-галитовая порода погожской ритмопачки Равнинного участка месторождения: К – карналлит; Г – галит. Скв. 44, обр. 21, гл. 1309,9 м

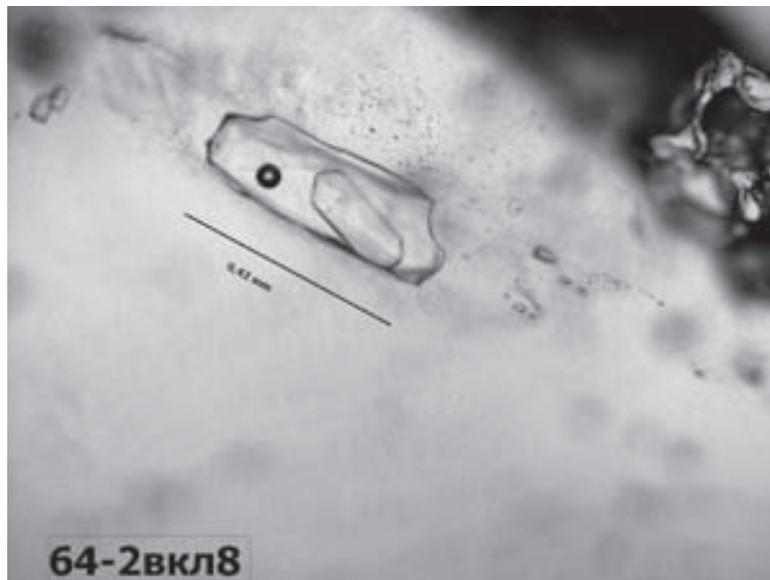


Рис. 2. Минерал-узелок карналлит и газовый пузырёк в вакуоли включения в галите галит-карналлитовой породы долинной ритмопачки. Даргановский участок, скв. 64, обр. 2, гл. 953,8 м

магния часто превышает 90 г/л при относительно пониженных количествах калия – 22–28 г/л [5, 6]. Нередко включения карналлита оказываются замещенными сильвинитом. Галит-карналлитовые породы имеют весьма своеобразную текстуру, которую можно считать следствием периодическо-

го поступления в бассейн с рапой, находящейся на карналлитовой стадии, существенного количества малосгущенной рапы с высоким содержанием хлористого натрия. Последний быстро высаливался (так называемый процесс высаливания), формируя разнообразные линзы, корки



галита, тонущие в карналлитовой рапе и образующие неправильной формы скопления, зачастую ориентированные произвольно относительно седиментационной слоистости и даже создающие брекчиевидные текстуры (рис. 3).

Галит высаливания, имеющий фрагменты зональной структуры и характеризующийся идиоморфным строением кристаллов, концентрируется в беспорядочные скопления, а иногда и в солидные линзы и корки. Видимо, с поступлением

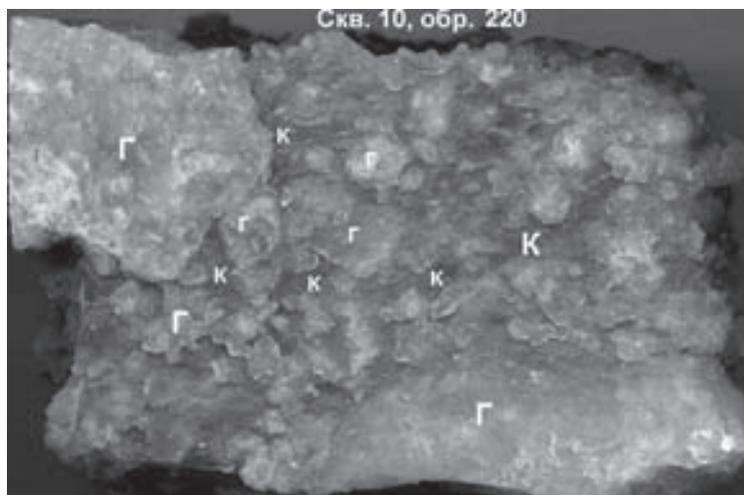


Рис. 3. Брекчиевидная текстура карналлит-галитовой породы из погожской ритмопачки: К – карналлит; Г – галит. Скв. 10, обр. 220, гл. 1176,4 м

этих растворов можно также связывать и формирование донного шпатового галита (именно донного, так как он не несёт первичных, зонально расположенных «лодочковых» структур галита).

В то же время в нем хотя и встречаются зональные структуры донного галита, но преобладают водяно-прозрачные разности. Последние отличаются отсутствием структур, аналогичных «лодочковому» поверхностному галиту, или наличием лишь их фрагментов, а также значительной большей газонасыщенностью рапы. В ряде случаев в данных зонах роста вакуоли включений не имеют минералов-узников, что указывает, что эти интервалы опреснения могли быть достаточно длительными. Но выполненные авторами [5, 6] анализы состава рапы включений в них всё равно указывают на повышенные концентрации ионов калия.

Видимо, достаточно длительный период такой седиментации, когда происходило эпизодическое отложение и растворение калийно-магниевого и магниевых минералов, приводило к накоплению в рапе избыточного количества калия. Это подтверждено результатами изучения включений в галите из этих пород: рапа на карналлитовой стадии часто содержала количество калия, близкое сильвинитовой стадии [5–8]. В дальнейшем происходила обвальная донная садка сильвина, сопровождаемая почти всегда осаждением галита высаливания. На возможность такого хода садки калийных солей указывал В. И. Копнин (1995 г.) для Верхнекамского месторождения, а нами это понятие обосновано для отдельных этапов галогенеза всего Прикаспия [6, 9]. Учитывая такую интерпретацию хода

седиментации в погожском цикле в районе Гремячинского месторождения, глубина бассейна на стадии садки галититов могла быть несколько большей, чем мы определяли по газонасыщенности рапы включений для формирования продуктивной толщи (15–20 м). Однако едва ли речь может идти о глубине большей 30–40 м.

Таким образом, определяющими моментами в гидрохимии рассматриваемого участка солеродного бассейна являлись сохранение и, возможно, периодическое поступление из основной акватории солеродного бассейна рапы, сгущённой до карналлитовой стадии, и почти столь же масштабный подток растворов средней степени сгущения, но с достаточно высоким содержанием ионов калия (по нашим данным, не менее 20–30 г/л). Но при этом количество хлористого натрия было ещё достаточно значительным. И эти черты гидрохимии определяли, с одной стороны, масштабное высаливание галита и образование существенных мощностей галититов, а с другой – накопление ионов калия в донной рапе и возможность его последующей масштабной садки и даже высаливания хлорида калия с образованием пород карналлит-сильвинового состава [8].

Следует заметить, что подобные черты гидрохимии в солеродном бассейне не отрицают общих закономерностей галогенного процесса, изложенных в работах М. Г. Валяшко [3]. Все отступления от «классической» схемы галогенеза связаны, по всей видимости, с наложенными процессами, вызываемыми внутривосстановительными перетоками рапы, обусловленными тектоническими факторами.



Библиографический список

1. Деревягин В. С., Свидзинский С. А., Седлецкий В. И. Нижнепермская галогенная формация Северного Прикаспия. Ростов н/Д, 1981.
2. Свидзинский С. А., Московский Г. А. Поволжский бишофитоносный бассейн. Саратов, 2004.
3. Валяшко М. Г. Геохимические закономерности формирования месторождений калийных солей. М., 1962.
4. Свидзинский С. А. Внутренняя тектоника солянокупольных структур и методы ее изучения. Ростов н/Д, 1992.
5. Московский Г. А. Исследования физико-химических условий седиментации кунгурских галогенных отложений западной части Прикаспийской синеклизы по включениям в минералах : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Москва, 1983. 19 с.

УДК 563.45 (116.3)

АВТОНОМНЫЕ ФОРМЫ ПОЗДНЕ МЕЛОВЫХ МОДУЛЬНЫХ ГЕКСАКТИНЕЛЛИД (PORIFERA)

Е. М. Первушов

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

В морфогенезе поздне меловых скелетных губок – гексактинеллид предполагается проявление тенденций, способствовавших выделению среди унитарных представителей группы форм модульной организации («полиоскулюмных» губок) разного уровня. Скелет губок первичного уровня модульных форм, автономий, представляет собой пример полимеризации исходного модуля, механизмом которой могло являться незавершенное почкование и/или продольное деление.

Ключевые слова: губки, гексактинеллиды, модульная организация, автономные формы, деление, почкование.

Autonomous Forms of the Late Cretaceous Modular Hexactinellids (Porifera)

E. M. Pervushov

In morphogenesis of the Late Cretaceous skeletal sponges – hexactinellids – certain tendencies may be traced that allow to distinguish forms of diverse levels of modular organization («polyoscula» sponges) among the unitary representatives of the group. Skeletons of the sponges from the primary level of modular forms, autonomies, represent an example of the initial module polymerization, with the principal polymerization mechanism involving diverse variants of gemmation and/or fission.

Key words: sponges, hexactinellids, modular organization, autonomous forms, fission, gemmation.

Одним из побудительных мотивов изучения морфологического разнообразия скелетных гексактинеллид, и в частности, как позднее стало понятно, модульной организации этих форм, явилось рассмотрение губок с двумя явно обособленными оскулюмами. Многозначность выводов по итогам первоначальных наблюдений определялась избы-

6. Московский Г. А., Гончаренко О. П. Пермский галогенез Прикаспия. Ч. 2. Гидрохимия заключительных стадий и условия постседиментационных преобразований солей. Саратов, 2004.

7. Гончаренко О. П. Физико-химические условия формирования кунгурских калийно-магниевого руд прибортовой зоны Прикаспийской впадины : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Львов, 1986. 16 с.

8. Московский Г. А., Гончаренко О. П. О роли процессов высаливания на заключительных стадиях галогенеза (на примере Гремячинского месторождения калийных солей) // Изв. Саратов. ун-та. Новая серия. Серия Науки о Земле. 2012. Т. 12, вып. 2. С. 74–78.

9. Московский Г. А. Пермский галогенез Прикаспия: автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. Воронеж, 2000. 36 с.



точным увлечением аспектами «чистой» морфологии «би-» – «диоскулюмных» губок [1, 2]. В результате целенаправленного анализа губок с двумя оскулюмами, на примере скелетов полной сохранности, были установлены полиоскулюмные формы, которые сформированы в результате регенерации или повреждений [3], а также представители разных уровней модульной организации гексактинеллид – автономии и первичные колонии [4].

Представители диоскулюмных форм известны среди известковых и кремниевых губок, а среди гексактинеллид – в составе многих семейств (*Ventriculitidae*, *Camerospongiidae*, *Leptophragmidae*, *Craticulariidae*, *Zittelispongiidae*). Морфологическое выражение модулей и соответственно представление об уровнях модульной организации среди известковых губок, демоспонгий и гексактинеллид весьма различны. Наибольшее распространение простейшие полимерные формы получили среди гексактинеллид париформного, цилиндрического или конического строения скелета (*Ventriculites*, *Microblastium*, *Napaeana*, *Sestrocladia*, *Lepidospongia*, *Paracraticularia*), образованных стенкой тонкой и средней толщины [5]. В строении сеноманских демоспонгий (*Jerea sp.*, *Siphonia sp.*) отчетливо прослеживаются последствия незавершенного апикального продольного деления с формированием двух и трех модулей.

Анализ морфологии диоскулюмных губок обусловлен необходимостью как определения возможных первоначальных тенденций в формировании модульных форм, так и нахождения значимости установленных уровней модульной



организации гексактинеллид для таксономии и систематики представителей группы.

Происхождение автономных форм. Возникновение автономий преимущественно связывается с вариантами незавершенных форм бесполого размножения (деления и почкования). Не исключается и вероятность появления вторичных автономий при смыкании, сростании стенок соседних губок в монотиповых поселениях, что основывается на имеющемся ископаемом материале.

Возникновение простейших автономий связывается с проявлением почкования [3], при котором дочерняя форма не отделялась от материнской (см. приложение, фототабл. I). Дочерняя особь отличается несколько меньшими значениями параметров скелета, очертания которого отражают заметное облегчение предковой формы, и его ориентации отличается от естественного вертикального положения. В строении *Sporadoscinia stellata trisorora* (см. приложение, фототабл. I, фиг. 2) прослеживается полуокружение скелета крупной родительской особи двумя дочерними формами.

У форм с развитым изометричным или асимметричным отворотом репродуктивные зоны были приурочены к маргинальным участкам верхнего края [3]. Возможно, с подобным вариантом незавершенного почкования связывается появление многочисленных, морфологически разнообразных вариантов первичных автономий, когда модули соединяются апикальными участками верхнего края (рис. 1, фиг. 3 и 5–3; см. приложение, фототабл. II, фиг. 2). Подобные автономии известны в составе родов *Ventriculites*, *Napaeana*, *Lepidospongia*, *Sestrocladia*, *Guettardiscyphia*, *Zitelispongia* и др.

Установлено два морфотипа автономий, формирование которых предположительно обусловлено синхронным развитием агрегатов личинок губок, попавших при благоприятных условиях на поверхность субстрата. Это базальные (инкрустационные) автономии и автономии в виде грибкицы. В строении скелетов базального типа (см. рис. 1, фиг. 2) небольшие по значениям параметров модули, в количестве до трех – пяти (*Rhizopoterionopsis*), равномерно расположены на базальной пластине, облегаяющей поверхность элементов субстрата [6, 7]. В редких случаях полиоскулумные скелеты (*Napaeana*) представляют собой прообраз верхней части грибкицы, где подобные модули «произрастают» в разных направлениях из единого основания (см. приложение, фототабл. II, фиг. 1).

Если некоторые закономерности в проявлении почкования гексактинеллид в той или иной мере удастся проследить [3], то не столь однозначно выделение последствий разных форм деления в структуре скелета дефинитивных форм. Варианты продольного деления можно предположить по строению линейных автономий (см. рис. 1, фиг. 7), на основе модулей цилиндрического и конического габитуса, без отворота стенки. В строении скелета

ископаемых форм новообразования, которые интерпретируются как проявление незавершенного деления, единичны (рис. 2, фиг. 5). В этих случаях два модуля соединены в средней части своей высоты. За счет отклонения модулей от точки соединения скелет автономии приобретает характерный X-образный облик (*Craticulariidae*, *Euretidae*).

Скорее всего, разные проявления незавершенного деления, в частности равнокачественного апикального (см. рис. 2, фиг. 6), в большей степени способствовали формированию первичных колоний (*Paracraticularia*, *Leptophragmidae*) [8].

Вероятно, формирование вторичных автономий связывается с проявлением как незавершенного почкования среди форм с широким отворотом (*Lepidospongia*, см. рис. 1, фиг. 3 и 4), так и незавершенного периферийного (маргинального) деления. Первое из этих направлений предполагается в морфогенезе представителей сантонских – маастрихтских *Lepidospongia* (*Lepidospongia* – *Communitectum*). В появлении вторичных автономий могли сказаться и такие случайные явления, как сростание участков стенок соседних губок. Варианты сростания в виде смыкания или перекрытия маргинальных (апикальных) участков стенки при ее широком горизонтальном отвороте выявлены в строении скелета представителей *Lepidospongia* и *Craticulariidae* [9].

Можно предположить, что появление и многообразия модульных губок, в том числе и автономных, обусловлены чередованием поколений с разными формами бесполого (почкование, деление) и полового размножения.

Морфология автономий. Помимо форм бесполого размножения, обусловивших появление автономий, очертания скелета последних определялись габитусом исходных губок (модулей). На основе представлений о морфотипах скелетных гексактинеллид и о направленности тенденций в морфогенезе модульных форм выделены первичные автономии (простые) и вторичные автономии. Первичные автономии – результат полимеризации родительской формы, при этом в структуре скелета автономии не формируются новые элементы, существенно изменяющие облик исходных модулей. У вторичных автономий обособленные модули единообразного габитуса объединены в единый скелет общим элементом, каковым является скелетообразующая стенка, в частности обширный субгоризонтальный ее сектор. Параметры модулей, составляющих вторичные автономии, отличаются меньшими значениями в сравнении с предполагаемыми предковыми унитарными формами.

Первичные автономии (см. приложение, фототабл. I, II) морфологически относительно наиболее разнообразны, что определяется различием морфотипов исходных губок, преимущественно париформного строения. Обычно это конические или цилиндрические формы, низкие и высокие, без изгиба стенки или с развитым, изометричным или асимметричным отворотом (см. рис. 1, 2). Толщина

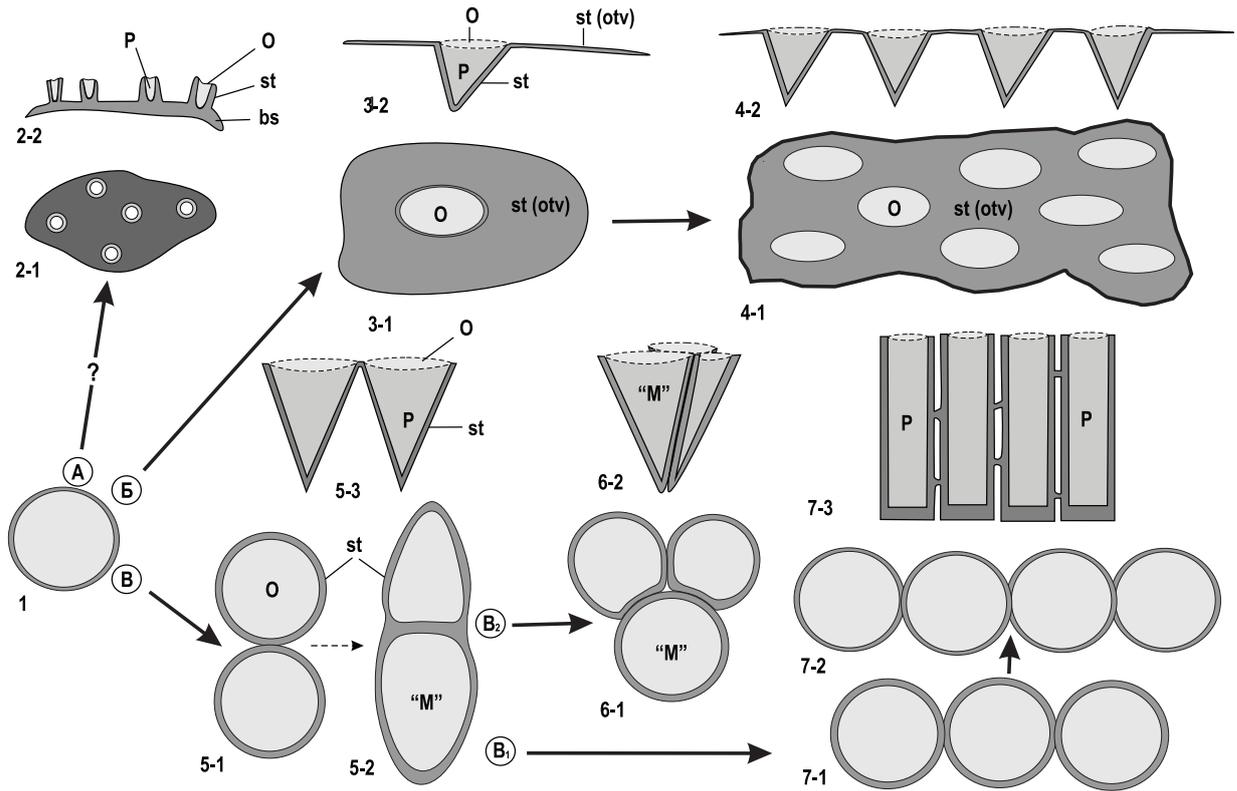


Рис. 1. Основные направления формирования автономных форм гексактинеллид: А – тренд формирования автономий на общем основании (базалисе); Б – тренд формирования вторичных автономий; В – тренд формирования первичных автономий; В₁ – радиально-концентрическое формирование скелетов дочерних особей; В₂ – линейное расположение особей (модулей) в составе единого скелета; 1 – унитарная особь, сверху; 2 – базальная автономия: 2-1 – сверху; 2-2 – вертикальное сечение; 3 – унитарная особь, с широким отворотом стенки: 3-1 – сверху; 3-2 – вертикальное сечение; 4 – вторичная автономия: 4-1 – сверху; 4-2 – вертикальное сечение; 5 – первичная, простейшая – диоскулумная автономия: 5-1 сверху, стенки скелетов обособлены; 5-2 – сверху, стенки образуют частично единый скелет (в верхней части); 5-3 – вертикальное сечение; 6 – первичная триоскулумная автономия с радиально – концентрическим расположением модулей: 6-1 – сверху; 6-2 – сбоку; 7 – первичная автономия с линейным расположением модулей: 7-1 – триоскулумная форма, сверху; 7-2 – quadroоскулумная форма, сверху; 7-3 – quadroоскулумная форма, вертикальное сечение. Условные обозначения: О – оскулум, Р – парагастральная полость, «М» – «материнская» особь, bs – базалис общего скелета, st – скелетообразующая стенка, st (otv) – стенка, участок ее отворота в горизонтальной плоскости. Монохромное изображение: серое – парагастральная полость; темно-серое – стенка и отворот стенки, базалис; светло-серое – оскулум

стенки обычно тонкая или средняя [5], но известны единичные экземпляры автономий и среди толсто-стенных вентрикулитид (*Ortodiscus*, *Ventriculites*). Если скелет первичной автономии сформирован более чем двумя модулями, то характеристика этой автономии основывается на описании взаимного расположения модулей. Морфотипы первичных автономий установлены на основе выявленных вариантов взаимного расположения модулей в структуре единого скелета. Наиболее полное представление о строении скелета автономий достигается при их описании и отображении в горизонтальной и вертикальной проекциях.

Диоскулумные автономии (см. рис. 1, фиг. 5; рис. 2, фиг. 2–4) распространены среди многих групп гексактинеллид, их разнообразие определяется габитусом исходной формы и, вероятно, стадией морфогенеза этих губок. В скелете автономии, образованной модулями без отворота

(*Sporadoscinia*, *Microblastium*), стенки модулей непосредственно прилегают друг к другу, образуя почти точечное основание. В скелете автономий, образованном модулями с отворотом стенки (*Naræana*), основания модулей разобщены и эти губки занимали значительную площадь субстрата.

В морфогенезе диоскулумных автономий предположительно прослеживается тенденция к постепенной ассимиляции обоих модулей в структуре единого скелета (см. рис. 2, фиг. 2–4). На первой стадии этого тренда в строении диоскулумной автономии отчетливо выделяются модули, повторяющие исходную форму по габитусу, очертания оскулюма и основания (см. приложение, фототабл. II, фиг. 2). На следующей стадии оскулум приобретает единые очертания в виде «восьмерки» и более крупные размеры, но парагастральные полости в нижней половине еще разобщены, а сопряженный сектор стенки модулей

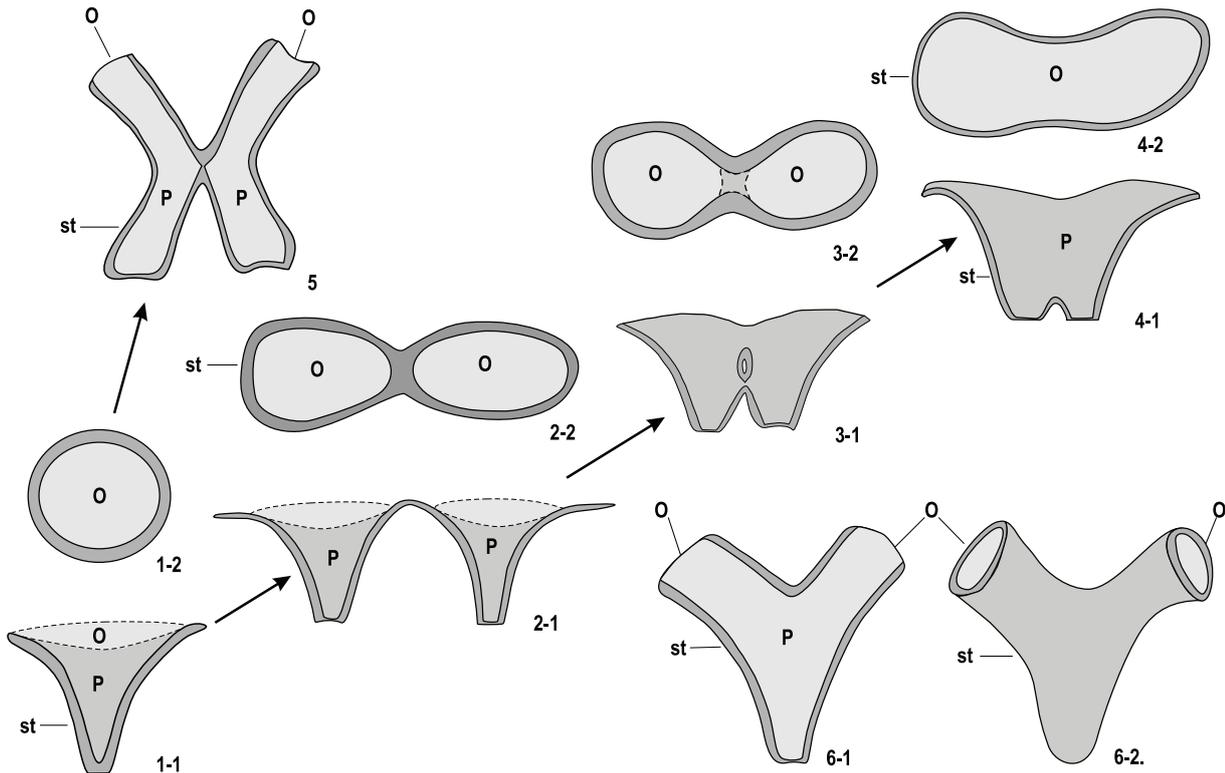


Рис. 2. Морфогенез диоскулюмных автономий на протяжении сантонского – кампанского времени и сопоставление строения автономных и простейших колониальных форм. 1-4 – морфогенез диоскулюмных автономий на примере представителя рода *Narapaena* 1 – унитарная форма, 1-1 – вертикальное сечение, 1-2 – сверху; 2 – полимеризация исходного модуля без изменения габитуса скелета, 2-1 – вертикальное сечение, 2-2 – сверху; 3 – формирование общей стенки в апикальной части скелета, 3-1 – вертикальное сечение, 3-2 – сверху; 4 – единая стенка и оскулюм, автономное происхождение формы устанавливается лишь по наличию двух едва обособленных оснований скелета, 4-1 – вертикальное сечение, 4-2 – сверху; 5 – строение автономных «X-форм», появление которых связывается с незавершенным делением (*Paracraticularia*, *Zittelispongia*); 6 – строение простейших колониальных форм с исходно единой парагастральной полостью: 6-1 – вертикальное сечение, 6-2 – внешний вид (*Paracraticularia ex gr. «fittoni»*, *Zittelispongia*). Условные обозначения: О – оскулюм, P – парагастральная полость, st – скелетообразующая стенка. Монохромное отображение: серое – парагастральная полость; темно-серое – стенка; светло-серое – оскулюм

уменьшается по высоте и иногда образует зияния. На завершающей стадии единая парагастральная полость очерчивается крупным фасолевидным оскулюмом, можно лишь едва проследить два основания модулей (см. приложение, фототабл. II, фиг. 3) и некоторое увеличение ширины овально-сжатого скелета, а в средней части латусных поверхностей выделить протяженный от основания желоб.

Линейное построение скелета автономий (см. рис. 1, фиг. 7) известно среди представителей обеих групп гексактинеллид – лихнисцин и гексактинин. В зависимости от степени сохранности линейное построение скелета сохраняется при количестве модулей от трех – четырех. Модули обычно субцилиндрические, иногда с шиповидными выростами стенки между модулями (см. рис. 1, фиг. 7–3). При катенулярном строении автономии, вертикальном параллельном расположении модулей, их очертания и значения параметров практически постоянны. При веерообразном расположении модулей в составе автономии ее

основание может быть определено как точечное, и лишь центральные модули ориентированы субвертикально, а боковые располагаются диагонально и обычно отличаются меньшими значениями параметров. Линейное построение скелета иногда терялось из-за различной ориентации мелких маргинальных модулей в его основании, при этом в итоге модульная губка приобретала кустообразные очертания.

Радиально-концентрическое построение скелета автономий можно проследить лишь при возрастании количества дочерних модулей до двух – трех (см. рис. 1, фиг. 6) и более. К настоящему моменту большего количества дочерних модулей в строении первичных автономий гексактинеллид не обнаружено. В строении подобных автономий дочерние модули располагаются вокруг родительской формы, при этом их очертания могут несколько видоизменяться. При значительном увеличении количества модулей они располагаются концентрически вокруг общей оси скелета, которая совпадает с положением родительской особи.



В вертикальной плоскости отмечается увеличение наклона и уменьшение высоты дополнительных модулей, особенно маргинальных. В идеальном варианте подобная дефинитивная модульная форма приобретает сфероидальные очертания, при равностороннем расположении модулей, что характерно для крупных массивных коралловых полипов (*Chaetetes*, *Favosites*).

Базальные автономии представляют собой небольшие субовальные пластины, облекавшие поверхность твердых элементов субстрата, на верхней поверхности которых равномерно расположены обособленные, небольшие по значениям параметров модули в количестве до трех – пяти (см. рис. 1, фиг. 2). Парагастральные полости модулей также обособлены. Появление базальных автономий может быть связано с агрегатами крупных личинок, сконцентрированных на участке поверхности субстрата, а формирование очертаний и размеров автономии связывается с проявлениями периферийного, маргинального деления. Местоположение модулей в составе автономии могло быть обусловлено проявлением активных точек роста на верхней поверхности базальной пластины. Автономии базального типа, базальные формы распространены среди юрских и меловых известковых губок, представляющих собой варианты форм облекания субстрата. Базальные автономии редки и обычно известны лишь по фрагментам.

Автономии в виде грибницы известны среди известковых губок и гексактинеллид (*Napaeana*). Предполагается, что и в данном случае агрегат личинок дал начало формированию нескольких губок одного вида, при этом основания их скелетов происходят из одной точки (см. приложение, фототабл. II, фиг. 1). Модули, слагающие автономии, обособлены и ориентированы почти веерообразно, а в верхней части за счет локального перекрытия участков верхнего края создается видимость общей горизонтальной стенки.

Вторичные автономии (см. приложение, фототабл. III) известны среди лихнисцин (*Communitectum*) и гексактинин (*Marinifavosus*) [5, 8]. Автономии образованы небольшими по размерам модулями в сравнении с аналогичными унитарными формами, которые объединены в единый скелет горизонтальным сектором стенки, образованным при ее перегибе (см. рис. 1, фиг. 4). Внешне скелеты этих губок напоминают упаковку для яиц, но с широкими горизонтальными секторами. Оскулумы округлые или овально-вытянутые расположены поочередно в смежных рядах. Модули конических или цилиндрических очертаний совершенно идентичны по габитусу в структуре одной автономии. Парагастральные полости модулей обособлены. Определить конечные параметры скелета трудно, поскольку маргинальные участки обычно фрагментированы. Архитектоника вторичных автономий обусловлена проявлением «стратегии» в морфогенезе губок, при которой

организм стремился к увеличению площади занимаемого им субстрата и возрастанию потенциально полезной площади питания. Это проявлялось в увеличении количества модулей, при сокращении их параметров (высоты, диаметра), плотности их расположения в структуре автономии.

Возможно, появление вторичных автономий – это лишь одно из проявлений тенденций в морфогенезе гексактинеллид, обусловленных изменением условий их обитания во второй половине позднего мела, в частности, конкурентным давлением со стороны устричных, при изменении температуры придонных вод. Увеличение площади скелета вторичных автономий способствовало выживанию и расселению организма при фрагментации его маргинальных участков.

Сходная стратегия «освоения значительной площади поверхности субстрата» прослеживается и на примере очень своеобразных колоний маастрихтских *Aphrocallites* [10]. В авторской реконструкции обособленные модули колонии в виде горизонтально и плоско ориентированной сети занимали значительные площади поверхности субстрата при неизменных параметрах составляющих скелет модулей.

Представления о модульной организации.

В разрабатываемой схеме модульной организации гексактинеллид [4] автономии соответствуют изначальному уровню собственно модульных форм, поскольку описанные ранее [11] перифронтальные губки модульными в полном понимании термина не являются. Представители низших модульных губок, особенно первичных автономий, распространены среди париформных представителей гексактинеллид (*Ortodiscus*, *Ventriculites*, *Microblastium*, *Napaeana*, *Sestrocladia*, *Lepidospongia*, *Guettardiscyphia*, *Craticularia*, *Zittelispongia*).

Автономии – продукт полимеризации исходных форм, при котором основания парагастральных полостей модулей, составляющих единый скелет, обособлены. Предполагается, что в морфогенезе автономий проявилось формирование дополнительных элементов скелета, объединяющих модули в единый скелет (вторичные автономии). В структуре скелета автономий, в сравнении с более сложно организованными модульными формами (колониями), парагастральная полость модулей не является единой, общей, соответственно отсутствуют такие элементы, как интерлабиринтовое пространство и междуузлия [12]. Тренд в морфогенезе скелетных гексактинеллид, с которым связывается появление автономий, представляется конечным, поскольку элементы «организации» автономий не прослеживаются в строении скелета колоний. Иными словами, автономии – боковое тупиковое направление в формообразовании поздне меловых гексактинеллид.

При сопоставлении строения скелета автономий и простейших колоний удобнее использовать именно формы с двумя – тремя оскулумами, в частности, взяв за пример представителей групп



Paracracularia ex. gr. «*fittoni*» или *Zittelispongia* (см. рис. 2, фиг. 6). У этих простейших колоний общее основание скелета и единая парагастральная полость с отчетливо обособленными несколькими оскулюмами.

Стратиграфическая приуроченность. Появление первичных автономий связывается с этапами инвазий кремниевых губок в пределы открывающихся бассейнов на юго-востоке Европейской палеобиогеографической области, а формирование вторичных автономий – с поздними стадиями филогенетического развития гексактинеллид на уровне рода. Возможно, первичные автономии проявились впервые среди позднеюрских – раннемеловых *Craticulariidae* и *Leptophragmidae*. Базальные автономии (*Rhizopoterionopsis*) известны из сеномана – кампана Европейской области. На юго-востоке Русской плиты и на сопряженных территориях первичные автономии преимущественно известны из интервала сантона – кампана, вторичные автономии найдены в породах верхнего кампана и маастрихта.

Особенности первичной сохранности наиболее актуальны при работе со скелетами вторичных и первичных базальных автономий (см. рис. 1, фиг. 2–4). Из-за перекрытия вмещающей фосфатно-терригенной массой основания скелета или парагастральной поверхности с оскулюмами трудно правильно определить тип модульной организации ископаемого организма. Скелеты вторичных автономий полной сохранности неизвестны, поэтому определить их конечные параметры и очертания затруднительно. Разрушение вторичных автономий до степени отдельных модулей или фрагментация от них отдельных модулей делают практически невозможным определение таксономической принадлежности подобных остатков, их отношения к модульным (*Communitectum*) или унитарным (*Lepidospongia*) формам. Это объясняется тем, что у большинства губок с широким отверстием стенки ее верхний край обычно отсутствует по тем или иным причинам.

В структуре субавтохтонных захоронений, при перемещении по поверхности субстрата, у скелетов первичных автономий обычно разрушаются дочерние формы (*Sporadoscinia*, *Ventriculites*), от которых сохраняются лишь фрагменты стенки, сцементированные со стенкой родительской особи, или лишь отпечатки стенок дочерних губок.

Аспекты номенклатуры и систематики весьма актуальны при изучении ископаемых гексактинеллид, и особенно при рассмотрении модульной организации представителей группы. В основном подспудно, на уровне синонимии в описательных работах, дискуссия о выделении полиоскулюмных форм в качестве отдельных таксонов или включении их в состав ранее выделенных родов (видов) ведется давно. Но поскольку представления о модульной организации

губок – гексактинеллид являются новыми, предварительными, не получили распространения и признания среди коллег, то суждения о критериях для таксономии и значения модульности для систематики этой группы носят рекомендательный характер [8].

Первичные автономии рассматриваются нами на инфравидовом уровне («подвид»), на основании видовой принадлежности родительской особи, при сохранении дочерними формами габитуса исходного модуля. Возможно, при первом описании некоторых первичных автономий следует в их названии указывать количество модулей и определение исходного морфотипа. К сожалению, в первых своих работах, при описании форм (*Ventriculites duplus*, *Napaeana binidula*, *Sporadoscinia trisorora*), которые рассматриваются сейчас как автономные (модульные), мы определяли их в качестве нового вида [5, 8], что, вероятно, не соответствует истине. Вторичные автономии рассматриваются на уровне подрода, с учетом установленных филогенетических отношений (*Lepidospongia (Communitectum)*), если, конечно, эти морфогенетические тренды удастся проследить.

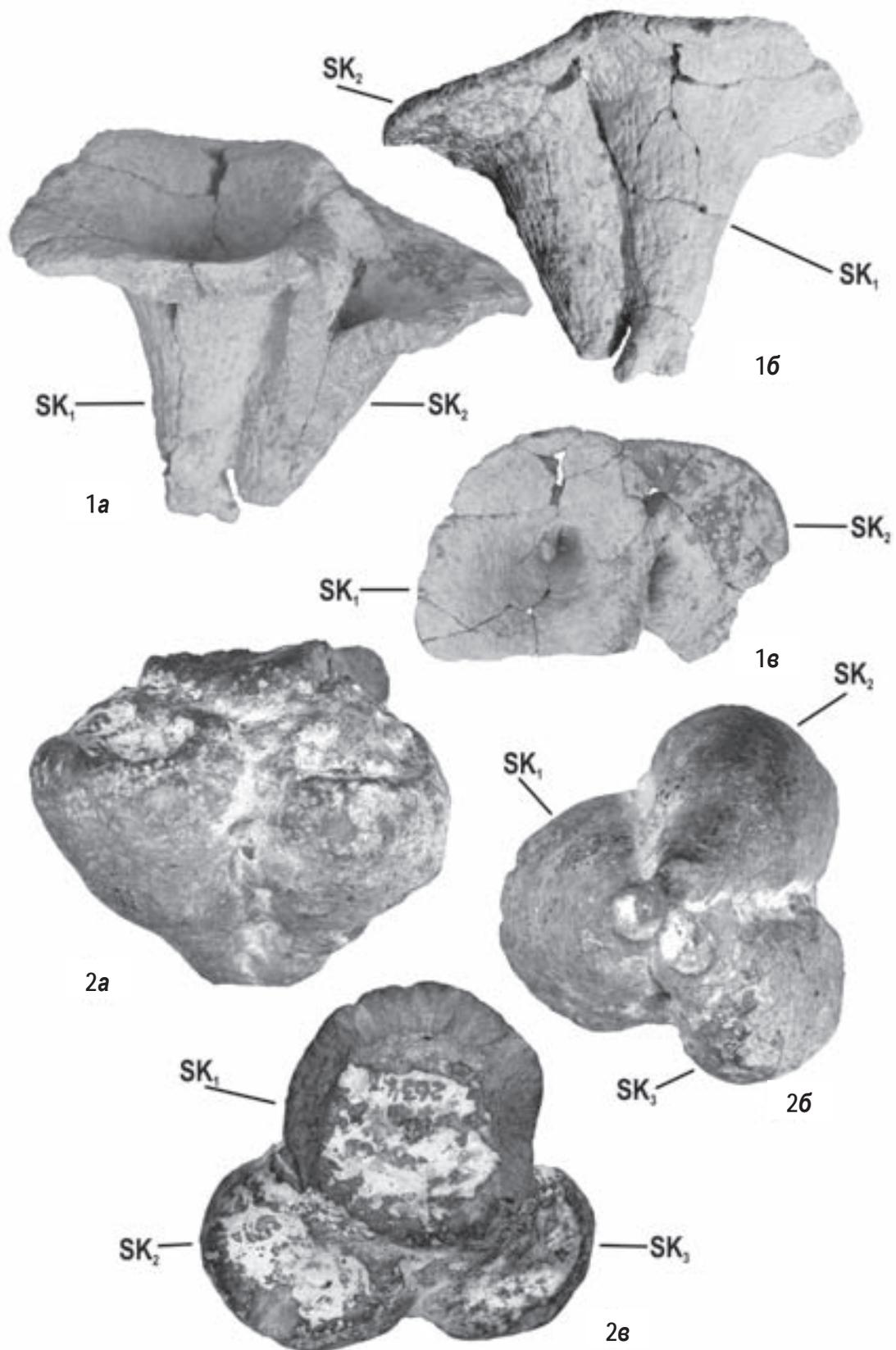
Библиографический список

1. Первушов Е. М. Гомология и морфотипы меловых скелетных гексактинеллид // Дихотомия и гомология в естественных науках : тез. докл. междунар. конф. Тюмень, 1998. С. 99–102.
2. Первушов Е. М. Причины появления диоскулюмных форм скелетов (на примере позднемеловых губок) // Биология и симметрология и синергетика в естественных науках : труды IV междунар. конф. Тюмень, 2004. С. 176–179.
3. Первушов Е. М. Проявления почкования среди позднемеловых скелетных губок – гексактинеллид // Изв. Саратов. ун-та. Новая серия. Серия Науки о Земле. 2010. Т. 10, вып. 1. С. 51–64.
4. Первушов Е. М. О модульной организации губок // 200 лет Отечественной палеонтологии : материалы всерос. совещ. (Москва, 20–22 октября 2009 г.) / Российская академия наук, Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка ; под ред. И. С. Барскова, В. М. Назаровой. М., 2009. С. 99.
5. Первушов Е. М. Позднемеловые вентрикулитидные губки Поволжья // Тр. / НИИГеологии Саратовского госуниверситета. 1998. Т. 2. 168 с.
6. Хмилевский З. И. К полиморфизму некоторых малоизвестных на Восточно-Европейской платформе верхнемеловых губок // Палеонт. сб. (Львов). 1979. № 16. С. 41–49.
7. Lachasse J. Contribution a l'etude des Spongiaires fossiles du Campanien des Charentes // Bull. Soc. Geol. France. Ser. 5. 1943. Т. 13. P. 1–66.
8. Первушов Е. М. Позднемеловые скелетные гексактинеллиды России. Ч. II. Морфология и уровни организации. Семейство *Ventriculitidae* (Phillips, 1875), partim ; семейство *Coeloptychiidae* Goldfuss, 1833– (Lychniscosa) ; се-



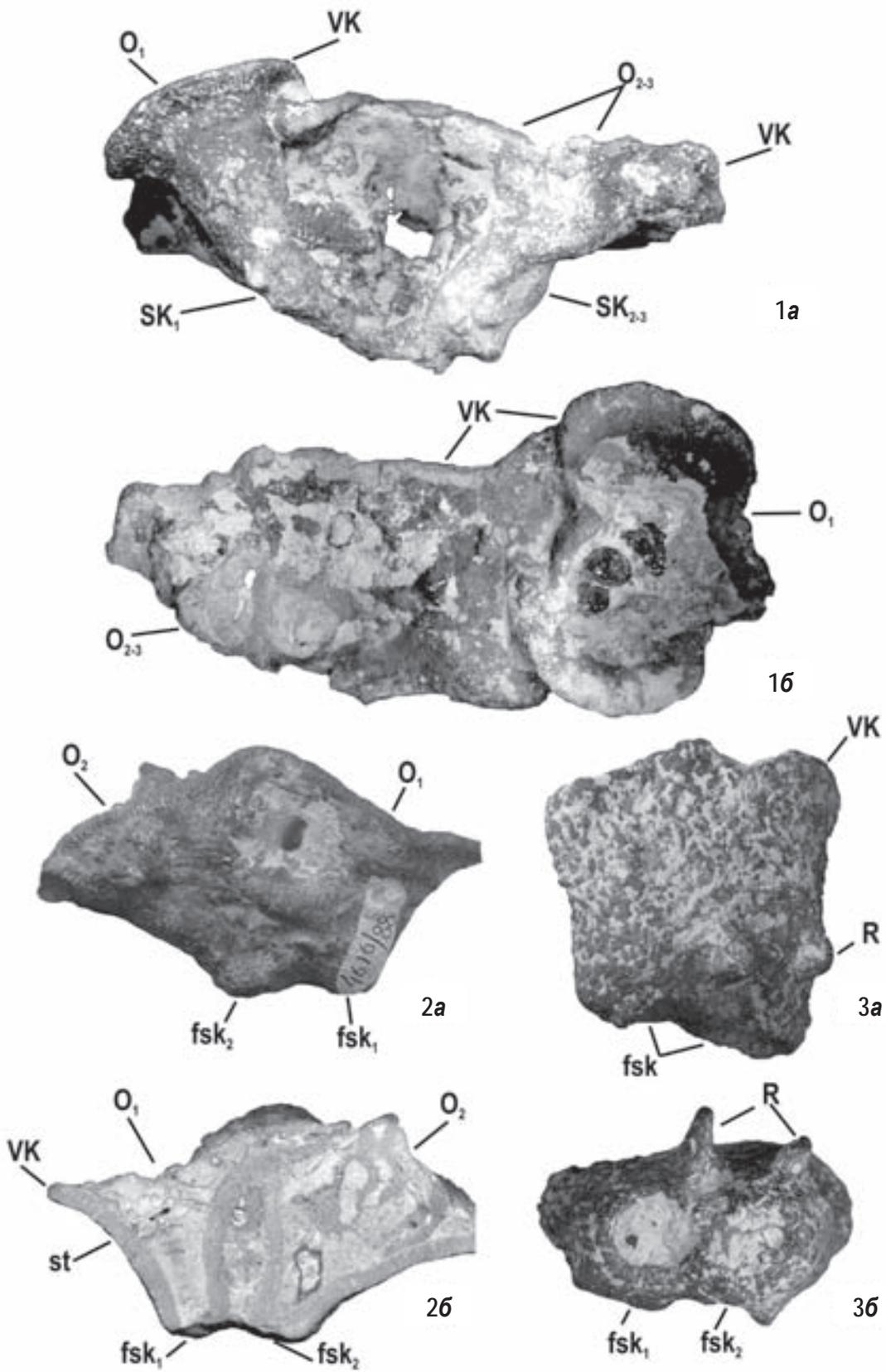
Приложение

Фототаблица I



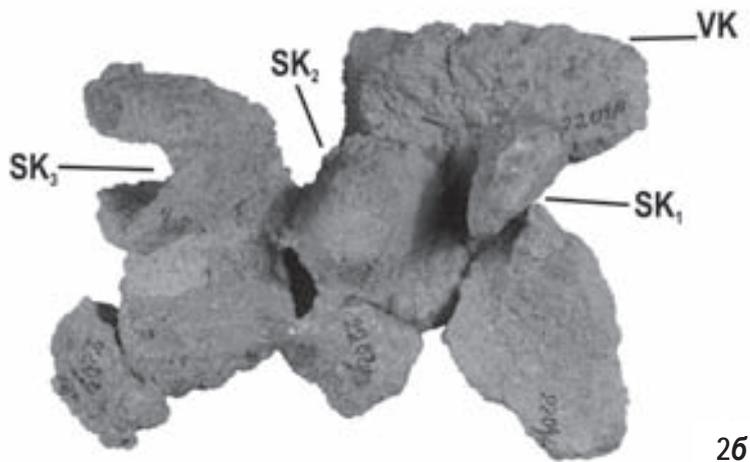
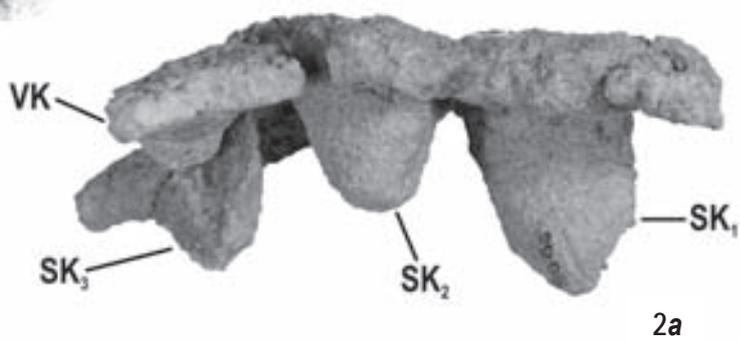
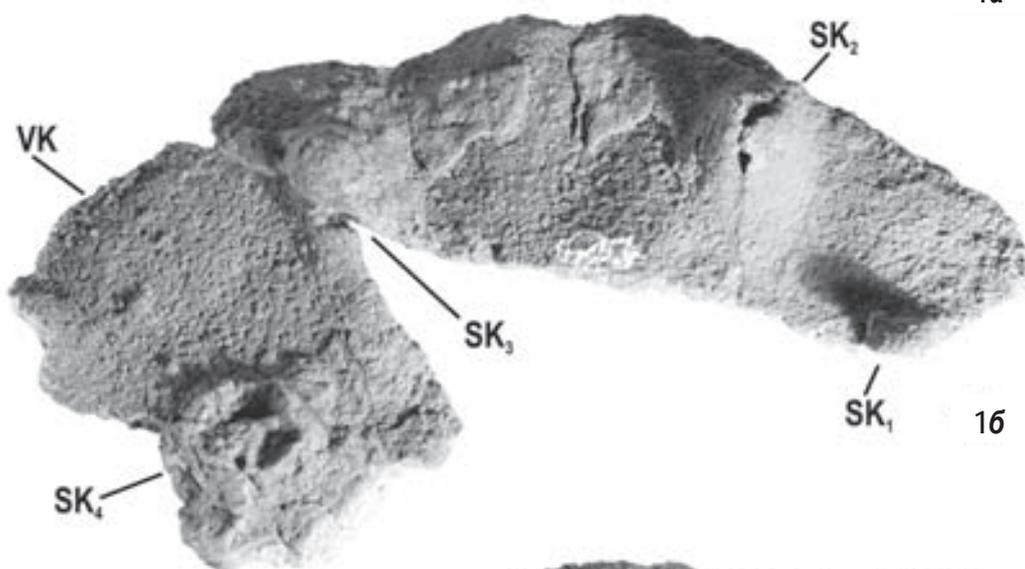


Фототаблица II





Фототаблица III





мейство Leptophragmidae (Goldfuss, 1833) – (Hexactinosa). Саратов, 2002. 274 с. (Труды научно-исследовательского института геологии Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского. Новая серия. Т. XII).

9. Первушов Е. М. Новообразования в строении скелета позднемеловых губок, способствовавшие формированию полиоскулюмных форм // Изв. Саратов. ун-та. Новая серия. Серия Науки о Земле. 2011. Т. 11, вып. 1. С. 39–51.

10. Helm C., Kosma R. Reconstruction of the unusual Late

Cretaceous hexactinellid sponge *Aphrocallistes alveolites* (Roemer, 1841) // Palaontologische Zeitschrift. 2006. Н. 80(1). S. 22–33.

11. Первушов Е. М. Перифронтальные формы модульных гексактинеллид // Изв. Саратов. ун-та. Новая серия. Серия Науки о Земле. 2012. Т. 12, вып. 1. С. 56–66.

12. Марфенин Н. Н. Фундаментальные закономерности модульной организации в биологии // Вестн. ТвГУ. Сер. «Биология и экология». 2008. Вып. 9. С. 147–161.

Фототаблица I

Фиг. 1. *Ventriculites ex gr. striatus* (Smith, 1848); Экз. СГУ № 122/5356 (x0,5): 1а, 1б – сбоку, с противоположных сторон, «материнская» особь показана в вертикальном положении; 1в – сверху. Саратовская область, с. Широкий буерак, нижний сантон. Экземпляр любезно передан автору В. Б. Сельцером.

Фиг. 2. *Sporadoscinia stellata trisorora* Perv., 2002; Экз. СГУ № 121/2634 (x0,5): скелет первичной автономии: 2а – сбоку, 2б – снизу, 2в – сверху. г. Саратов, нижний сантон.

Условные обозначения: «М» – «материнская» особь, SK₁₋₃ – модули, fsk – основание скелета.

Фототаблица II

Фиг. 1. *Naraeana sp.*; Экз. СГУ № 122/2895 (x0,75): скелет первичной полиоскулюмной радиально-концентрической автономии («грибница»): 1а – латусная поверхность скелета, 1б – сверху, отвороты стенки модулей образуют видимость общей поверхности скелета. Саратовская обл., с. Александровка-1, нижний сантон.

Фиг. 2. *Naraeana minutilis binidula* Perv., 1998; Экз. СГУ № 121/1148 (x0,75): скелет первичной автономии: 2а – латусная поверхность скелета, 2б – аншлиф, вертикальное сечение ске-

лета, парагастральные полости и межскелетное пространство заполнено вмещающей породой на фосфатном цементе. г. Саратов, нижний сантон.

Фиг. 3. *Microblastium ex gr. cylindratum* Perv., 1998; Экз. СГУ № 122/1486 (x0,75): 3а – сбоку, латусная поверхность, 3б – снизу, обособлены основания двух модулей. г. Саратов, нижний сантон.

Условные обозначения. O₁₋₃ – оскулюм, SK₁₋₃ – модули, R – основания (шипы) ризоидов, VK – верхний край, st – стенка, fsk₁₋₂ – основание модулей.

Фототаблица III

Фиг. 1. *Lepidospongia (Communitectum) plyrifossatum* Perv., 1998; Голотип. Экз. СГУ № 121/2345 (x0,4): фрагмент крупного скелета вторичной автономии: 1а – с боку, на поверхность верхнего края, 1б – снизу. Саратовская обл., Буданова гора, нижний маастрихт. Экземпляр любезно передан автору Д. С. Худяковым.

Фиг. 2. *Lepidospongia (Communitectum) plyrifossatum* Perv., 1998; Паратип. Экз. СГУ № 121/2203 – 2204 (x0,75): фрагмент скелета вторичной автономии: 2а – с боку, 2б – снизу. Саратовская обл., с. Небезкино, нижний маастрихт.

Условные обозначения: SK₁₋₄ – модули, VK – верхний край.



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Астаркин Сергей Васильевич, ассистент кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского. E-mail: sv.astarkin@rambler.ru

Барановская Марина Александровна, старший геолог ООО «Геолхимпроект», г. Москва. E-mail: MoskovskyGA@info.sgu.ru

Башкатов Александр Николаевич, доцент кафедры физической географии и ландшафтной экологии географического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, кандидат географических наук. E-mail: albion@info.sgu.ru

Гончаренко Ольга Павловна профессор кафедры минералогии и петрографии геологического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, доктор геолого-минералогических наук. E-mail: GoncharenkoOP@mail.ru

Гусев Виктор Александрович, доцент кафедры физической географии и ландшафтной экологии географического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, кандидат сельскохозяйственных наук. E-mail: farik26@yandex.ru

Данилов Владимир Анатольевич, ассистент кафедры геоморфологии и геоэкологии географического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, кандидат географических наук. E-mail: kohavi@yandex.ru

Елисеева Любовь Васильевна, старший преподаватель кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского. E-mail: korobad@yandex.ru

Жучков Павел Сергеевич, студент кафедры геоморфологии и геоэкологии географического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского. E-mail: farik26@yandex.ru

Иванова Галина Федоровна доцент кафедры метеорологии и климатологии географического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, кандидат географических наук. E-mail: kafmeteo@sgu.ru

Калякин Евгений Александрович, аспирант кафедры исторического геологии и палеонтологии геологического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского. E-mail: eakalyakin@mail.ru

Колотухин Анатолий Трофимович, доцент кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, кандидат геолого-минералогических наук. E-mail: korob@info.sgu.ru

Коробов Александр Дмитриевич, профессор кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, доктор геолого-минералогических наук. E-mail: korobad@yandex.ru

Коробова Людмила Александровна, доцент кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, кандидат геолого-минералогических наук. E-mail: korob@info.sgu.ru

Левицкая Нина Григорьевна, заведующая лабораторией агрометеопрогнозов Научно-исследовательского института сельского хозяйства (НИИСХ) Юго-востока, кандидат сельскохозяйственных наук. E-mail: kafmeteo@sgu.ru

Макаров Владимир Зиновьевич, профессор кафедры физической географии и ландшафтной экологии географического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, доктор географических наук. E-mail: makarovvz@rambler.ru

Мартынова Екатерина Геннадиевна, аспирантка кафедры гидрогеологии и инженерной геологии геологического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского. E-mail: katrinmart90@mail.ru

Молочко Анна Вячеславовна, доцент кафедры геоморфологии и геоэкологии географического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, кандидат географических наук. E-mail: molochko@yandex.ru

ственного университета имени Н.Г. Чернышевского, кандидат географических наук. E-mail: farik26@yandex.ru

Морозова Светлана Владимировна, доцент кафедры метеорологии и климатологии географического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, кандидат географических наук. E-mail: swetwl@yandex.ru

Московский Георгий Александрович, профессор кафедры минералогии и петрографии геологического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, доктор геолого-минералогических наук. E-mail: MoskovskyGA@info.sgu.ru

Мукало Анастасия Сергеевна, инженер учебной лаборатории геоинформатики и тематического картографирования географического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского. E-mail: anastasia-mukalo@yandex.ru

Мухин Владимир Михайлович, доцент кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, кандидат геолого-минералогических наук. E-mail: korobad@yandex.ru

Орлова Ирина Александровна, инженер лаборатории агрометеопрогнозов Научно-исследовательского института сельского хозяйства (НИИСХ) Юго-востока. E-mail: orlova-ia2504@yandex.ru

Первушов Евгений Михайлович, профессор кафедры исторической геологии и палеонтологии геологического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, доктор геолого-минералогических наук. E-mail: pervushovem@mail.ru

Пименов Максим Викторович, доцент кафедры общей геологии и полезных ископаемых геологического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, кандидат геолого-минералогических наук. E-mail: sv.astarkin@rambler.ru

Пичугина Наталья Валентиновна, старший преподаватель кафедры физической географии и ландшафтной экологии географического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского. E-mail: pichuginan@mail.ru

Свидзинский Сергей Александрович, главный специалист отдела главного геолога ООО «ЕвроХим-ВолгаКалий», г. Котельниково, Волгоградская область, доктор геолого-минералогических наук. E-mail: MoskovskyGA@info.sgu.ru

Староверов Вячеслав Николаевич, профессор гидрогеологии и инженерной геологии геологического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, доктор геолого-минералогических наук. E-mail: katrinmart90@mail.ru

Федоров Алексей Васильевич, заведующий лабораторией геоинформатики и тематического картографирования Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского. E-mail: khvorostukhin89@mail.ru

Хохлов Алексей Евгеньевич, старший преподаватель кафедры гидрогеологии и инженерной геологии геологического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского. E-mail: katrinmart90@mail.ru

Хворостухин Дмитрий Павлович, аспирант кафедры геоморфологии и геоэкологии географического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского. E-mail: khvorostukhin89@mail.ru

Чумаченко Алексей Николаевич, профессор кафедры геоморфологии и геоэкологии географического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, доктор географических наук. E-mail: khvorostukhin89@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Astarkin Sergey Vasilievich, Saratov State University, geological faculty, department of geology and geochemistry of fossil fuel, assistant. E-mail: sv.astarkin@rambler.ru

Bashkatov Aleksandr Nikolaevich, Saratov State University, geographical faculty, department of physical geography and landscape ecology, associate professor. E-mail: albion@info.sgu.ru

Baranovskaya Maria Aleksandrovna, «Geolkhimproekt» Ltd, Moscow. E-mail: MoskovskyGA@info.sgu.ru

Chumachenko Aleksey Nikolaevich, Saratov State University, geographical faculty, department of geomorphology and geoecology, professor, head of the department. E-mail: khvorostukhin89@mail.ru

Danilov Vladimir Anatolievich, Saratov State University, geographical faculty, department of geomorphology and geoecology, associate professor. E-mail: kohavi@yandex.ru

Eleseeva Lyubov Vasilievna, Saratov State University, geological faculty, department of geology and geochemistry of fossil fuel, senior lecturer. E-mail: korobad@yandex.ru

Fedorov Aleksey Vasilievich, Saratov State University, laboratory of geoinformatics and thematical mapping, head of the laboratory. E-mail: khvorostukhin89@mail.ru

Goncharenko Olga Pavlovna, Saratov State University, geological faculty, department of mineralogy and petrography, professor, head of department. E-mail: GoncharenkoOP@mail.ru

Gusev Viktor Aleksandrovich, Saratov State University, geographical faculty, department of physical geography and landscape ecology, associate professor. E-mail: farik26@yandex.ru

Hohlov Aleksey Evgenievich, Saratov State University, geological faculty, department of hydrogeology and engineering geology, senior teacher. E-mail: katrinmart90@mail.ru

Ivanova Galina Fedorovna, Saratov State University, geographical faculty, department of meteorology and climatology, associate professor. E-mail: kafmeteo@sgu.ru

Kalyakin Evgeniy Aleksandrovich, Saratov State University, geological faculty, department of historical geology and paleontology, post-graduate student. E-mail: eakalyakin@mail.ru

Khvorostukhin Dmitriy Pavlovich, Saratov State University, geographical faculty, department of geomorphology and geoecology, post-graduate student. E-mail: khvorostukhin89@mail.ru

Kolotukhin Anatoliy Trofimovich, Saratov State University, geological faculty, department of geology and geochemistry of fossil fuel, associate professor. E-mail: korob@info.sgu.ru

Korobov Aleksandr Dmitrievich, Saratov State University, geological faculty, department of geology and geochemistry of fossil fuel, professor, head of department. E-mail: korobad@yandex.ru

Korobova Lyudmila Aleksandrovna, Saratov State University, geological faculty, department of geology and geochemistry of fossil fuel, associate professor. E-mail: korob@info.sgu.ru

Levitskaya Nina Grigorievna, Agricultural Research Institute for South-East Region (ARISER), laboratory of agrometeorological forecast, head of laboratory. 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: makarovvz@rambler.ru

Martynova Ekaterina Gennadievna, Saratov State University, geological faculty, department of hydrogeology and engineering geology, post-graduate student. E-mail: katrinmart90@mail.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: swetwl@yandex.ru

Moskovsky Georgiy Aleksandrovich, Saratov State University, geological faculty, department of mineralogy and petrography, professor. E-mail: MoskovskyGA@info.sgu.ru

Mukalo Anastasia Sergeevna, Saratov State University, laboratory of geoinformatics and thematical mapping, engineer. E-mail: anastasia-mukalo@yandex.ru

Mukhin Vladimir Mikhaylovich, Saratov State University, geological faculty, department of geology and geochemistry of fossil fuel, associate professor. E-mail: korobad@yandex.ru

Orlova Irina Aleksandrovna, Agricultural Research Institute for South-East Region (ARISER), laboratory of agrometeorological forecast, engineer. E-mail: orlova-ia2504@yandex.ru

Pervushov Evgeniy Mikhaylovich, Saratov State University, geological faculty, department of historical geology and paleontology, professor, head of the department. E-mail: pervushovem@mail.ru

Pichugina Natalia Valentinovna, Saratov State University, geographical faculty, department of physical geography and landscape ecology, senior lecturer. E-mail: pichuginan@mail.ru

Pimenov Maksim Viktorovich, Saratov State University, geological faculty, department of general geology and minerals, associate professor. E-mail: sv.astarkin@rambler.ru

Staroverov Vyacheslav Nikolaevich, Saratov State University, geological faculty, department of hydrogeology and engineering geology, professor. E-mail: katrinmart90@mail.ru

Svidzinskiy Sergey Alekandrovich, main specialist of main geologist department of "EuroKhim-VolgaKaliy", Kotelnikovo, Volgograd region. E-mail: MoskovskyGA@info.sgu.ru

Zhuchkov Pavel Sergeevich, Saratov State University, geographical faculty, department of geomorphology and geoecology, student. E-mail: farik26@yandex.ru



Подписка на II 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



