

**СОДЕРЖАНИЕ****Научный отдел****География**

- Галстян Г. А.** Исследование наличия лишайников на стволах деревьев в г. Саратове как индикатора загрязнения воздушного бассейна 5
- Иванова Г. Ф., Левицкая Н. Г., Демакина И. И.** Исследование характеристик влажностного режима атмосферы в условиях меняющегося климата Саратовской области 9
- Макаров В. З., Пичугина Н. В., Гусев В. А., Затонский В. А.** Природный потенциал сельскохозяйственных округов Саратовской области 13
- Михайлова Е. В.** Зеленые насаждения на территории крупного промышленного города (на примере г. Балаково) 18
- Молочко А. В.** Организация научно-творческой внеаудиторной деятельности (на примере географического факультета Саратовского государственного университета) 22
- Преображенский Ю. В.** Трансформация отраслевой структуры экономики субъектов Российской Федерации Поволжского экономического района в 2005–2013 годах 24
- Проказов М. Ю., Михайлова Е. В., Басамыкин С. С.** Динамика геоэкологической ситуации на волжской пойме в районе г. Саратова 29

Геология

- Коробов А. Д., Коробова Л. А.** Петрогенная вода, гидротермальный процесс и миграция нефти в тектонически активизированном погребенном континентальном рифте (Западная Сибирь) 36
- Кравченко Т. И., Филатов В. В.** Оценка критической нагрузки, обусловленной отрицательной формой техногенного рельефа 44
- Московский Г. А., Гончаренко О. П., Свидзинский С. А., Радзиевская О.-М. А.** Условия формирования текстур и структур калийных, калийно-магниевого и магниевого солей в Прикаспийском солеродном бассейне 48
- Рихтер Я. А., Пронин А. П.** Раннекаменноугольный вулканизм на юго-востоке Прикаспийской впадины 55

Сведения об авторах

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

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. Зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций, свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-56167 от 15 ноября 2013 года

Индекс издания по каталогу ОАО Агентства «Роспечать» 36010, раздел 21 «Науки о Земле. Экология». Журнал выходит 4 раза в год

Заведующий редакцией
Бучко Ирина Юрьевна

Редактор
Малютина Елена Анатольевна

Художник
Соколов Дмитрий Валерьевич

Редактор-стилист
Степанова Наталия Ивановна

Верстка
Степанова Наталия Ивановна

Технический редактор
Ковалева Наталья Владимировна

Корректор
Крылова Елена Борисовна

Адрес редакции:
410012, Саратов, ул. Астраханская, 83
Тел.: (845-2) 51-45-49, 52-26-89
E-mail: isvestiya@sgu.ru

Подписано в печать 12.11.15.
Формат 60x84 1/8.
Усл. печ. л. 7,90 (8,5).
Тираж 500 экз. Заказ -Т.

Отпечатано в типографии Саратовского университета.
410012, Саратов, Б. Казачья, 112А

© Саратовский государственный университет, 2015



ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Журнал «Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле» принимает к публикации на русском языке общетеоретические, методические, дискуссионные, критические статьи, результаты исследований в области наук о Земле, краткие сообщения и рецензии, а также хронику и информацию.

Объем публикуемой статьи не должен превышать 16 страниц, 5 рисунков и 4 таблиц.

Статья должна быть аккуратно оформлена и тщательно отредактирована.

Последовательность предоставления материала:

– на русском языке: индекс УДК, название работы, инициалы и фамилии авторов, сведения об авторах (ученая степень, должность и место работы, e-mail), аннотация, ключевые слова, текст статьи, благодарности, ссылки на гранты, библиографический список;

– на английском языке: название работы, инициалы и фамилии авторов, место работы (вуз, почтовый адрес), e-mail, аннотация, ключевые слова.

Отдельным файлом приводятся сведения о статье: раздел журнала, УДК, авторы и название статьи (на русском и английском языках); сведения об авторах: фамилия, имя и отчество (полностью), e-mail, телефон (для ответственного за переписку обязательно указать сотовый или домашний). Если название статьи слишком длинное, то для колонтитула следует привести его краткий вариант.

Иллюстрации и таблицы должны быть представлены отдельным файлом в формате jpg, tiff, cdr, bmp, разрешением не меньше 300 dpi. Рисунки должны быть представлены в черно-белом виде.

Кроме статьи, сведений об авторах необходима также рецензия на статью в двух экземплярах.

Все материалы предоставляются как в бумажном, так и электронном виде.

Требования к аннотации и библиографическому списку:

– аннотация должна отражать основную суть публикации; оптимальный объем 500–600 знаков;

– в библиографическом списке должны быть указаны только процитированные в статье работы; ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Более подробная информация о правилах оформления статей, образцы оформления различных источников приведены вместе со стилевым файлом по адресу: www.geo.sgu.ru.

Датой поступления статьи считается дата поступления ее окончательного варианта. Возвращенная на доработку статья должна быть прислана в редакцию не позднее чем через три месяца. Возвращение статьи на доработку не означает, что статья будет опубликована, после переработки она вновь будет рецензироваться.

Материалы, отклоненные редколлегией, не возвращаются.

Адреса для переписки с редколлегией серии: farik26@yandex.ru; 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, географический факультет, ответственному секретарю журнала «Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле».

CONTENTS

Scientific Part

Geography

- Galstyan G. A.** Study Presence of Lichens on Tree Trunks in Saratov as an Indicator of Air Pollution 5
- Ivanova G. F., Levitskaya N. G., Demakina I. I.** Research of Characteristics of Humidity Regime of Atmosphere in the Conditions of Changing Climate of Saratov Area 9
- Makarov V. Z., Pichugina N. V., Gusev V. A., Zatonsky V. A.** Natural Potential of the Agricultural Districts of the Saratov Region 13
- Mikhaylova E. V.** Green Plantings in the Territory of the Large Industrial City (on the Example of the Balakovo City) 18
- Molochko A. V.** Organization of Scientific and Creative Extracurricular Activities (with Geographical Faculty of Saratov State University as an Example) 22
- Preobrazhenskiy Yu. V.** The Transformation of Economic Structure of the Russian Subjects of the Volga Economic Region in 2005–2013 24
- Prokazov M. Yu., Mihaylova E. V., Basamikin S. S.** The Dynamics of Geo-ecological Situation in the Flood Plain of the Volga near Saratov 29

Geology

- Korobov A. D., Korobova L. A.** Petrogenic Water, Hydrothermal Process and Oil Migration in a Tectonically Activated Buried Continental Rift (West Siberia) 36
- Kravchenko T. I., Filatov V. V.** Assessment of Critical Loads due to the Negative Form of Technogenic Relief 44
- Moskovsky G. A., Goncharenko O. P., Svidzinsky S. A., Radzievskaya O.-M. A.** Environment of Texture and Structure Formation in Potassium, Potassium-magnesium and Magnesium Salts within the Caspian Halogenic Basin 48
- Richter Ya. A., Pronin A. P.** The Early Carboniferous Volcanism in the Southeastern Precaspian Depression 55

Information about the authors

67



**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА
«ИЗВЕСТИЯ САРАТОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. НОВАЯ СЕРИЯ»**

Главный редактор

Чумаченко Алексей Николаевич, доктор геогр. наук, профессор (Саратов, Россия)

Заместитель главного редактора

Стальмахов Андрей Всеволодович, доктор физ.-мат. наук, профессор (Саратов, Россия)

Ответственный секретарь

Халова Виктория Анатольевна, кандидат физ.-мат. наук, доцент (Саратов, Россия)

Члены редакционной коллегии:

Балаш Ольга Сергеевна, кандидат экон. наук, доцент (Саратов, Россия)

Бучко Ирина Юрьевна, директор Издательства Саратовского университета (Саратов, Россия)

Данилов Виктор Николаевич, доктор ист. наук, профессор (Саратов, Россия)

Ивченков Сергей Григорьевич, доктор социол. наук, профессор (Саратов, Россия)

Коссович Леонид Юрьевич, доктор физ.-мат. наук, профессор (Саратов, Россия)

Макаров Владимир Зиновьевич, доктор геогр. наук, профессор (Саратов, Россия)

Прозоров Валерий Владимирович, доктор филол. наук, профессор (Саратов, Россия)

Усанов Дмитрий Александрович, доктор физ.-мат. наук, профессор (Саратов, Россия)

Устьянцев Владимир Борисович, доктор филос. наук, профессор (Саратов, Россия)

Шамянов Раиль Мунирович, доктор психол. наук, профессор (Саратов, Россия)

Шляхтин Геннадий Викторович, доктор биол. наук, профессор (Саратов, Россия)

**EDITORIAL BOARD OF THE JOURNAL
«IZVESTIYA OF SARATOV UNIVERSITY. NEW SERIES»**

Editor-in-Chief – Chumachenko A. N. (Saratov, Russia)

Deputy Editor-in-Chief – Stalmakhov A. V. (Saratov, Russia)

Executive Secretary – Khalova V. A. (Saratov, Russia)

Members of the Editorial Board:

Balash O. S. (Saratov, Russia)

Buchko I. Yu. (Saratov, Russia)

Danilov V. N. (Saratov, Russia)

Ivchenkov S. G. (Saratov, Russia)

Kossovich L. Yu. (Saratov, Russia)

Makarov V. Z. (Saratov, Russia)

Prozorov V. V. (Saratov, Russia)

Usanov D. A. (Saratov, Russia)

Ustiantsev V. B. (Saratov, Russia)

Shamionov R. M. (Saratov, Russia)

Shlyakhtin G. V. (Saratov, Russia)



**РЕДАКЦИОННАЯ
КОЛЛЕГИЯ**





**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА
«ИЗВЕСТИЯ САРАТОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. НОВАЯ СЕРИЯ.
СЕРИЯ: НАУКИ О ЗЕМЛЕ»**

Главный редактор

Макаров Владимир Зиновьевич, доктор геогр. наук, профессор (Саратов, Россия)

Заместитель главного редактора

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

Ответственный секретарь

Молочко Анна Вячеславовна, кандидат геогр. наук (Саратов, Россия)

Члены редакционной коллегии:

Богданов Михаил Борисович, доктор физ.-мат. наук, профессор (Саратов, Россия)

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

Гусев Виктор Александрович, кандидат с.-х. наук, доцент (Саратов, Россия)

Колотухин Анатолий Трофимович, кандидат геол.-минерал. наук, доцент (Саратов, Россия)

Московский Георгий Александрович, доктор геол.-минерал. наук, доцент (Саратов, Россия)

Первушов Евгений Михайлович, доктор геол.-минерал. наук, профессор (Саратов, Россия)

Рихтер Яков Андреевич, доктор геол.-минерал. наук, профессор (Саратов, Россия)

Рыскин Михаил Ильич, кандидат геол.-минерал. наук, доцент (Саратов, Россия)

Самонина Светлана Сергеевна, кандидат геогр. наук, доцент (Саратов, Россия)

**EDITORIAL BOARD OF THE JOURNAL
«IZVESTIYA OF SARATOV UNIVERSITY. NEW SERIES.
SERIES: EARTH SCIENCES»**

Editor-in-Chief – Makarov V. Z. (Saratov, Russia)

Deputy Editor-in-Chief – Korobov A. D. (Saratov, Russia)

Executive Secretary – Molochko A. V. (Saratov, Russia)

Members of the Editorial Board:

Bogdanov M. B. (Saratov, Russia)

Guzhikov A. Yu. (Saratov, Russia)

Gusev V. A. (Saratov, Russia)

Kolotukhin A. T. (Saratov, Russia)

Moskovskij G. A. (Saratov, Russia)

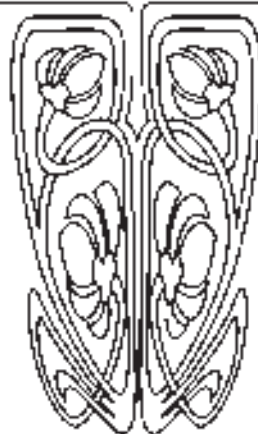
Pervushov E. M. (Saratov, Russia)

Richter Y. A. (Saratov, Russia)

Riskin M. I. (Saratov, Russia)

Samonina S. S. (Saratov, Russia)

**РЕДАКЦИОННАЯ
КОЛЛЕГИЯ**





ГЕОГРАФИЯ

УДК [502.3; 582.29] (470, 44–25)

ИССЛЕДОВАНИЕ НАЛИЧИЯ ЛИШАЙНИКОВ НА СТВОЛАХ ДЕРЕВЬЕВ В Г. САРАТОВЕ КАК ИНДИКАТОРА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА

Г. А. Галстян

Саратовский государственный университет
E-mail: gga-90@mail.ru

Проведенные исследования наличия лишайников на стволах деревьев подтверждают высокий уровень загрязнения воздуха выбросами промышленности и транспорта во всех районах г. Саратова.

Ключевые слова: лишайник, индикатор загрязнения воздушного бассейна.

Study Presence of Lichens on Tree Trunks in Saratov as an Indicator of Air Pollution

G. A. Galstyan

Studies presence of lichens on tree trunks support a high level of air pollution from industry and transport in all parts of the city of Saratov.

Key words: lichen, indicator of air pollution.

DOI: 10.18500/1819-7663-2015-15-4-5-9

Постановка проблемы. Данная статья посвящена изучению уровня загрязнения воздуха выбросами промышленности и транспорта в г. Саратове методами лишеноиндикации.

Интенсивный рост автотранспорта и промышленного производства способствует быстрому увеличению в атмосфере городов концентрации токсичных для человека газов и пыли, а также формированию высокого уровня шумового загрязнения. Вредное воздействие на здоровье человека оказывают окись углерода, окислы азота, соединения фтора, аммиак [1]. От автомобилей в воздушную среду поступает более 200 различных веществ и соединений, среди которых особенно опасными являются свинец, углеводород и бензапирен [1].

Лишайники – широко распространенная группа симбиотических организмов, обычно растущих на камнях или древесных стволах, реже на почве и получающих необходимую им для жизни влагу из атмосферы [2]. Лишайники проявляют повышенную чувствительность к химическому загрязнению и могут служить его индикаторами [3].

Город Саратов (площадь 320 км²) расположен на юго-востоке европейской части России на правом берегу Волгоградского водохранилища.

Саратов является крупным промышленным центром Поволжья. На его территории размещаются предприятия химической, нефте- и газоперерабатывающей, электроэнергетической, строительной и легкой промышленности. Объем выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферу от стационарных источников промышленных предприятий и автотранспорта в 2012 году составил 80,3 тыс. т (в 2010 году – 87,6 тыс. т), при этом на долю автотранспорта приходится 74,8% от суммарного объема [1]. По данным Управления ГИБДД ГУ МВД России по Саратовской области, по состоянию на 1 января 2014 года в городе зарегистрированы 303,1 тыс. единиц автомобильного транспорта [4].





Многочисленные исследования в районах промышленных объектов, на заводских и прилегающих к ним территориях показывают прямую зависимость между загрязнением атмосферы и сокращением численности определенных видов лишайников. Особая чувствительность лишайников объясняется тем, что они не могут выделять в среду поглощенные токсические вещества, которые вызывают физиологические нарушения и морфологические изменения. По мере приближения к источнику загрязнения слоевища лишайников становятся толстыми, компактными и почти совсем утрачивают плодовые тела, обильно покрываются соредиями. Дальнейшее загрязнение атмосферы приводит к тому, что лопасти лишайников окрашиваются в беловатый, коричневый или фиолетовый цвет, их талломы сморщиваются, и растения погибают. Изучение лишайниковой флоры в населенных пунктах и вблизи крупных промышленных объектов показывает, что состояние окружающей среды оказывает существенное влияние на развитие лишайников [5]. По их видовому составу и встречаемости можно судить о степени загрязнения воздуха. Наиболее резко лишайники реагируют на диоксид серы. На частоту встречаемости лишайников влияет кислотность субстрата. На коре, имеющей нейтральную реакцию, лишайники чувствуют себя лучше, чем на кислом субстрате. Этим объясняется различный состав лишайнофлоры на разных породах деревьев [5].

Объекты исследования. В городе Саратове были исследованы осенью 2014 года десятки

урболодшафтных участков в каждом из шести районов города.

Методика исследования. Исследовалось наличие лишайников, расположенных на стволах деревьев на определенной высоте. Оценка встречаемости и покрытия осуществлялась с помощью баллов [5].

Таким образом, проективное покрытие может определяться в количественных или в балльных величинах. Для определения количественных характеристик проективного покрытия применяют ряд методов, одним из которых является метод визуальной оценки. Количественные характеристики определялись с помощью четырехбалльной системы: участки с очень большим количеством лишайников (60–100%); участки с большим количеством лишайников (40–60%); участки с небольшим количеством лишайников (5–40%); участки, на которых лишайники отсутствуют (менее 5%). Участков с очень большим количеством лишайников на стволах деревьев не было обнаружено.

Результаты исследования. В Ленинском районе г. Саратова участки с небольшим количеством лишайников на стволах деревьев расположены южнее ул. Панфилова, восточнее ул. Шехурдина, между ул. Лебедева, Электронной, Перспективной и 5-м просп. Строителей, западнее просп. 50 лет Октября. Лишайники отсутствуют между ул. Буровой и Московским шоссе, на юго-западе, между ул. Шехурдина и просп. 50 лет Октября, западнее и восточнее просп. Строителей (рис. 1)



Рис. 1. Карта-схема наличия лишайников на стволах деревьев в Ленинском районе г. Саратова



Во Фрунзенском районе участки с большим количеством лишайников на стволах деревьев расположены севернее и западнее ул. Шелковичной и в Детском парке. Участки с небольшим количеством – западнее от Лысой горы, севернее ул. Новоузенской, в центральной части района, вокруг Детского парка. Участки, где лишайники отсутствуют: на востоке района, западнее ул. Железнодорожной (рис. 2).

В Октябрьском районе на исследованных участках большого количества лишайников на стволах деревьев не было обнаружено. Участки с небольшим количеством лишайников: в северо-восточной и восточной частях, западнее ул. Чернышевского, северо-западнее 3-го Паркового проезда, севернее ул. Клочкова. Лишайников не было обнаружено в юго-восточной, в центральной исследованных частях данного района (см. рис. 2).

В Кировском районе участок с небольшим количеством лишайников находится в Ботаническом саду Саратовского государственного университета. Участки, на которых лишайники отсутствуют: на юго-востоке района, между ул. Соколовой и просп. 50 лет Октября (рис. 3).

В Волжском районе также не было обнаружено большого количества лишайников. Участки

с небольшим количеством лишайников: в парке «Липки», в юго-восточной части района, западнее ул. Большой Горной. Лишайники отсутствуют на исследованных участках в южной, юго-западной частях данного района (рис. 4).

В Заводском районе участок с небольшим количеством лишайников на стволах деревьев находится между просп. Энтузиастов и ул. Пономарёва. Участки, на которых лишайники отсутствуют: между Ново-Астраханским шоссе, ул. 7-й Нагорной и Огородной; западнее и восточнее просп. Энтузиастов, Ново-Астраханского шоссе (рис. 5).

Лихеноиндикационные исследования, проведенные в разных административных районах г. Саратова, показали, что в Заводском районе на модельных площадках на просп. Энтузиастов и прилегающих территориях количество лишайников минимально, что свидетельствует о влиянии загазованности на состояние лишайников; в Октябрьском районе на модельных участках в пос. Агафоновке лишайников достаточно.

Анализ наличия на стволах деревьев показал, что природные характеристики местоположения, а также уровень техногенной нагрузки влияет на состояние лишайников.

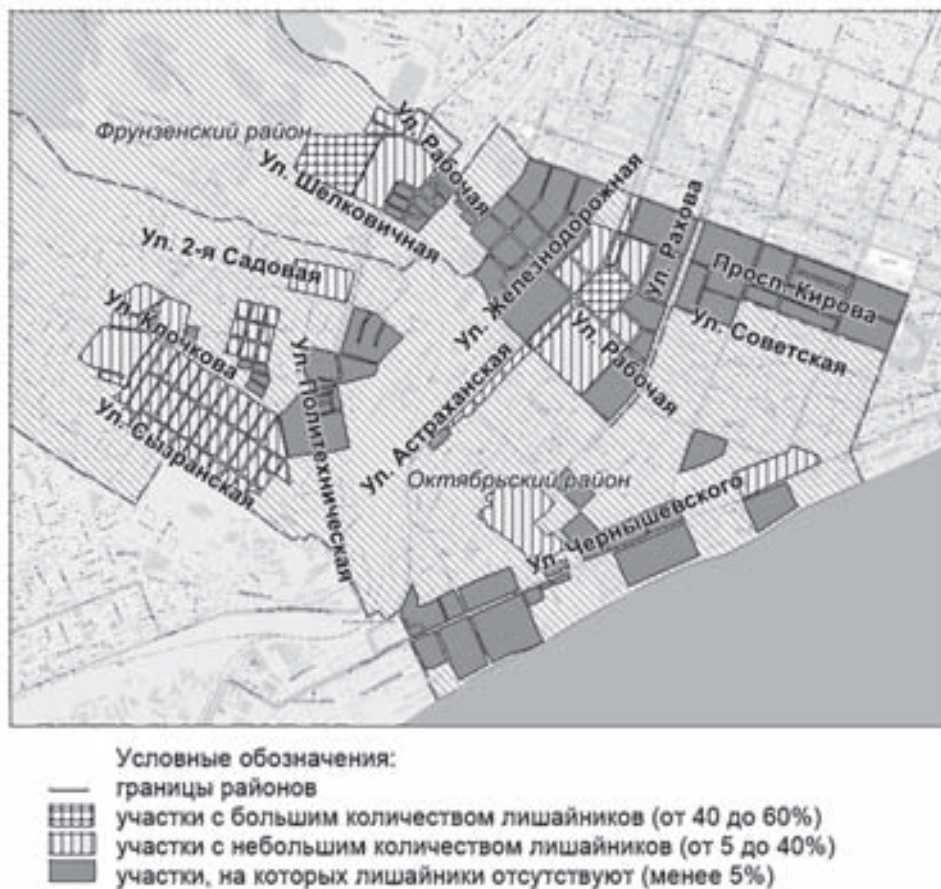


Рис. 2. Карта-схема наличия лишайников на стволах деревьев во Фрунзенском и Октябрьском районах г. Саратова

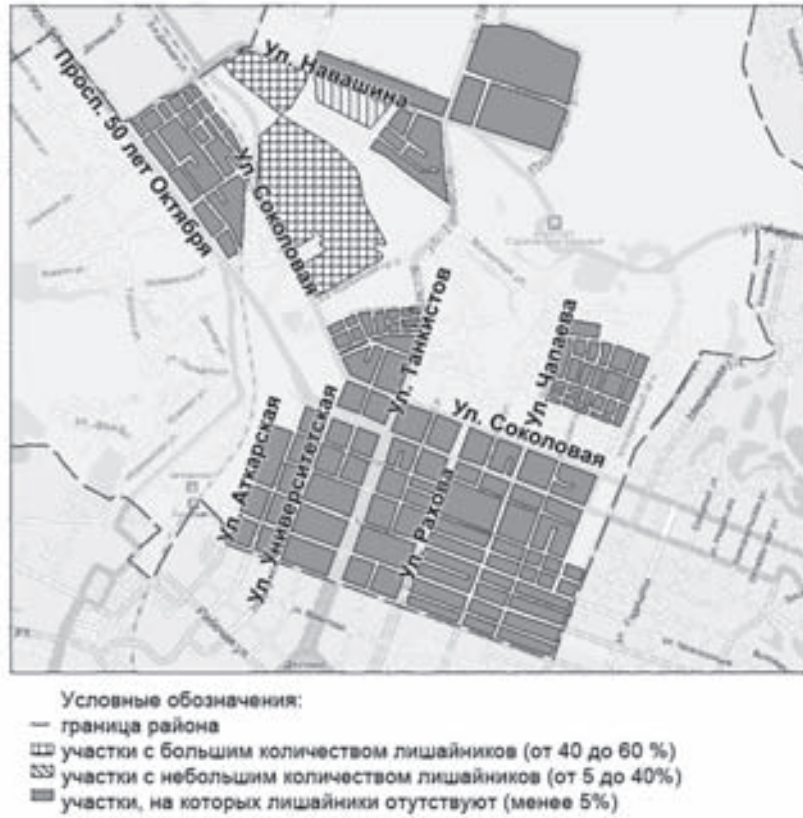


Рис. 3. Карта-схема наличия лишайников на стволах деревьев в Кировском районе г. Саратова



Рис. 4. Карта-схема наличия лишайников на стволах деревьев в Волжском районе г. Саратова



Рис. 5. Карта-схема наличия лишайников на стволах деревьев в Заводском районе г. Саратова

Библиографический список

1. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2012 году / Правительство Саратовской области ; Комитет охраны окружающей среды и природопользования Саратовской области. Саратов, 2013. 217 с.
2. Лишайники. URL: http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_colier/4041Лишайники (дата обращения: 09.09.2015).
3. Лишайники. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%CB%E8>

F8%E0%E9%ED%E8%EA%E8 (дата обращения: 10.09.2015).

4. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2013 году : в 5 ч. Ч. 5. Влияние производственной и иной деятельности на окружающую среду. URL: <http://sferi.ru/saratov-news/general/6493-2013-5-.html> (дата обращения: 10.09.2015).
5. Определение чистоты воздуха по лишайникам. URL: <http://wiki.irkutsk.ru/index.php/> (дата обращения: 11.09.2015).

УДК 551.583:551.571:551.577(470.44)

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА АТМОСФЕРЫ В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ



Г. Ф. Иванова¹, Н. Г. Левицкая², И. И. Демакина²

¹ Саратовский государственный университет

E-mail: kafmeteo@sgu.ru

² ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», Саратов

E-mail: raiser_saratov@mail.ru

В статье показаны тенденции к изменению относительной влажности и дефицита влажности воздуха, числа дней с относительной влажностью воздуха $\leq 30\%$ и $\geq 80\%$, числа сухих и влажных дней, максимальной продолжительности сухих и влажных периодов во время вегетации сельскохозяйственных культур, а также месячных и годовых сумм осадков, числа дней с различным

количеством осадков. Приведены скорость и значимость этих изменений в период с 1981 по 2014 год по станции Саратов ЮВ.

Ключевые слова: относительная влажность, дефицит влажности воздуха, осадки, максимальная продолжительность сухих и влажных периодов, коэффициент линейного тренда.

Research of Characteristics of Humidity Regime of Atmosphere in the Conditions of Changing Climate of Saratov Area

G. F. Ivanova, N. G. Levitskaya, I. I. Demakina

In the article the tendencies of change of relative humidity and deficit of humidity of air, numbers of days are shown with relative humidity



of air $\leq 30\%$ and $\geq 80\%$, number of dry and moist days, to maximal duration of dry and moist periods during the vegetation of agricultural cultures, and also monthly and annual rainfalls and number of days with the different amount of fallouts. Speed over and meaningfulness of these changes are brought in a period from 1981 to 2014 on the station Saratov South-East.

Key words: relative humidity, deficit of humidity of air, precipitations, maximal duration of dry and moist periods, coefficient of linear trend.

DOI: 10.18500/1819-7663-2015-15-4-9-13

Влажностный режим атмосферы относится к числу основных климатических характеристик территории, определяющих течение и направленность многих природных процессов, а также сельскохозяйственную продуктивность климата и качество получаемой продукции. В районах недостаточного увлажнения изучение режимов влажности почвы и атмосферы всегда находилось в центре внимания ученых и приобрело особую актуальность в условиях наблюдаемого изменения климата.

Цель данной работы состоит в исследовании характеристик влажностного режима атмосферы и выявлении тенденций их изменения в период наиболее интенсивного потепления климата

(1981–2014 гг.) на примере метеостанции (м/с) Саратов ЮВ.

Исходным материалом для исследований послужили данные наблюдений за количеством выпадающих осадков, относительной влажностью и дефицитом влажности воздуха по м/с Саратов ЮВ. В качестве показателей влажностного режима атмосферы были рассмотрены также число дней с относительной влажностью воздуха $\leq 30\%$ и $\geq 80\%$, число сухих и влажных дней, максимальная продолжительность сухих и влажных периодов во время вегетации сельскохозяйственных культур.

Многолетний ход характеристик влажностного режима атмосферы изучался с помощью методов статистического анализа, а также расчета и оценки коэффициентов линейного тренда.

Исключительно важной характеристикой режима увлажнения территории являются атмосферные осадки [1]. О тенденции к изменению режима осадков можно судить по данным табл. 1, где приведены тренды количества месячных и годовых осадков в период с 1981 по 2014 г., а также изменение климатической нормы осадков по сравнению с данными климатического справочника за 1891–1980 гг.

Таблица 1

Тренды количества месячных и годовых осадков за 1981–2014 гг. и изменение осадков по сравнению с климатической нормой за 1891–1980 гг., м/с Саратов ЮВ

| Период | Коэффициент линейного тренда | Среднее за 1891–1980 гг. | Среднее за 1981–2014 гг. | Изменения от 1891–1980 гг. до 1981–2014 гг. |
|----------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|---|
| Январь | 4,6 | 32 | 44 | 12 |
| Февраль | 2,9 | 26 | 34 | 8 |
| Март | 8,2 | 28 | 33 | 5 |
| Апрель | -0,6 | 29 | 31 | 2 |
| Май | -2,9 | 43 | 35 | -8 |
| Июнь | 3,6 | 45 | 54 | 9 |
| Июль | -4,6 | 51 | 45 | -6 |
| Август | -3,3 | 44 | 34 | -10 |
| Сентябрь | -1,2 | 39 | 49 | 10 |
| Октябрь | 2,2 | 41 | 37 | -4 |
| Ноябрь | -6,5 | 37 | 45 | 8 |
| Декабрь | -4,0 | 36 | 41 | 5 |
| Год | 1,7 | 451 | 484 | 33 |

Результаты проведенного анализа показывают, что в исследуемый период наблюдаются как положительные, так и отрицательные тренды осадков, т. е. колебания количества осадков имеют неодинаковую направленность. Тенденция к росту осадков отмечается в январе, феврале, марте, июне, октябре и в целом за год. При этом статистически значимый коэффициент роста осадков (8,2 мм/10 лет) наблюдается лишь в марте. В остальные месяцы скорость роста осадков не превышает 2,2–4,6 мм/10 лет.

Тенденция к уменьшению месячных сумм осадков отмечается в апреле, мае, июле, августе, сентябре, ноябре и декабре. Наиболее заметно уменьшение количества осадков в ноябре (-6,5 мм/10 лет), июле (-4,6 мм/10 лет), декабре (-4,0 мм/10 лет) и августе (-3,3 мм/10 лет).

Сравнительный анализ средних за исследуемый период сумм осадков с климатической нормой за 1891–1980 гг. свидетельствует о том, что годовое количество осадков за период 1981–2014 гг. увеличилось на 33 мм (9,4%), что хорошо согласуется с



ранее выявленной закономерностью [2]. Максимальный рост осадков (на 12 мм, или 37,5%) наблюдается в январе, а максимальное их сокращение – в августе (10 мм, или 23%) и в мае (8 мм, или 19%).

В многолетней динамике числа дней с осадками наблюдается отчетливая тенденция к их уменьшению. За 1981–2014 гг. число дней с осадками $\geq 0,1$ мм уменьшилось по сравнению с климатической нормой на 10 дней (табл. 2). Одновременно с этим наблюдается слабый рост (на 4–6 дней) числа дней с осадками ≥ 1 , ≥ 5 и ≥ 10 мм. Таким образом, при незначительном изменении общего количества осадков большая их часть стала приходиться на интенсивные осадки.

Наиболее часто употребляемыми количественными характеристиками содержания водяного пара в атмосфере являются относительная влажность и дефицит влажности воздуха. Тенденции к изменению этих показателей в исследуемый период носят разнонаправленный характер. Значения относительной влажности воздуха в течение всего года имеют тенденцию к снижению. Статистически значимые коэффициенты линейного тренда наблюдаются в феврале, марте, апреле, июле, августе, ноябре и декабре (табл. 3). При этом наибольшее снижение относительной влажности воздуха отмечаются в апреле ($-3,5\%$ / 10 лет) и августе ($-2,1\%$ / 10 лет).

Таблица 2

Среднее число дней с различным количеством осадков за разные периоды и их изменения, м/с Саратов ЮВ

| Период | 1891–1980 | | | | 1981–2014 | | | | Изменение от 1891–1980 к 1981–2014 гг. | | | |
|----------|------------------------|----------|----------|-----------|------------|----------|----------|-----------|--|----------|----------|-----------|
| | Количество осадков, мм | | | | | | | | $\geq 0,1$ | ≥ 1 | ≥ 5 | ≥ 10 |
| | $\geq 0,1$ | ≥ 1 | ≥ 5 | ≥ 10 | $\geq 0,1$ | ≥ 1 | ≥ 5 | ≥ 10 | | | | |
| Январь | 15,4 | 7,0 | 1,6 | 0,3 | 14,3 | 8,9 | 3,0 | 0,7 | -1,1 | 1,9 | 1,4 | 0,4 |
| Февраль | 12,3 | 5,1 | 1,2 | 0,3 | 11,8 | 7,3 | 2,1 | 0,7 | -0,5 | 2,2 | 0,9 | 0,4 |
| Март | 11,4 | 5,8 | 1,5 | 0,3 | 10,0 | 6,4 | 2,1 | 0,9 | -1,4 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Апрель | 8,3 | 5,2 | 1,7 | 0,6 | 7,8 | 5,4 | 2,2 | 0,8 | -0,5 | 0,2 | 0,5 | 0,2 |
| Май | 9,1 | 6,3 | 2,7 | 1,0 | 7,5 | 5,3 | 2,4 | 1,0 | -1,6 | -1,0 | -0,3 | 0,0 |
| Июнь | 9,1 | 6,5 | 2,7 | 1,2 | 9,4 | 7,2 | 3,1 | 0,9 | 0,3 | 0,7 | 0,4 | -0,3 |
| Июль | 9,9 | 6,8 | 2,9 | 1,4 | 8,7 | 6,5 | 2,8 | 1,4 | -1,2 | -0,3 | -0,1 | 0,0 |
| Август | 8,7 | 5,9 | 2,6 | 1,1 | 7,2 | 5,0 | 2,0 | 1,0 | -1,5 | -0,9 | -0,6 | 0,9 |
| Сентябрь | 8,5 | 5,5 | 2,3 | 0,9 | 7,8 | 6,0 | 2,8 | 1,4 | -0,7 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Октябрь | 9,9 | 6,2 | 2,3 | 0,9 | 8,6 | 6,1 | 2,2 | 1,0 | -1,3 | -0,1 | -0,1 | 0,1 |
| Ноябрь | 11,1 | 6,2 | 2,1 | 0,7 | 11,8 | 7,9 | 3,2 | 1,3 | 0,7 | 1,7 | 1,1 | 0,6 |
| Декабрь | 14,9 | 7,0 | 1,9 | 0,4 | 14,4 | 8,3 | 2,7 | 0,9 | -0,5 | 0,7 | 0,8 | 0,5 |
| Год | 129 | 74 | 26 | 9 | 119 | 80 | 30 | 13 | -10 | 6 | 4 | 4 |

Таблица 3

Коэффициенты линейного тренда влажностных характеристик атмосферы за 1981–2014 гг, м/с Саратов ЮВ

| Период | Относительная влажность воздуха $r, \%$ | Дефицит влажности воздуха $d, \text{гПа}$ | Число дней с относительной влажностью | |
|----------|---|---|---------------------------------------|---------------|
| | | | $r \leq 30\%$ | $r \geq 80\%$ |
| Январь | -0,82 | 0,028 | 0,000 | <u>-5,16</u> |
| Февраль | <u>-1,76</u> | <u>0,515</u> | 0,012 | <u>-3,43</u> |
| Март | <u>-1,44</u> | <u>0,381</u> | 0,105 | <u>-2,04</u> |
| Апрель | -3,54 | 0,792 | <u>1,578</u> | -1,58 |
| Май | -0,43 | 0,440 | 0,280 | -0,73 |
| Июнь | -0,76 | 0,495 | 0,293 | -0,22 |
| Июль | <u>-1,70</u> | <u>1,207</u> | <u>2,196</u> | -0,56 |
| Август | -2,13 | 1,493 | <u>1,890</u> | -0,42 |
| Сентябрь | -0,94 | 0,233 | 0,212 | 0,14 |
| Октябрь | -1,43 | 0,225 | 0,186 | -0,73 |
| Ноябрь | <u>-1,93</u> | <u>0,220</u> | 0,099 | <u>-4,25</u> |
| Декабрь | <u>-0,78</u> | <u>0,567</u> | -0,084 | <u>-3,30</u> |
| Год | <u>-1,47</u> | <u>0,469</u> | <u>0,703</u> | <u>-22,28</u> |

Примечание. Подчеркнуты статистически значимые коэффициенты линейного тренда на уровне доверительной вероятности $p = 0,95$.



При детальном анализе условий произрастания сельскохозяйственных культур наряду со средними значениями относительной влажности воздуха используются такие показатели увлажнения атмосферы, как число дней с относительной влажностью воздуха менее или равно 30% и более или равно 80%.

Известно, что длительное пребывание растений в воздухе с относительной влажностью менее 30% вызывает преждевременное усыхание листьев и щуплость зерна, а повышенная влажность воздуха (более 80%) способствует развитию ряда болезней сельскохозяйственных культур, таких как фитофтора, ржавчина, белая гниль [3].

Исследованиями установлено, что в рассматриваемый период число дней с относительной влажностью воздуха $\leq 30\%$ увеличивается в течение всего года за исключением декабря. Статистически значимые коэффициенты линейного тренда отмечаются в апреле, июле и августе и составляют 1,6–2,2 дня/10 лет. Рост числа дней с относительной влажностью менее 30% в июле и августе следует отнести к негативным тенденциям, поскольку он совпадает с периодом налива зерна ранних и поздних яровых культур, что может обусловить повышенную щуплость зерна при уборке.

Число дней с относительной влажностью воздуха более 80%, наоборот, снижается в течение всего года, за исключением сентября. При этом статистически значимые коэффициенты линейного тренда отмечаются в январе, феврале, марте, ноябре и декабре и изменяются от –2,0 до –5,2 дней/10 лет. В основной период вегетации зерновых культур (май–июль) число дней с относительной влажностью более 80% уменьшается со скоростью 0,2–0,7 дня/10 лет.

Комплексной характеристикой метеорологических условий, влияющих на интенсивность процесса влагообмена между подстилающей поверхностью и атмосферой, является испаряемость,

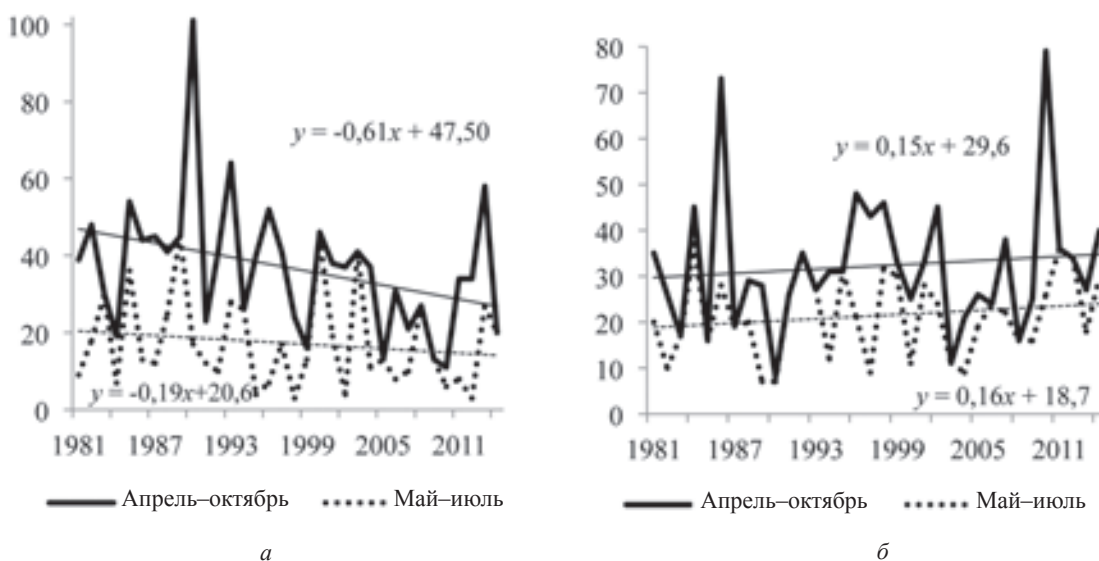
величину которой принимают пропорциональной величине дефицита влажности воздуха. В исследуемый период линейный тренд дефицитов влажности воздуха в течение всего года положителен и имеет статистически значимые коэффициенты тренда в феврале, марте, апреле, июле, августе, ноябре и декабре. Наибольшие скорости роста дефицитов влажности воздуха отмечены в августе (1,493 гПа/10 лет) и июле (1,207 гПа/10 лет).

Академиком Р. Э. Давидом для характеристики особенностей увлажнения вегетационного сезона был предложен агроклиматический показатель в виде числа влажных и сухих дней. К влажным дням он относил такие дни, в которые выпавшие осадки полностью покрывали потребность в воде на испарение полем, занятым посевами. Дни, в которые потребность растений в воде на испарение покрывается в основном из запасов почвенной влаги, относятся к сухим. При определении сухих и влажных дней сначала для каждого дня по значениям дефицита влажности воздуха рассчитывается испаряемость, а затем ее величина сопоставляется с суммой фактически выпавших осадков.

Анализ проведенных расчетов указывает на статистически значимую тенденцию к росту числа сухих дней и уменьшению числа влажных дней в мае и августе, а также в основной период вегетации зерновых культур.

Существенным дополнением к характеристике влажностного режима атмосферы служит показатель максимальной продолжительности сухих и влажных периодов. Линии трендов этих показателей за 1981–2014 гг. представлены на рисунке.

Построенный график наглядно иллюстрирует устойчивую тенденцию к уменьшению максимальной продолжительности влажных периодов и увеличению максимальной продолжительности сухих периодов как в целом за апрель–октябрь, так



Динамика максимальной продолжительности сухих и влажных периодов за 1981–2014 гг. по м/с Саратов ЮВ: а – влажные периоды; б – сухие



и в основной период вегетации зерновых культур (май–июль).

Таким образом, результаты проведенных исследований показывают, что на территории Саратовской области потепление климата сопровождается усилением его засушливости. Вредные последствия низкой влажности неизменно сказываются на урожае всех сельскохозяйственных культур. Чтобы повысить устойчивость производства зерна в складывающихся условиях, необходима своевременная адаптация к ним сельскохозяйственного производства, предусматривающая правильный подбор и соотношение возделываемых культур, а также дифференцированное применение агротехнических приемов.

УДК [911.5+911.6+332.362] (470.44)

ПРИРОДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОКРУГОВ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В. З. Макаров, Н. В. Пичугина, В. А. Гусев, В. А. Затонский

Саратовский государственный университет
E-mail: makarovvz@rambler.ru; pichuginan@mail.ru

В работе представлено деление Саратовской области на сельскохозяйственные округа. Районирование проведено на основе ландшафтной дифференциации территории. Краткая характеристика округов дана с учетом почв и биоклиматического потенциала.

Ключевые слова: природные зоны, природный потенциал, сельскохозяйственные округа, Саратовская область.

Natural Potential of the Agricultural Districts of the Saratov Region

V. Z. Makarov, N. V. Pichugina, V. A. Gusev, V. A. Zatonsky

The article presents the division of the Saratov region on agricultural district. Zoning base on landscape differentiation territory. Brief description of the districts is given taking into account the soil and bioclimatic potential.

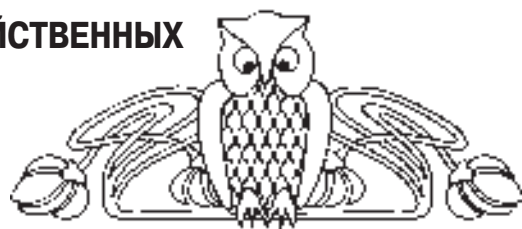
Key words: natural zones, natural potential, agricultural districts, Saratov region.

DOI: 10.18500/1819-7663-2015-15-4-13-18

С середины 90-х годов XX века многие пахотные угодья Саратовской области перешли в категорию залежных земель, но могут быть вновь вовлечены в сельскохозяйственный оборот. Необходимо отметить, что не все эти земли были пригодны для подобного вида природопользования. В настоящее время, когда в рамках реализации стратегии импортозамещения сельскому хозяйству России придается новый импульс развития, запускается процесс «подъема» залежных и целинных земель, особую актуальность приобретает учет исходного природного потенциала ландшафтов для их использования в земледелии.

Библиографический список

1. Иванова Г. Ф., Левицкая Н. Г. Изменение годовой структуры осадков и водного режима почв в Саратовской области // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2015. Т. 15, вып. 1. С. 11–15.
2. Иванова Г. Ф., Левицкая Н. Г. Изменчивость климатических норм за период инструментальных наблюдений в Саратове // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2013. Т. 13, вып. 1. С. 20–22.
3. Медведев И. Ф., Левицкая Н. Г. Направленность биосферных процессов и их влияние на продуктивность зерновых культур в агроландшафтах Поволжья // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 5. С. 17–19.



Территория Саратовской области находится на юго-востоке Восточно-Европейской равнины. Река Волга делит область на две части: Правобережье и Левобережье (или Заволжье). На западе в пределы области заходит восточная окраина Окско-Донской равнины. Остальную часть Правобережья занимает Приволжская возвышенность. Большую часть Саратовского Заволжья представляют увалы Низкой Сыртовой равнины. На востоке равнину ограничивает возвышенность Общій Сырт, а на крайнем юге она абразионным уступом отделена от Прикаспийской низменности.

В Саратовском Правобережье распространены лесостепные и степные ландшафты, в Саратовском Заволжье – степные и полупустынные комплексы. Лесостепные ландшафты занимают 13,7% от общей площади Саратовской области, степные комплексы – 64,5%, полупустынные геосистемы – 2,0%, интразональные ландшафты речных долин – 19,8% [1]. Степная зона представлена северо-степными, типично-степными и южно-степными (сухостепными) ландшафтами. В свою очередь, типичная степь делится на северную полосу с господством в почвенном покрове южных черноземов и южную полосу с темно-каштановыми почвами. В пределах Саратовского Правобережья выделены ландшафтные провинции (азональные подразделения): Окско-Донская низменно-равнинная лесостепная, Приволжская возвышенно-равнинная лесостепная, Донская низменно-равнинная степная и Приволжская возвышенно-равнинная степная. Саратовское Левобережье формируют провинции Сыртового низменно-равнинного степного Заволжья, Сырто-



вого возвышенно-равнинного степного Заволжья, Северо-Волго-Уральская полупустынная.

Открытые равнинные пространства в XX веке в значительной степени были вовлечены в сельскохозяйственный оборот, прежде всего, в качестве пахотных угодий. В 1982 году для организации дифференцированного подхода при использовании территории провели районирование Саратовской области, согласно которому различают семь экономических сельскохозяйственных микрозон [2]:

– *Западная правобережная*: Аркадакский, Балашовский, Романовский, Ртищевский, Самойловский, Турковский районы;

– *Центральная правобережная*: Аткарский, Екатериновский, Калининский, Красноармейский, Лысогорский районы;

– *Северная правобережная*: Базарно-Карабулакский, Балтайский, Вольский, Воскресенский, Новобураский, Петровский, Хвалынский районы;

– *Пригородная*: Саратовский, Татищевский и Энгельсский районы;

– *Северная левобережная*: Балаковский, Духовницкий, Ивантеевский, Марксовский, Пугачевский районы;

– *Центральная левобережная*: Ершовский, Краснокутский, Краснопартизанский, Ровенский, Советский, Фёдоровский районы;

– *Юго-восточная*: Александрово-Гайский, Дергачевский, Новоузенский, Озинский, Перелюбский, Питерский районы [2, с. 10].

А. И. Шабаетов с соавторами подчеркивает, что «наиболее приоритетным фундаментальным направлением аграрной науки в области земледелия является разработка и совершенствование научных основ ландшафтно-экологического земледелия с более адаптированными и дискретными системами рационального использования биоклиматического потенциала на уровне природных зон, типов агроландшафтов, подтипов и разновидностей почв» [3, с. 237]. Трудно с этим не согласиться. Вместе с тем, в настоящее время при организации сельскохозяйственного природопользования продолжают опираться на районирование 1982 года [2], в котором слабо учтена природная дифференциация территории [1, 4–6]. Например, в Юго-восточную микрозону входят Александрово-Гайский район со светло-каштановыми почвами и Перелюбский район с южными черноземами и темно-каштановыми почвами. В Центральную правобережную микрозону вместе с Екатериновским районом с типичными черноземами и серыми лесными почвами включен Красноармейский район, в почвенном покрове которого представлены южные черноземы и темно-каштановые почвы. Таким образом, наблюдается искусственное нивелирование различий между ландшафтами, находящимися в разных природных зонах и подзонах, и обладающими разным природным потенциалом для сельскохозяйственного

использования. Подобная практика освоения территории напоминает целинную кампанию 1954–1963 гг. В то время в России поддерживали курс на развитие экстенсивного земледелия за счет распашки земель с низким почвенным плодородием или в зонах с недостаточным атмосферным увлажнением, и свёртывали государственные программы, направленные на развитие продуктивного животноводства [7]. А. А. Чибилёв с соавторами [7] отмечает, что такой подход привел к тому, что к 1990 г. реальные посевные площади в сельскохозяйственных районах Заволжья и Южного Урала на 10,0–15,0% превышали площадь пашни, указанной в государственных учётных документах [7]. В последние 20–25 лет часть пашни перешла в категорию залежи и находится на разных стадиях восстановительных сукцессий. В настоящее время активизируется процесс «подъёма» залежных земель, в том числе тех, которые не целесообразно использовать в земледелии. В связи с этим появляется необходимость оценки природного потенциала территории.

Согласно А. Г. Исаченко, природные ландшафты обладают экологическим потенциалом, под которым понимается «вся совокупность природных условий, влияющих на жизнь людей и создающих специфическую местную среду обитания» [8, с. 91]. В формировании экологического потенциала участвуют все компоненты ландшафта, при этом некоторые показатели (например, низкие значения атмосферного увлажнения) их элементов могут иметь лимитирующее значение для организации отдельных видов природопользования. В растениеводстве особое внимание уделяют плодородию почв, уклону поверхности, количеству тепла и влаги, которое необходимо для выращивания различных сельскохозяйственных культур.

Согласно делению засушливых территорий России по Э. Ш. Шамсутдинову с соавторами [9] зональные подразделения Саратовской области относятся к биоклиматическим зонам с различной степенью аридности:

– к субаридной зоне – южная лесостепь с серыми лесными почвами, с черноземами выщелоченными, черноземами типичными, северная степь с черноземами обыкновенными; коэффициент аридности 0,61–0,80;

– к слабоаридной зоне – типичная степь с темно-каштановыми почвами и черноземами южными; коэффициент аридности 0,46–0,60;

– к среднеаридной зоне – сухая (южная) степь с каштановыми почвами и солонцами; коэффициент аридности 0,31–0,45;

– к сильноаридной зоне – полупустыня со светло-каштановыми почвами и солонцами; коэффициент аридности 0,16–0,30 [9, с. 200].

С. И. Пряхина с соавторами, рассматривая агроклиматические показатели годового увлажнения на примере метеостанций Саратовской области, провела дифференциацию природных подразделений по областям увлажнения:



- южная лесостепь – от области недостаточного увлажнения на западе до полувлажной области на Приволжской возвышенности;
- северная степь – в полузасушливой области;
- типичная степь – в засушливой области;
- южная степь – в очень засушливой области;
- северная полупустыня – в полусухой области с незначительным увлажнением [10, с. 34].

А. Г. Исаченко полагает, что экологическую оценку можно проводить для геосистем различного уровня, используя показатель биологической эффективности климата (ТК), предложенный Н. Н. Ивановым [8]. Значение ТК рассчитывается как произведение суммы активных температур воздуха (T) за период со средними суточными температурами выше плюс 10°C и коэффициента увлажнения (K), который определяется через отношение годовой суммы осадков к величине годовой испаряемости [8]. С учетом показателя ТК выделено пять групп, включающих 42 экологических типа ландшафтов России. Согласно этой классификации [8] ландшафты Саратовской области представлены четырьмя группами:

- лесостепь относится к наиболее благоприятным ландшафтам (ТК – более 20) с оптимальным соотношением тепла и влаги;
- степь северная относится к благоприятным ландшафтам (ТК – 16–20) с некоторым недостатком влаги;
- степь южная относится к относительно благоприятным ландшафтам (ТК – 12–16) с недостатком влаги;
- полупустыня относится к малоблагоприятным ландшафтам (значение ТК – 8–12) со значительным недостатком влаги.

Видимо, по экологическому потенциалу северная полоса типичной степи может войти в группу благоприятных ландшафтов, а южная полоса – в группу относительно благоприятных ландшафтов.

На основе ландшафтного районирования [1, 4–6] были выделены пять сельскохозяйственных округов (СХО) в Саратовском Правобережье и семь СХО в Саратовском Левобережье (табл. 1). При проведении границ СХО учитывались рубежи природных таксонов [1, 4–6] и границы муниципальных районов Саратовской области. Каждый муниципальный район рассматривался с позиции дифференциации его территории по следующим природным зональным подразделениям: южная лесостепь, северная степь, северная полоса типичной степи, южная полоса типичной степи, южная (сухая) степь, северная полупустыня. Например, 46,3% территории Хвалынского района находятся в лесостепи, 35,4% – в северной степи и 18,3% – в интразональных долинных ландшафтах, поэтому муниципальный район включен в лесостепной СХО. Граница округа проведена по административным границам районов, вошедших в него.

В Саратовском Правобережье (СП) представлено пять сельскохозяйственных округов. В первый

и второй округа вошли муниципальные районы, в которых на долю лесостепных ландшафтов приходится 41,6–94,6% от их площади. В почвенном покрове первого округа преобладают черноземы выщелоченные, черноземы типичные, в втором округе – черноземы типичные, серые лесные почвы, черноземы неполноразвитые. Дешифрирование космических снимков позволило выделить земли, занятые пахотными угодьями и залежами. На их долю в первом округе приходится в среднем 63,8%, во втором округе – 55,6%. Согласно статистическим данным, представленным на карте «Земледелие» [1, с. 80], распаханность территории районов, входящих в первый СХО, составляет более 40,0%. Во втором округе этот показатель варьирует от 30,0–40,0% (Базарно-Карабулакский район) до 10,0–20,0% (Вольский район).

Третий сельскохозяйственный округ объединяет районы, где северо-степные ландшафты занимают 77,2–93,0% их площади. Среди почв доминируют черноземы обыкновенные. Доля залежных и пахотных земель, согласно космическим снимкам, составляет 70,2%. Распаханность достигает более 40,0% [1]. Четвертый СХО имеет переходный характер. На долю северо-степных ландшафтов здесь приходится 41,3–65,3% площади. На севере с ними соседствуют лесостепные комплексы, а на востоке – типично-степные. Наряду с черноземами обыкновенными встречаются черноземы типичные, черноземы южные и серые лесные почвы. На пахотные угодья и залежи согласно космическим снимкам в среднем приходится около 61,4% площади. Распаханность варьирует от 40,0% и более (Петровский район) до 20,0–30,0% (Лысогорский район) [1].

В пятом СХО доминируют (48,5–79,5%) типично-степные ландшафты. Почвенный покров представляют на севере черноземы южные, на юге Красноармейского района темно-каштановые почвы. Пахотные угодья и залежи охватывают около 50,4% территории. Распаханность меняется от 10,0–20,0% (Саратовский район) до 20,0–30,0% (Воскресенский и Красноармейский районы) [1].

В Саратовском Левобережье (СЛ) выделено семь сельскохозяйственных округов. В первом и втором СХО доминируют ландшафты северной полосы типичной степи с черноземами южными, но в первом округе на их долю приходится 51,0% площади, а во втором – 34,7%. Около 31,2% во втором округе составляют комплексы южной полосы типичной степи с темно-каштановыми почвами. Значительные площади в обоих округах заняты долинными геосистемами, при этом территория первого СХО находится на террасах Волги, а второй СХО простирается до восточных границ Саратовской области. На долю пахотных и залежных земель в первом СХО приходится 58,4% площади, во втором СХО – 72,5%. Распаханность в первом округе варьирует от 30,0–40,0% (Балаковский район) до 40,0% и более (Духовницкий район), а во втором составляет более 40,0% [1].



Таблица 1

Распределение муниципальных районов Саратовской области по сельскохозяйственным округам (СХО)

| СХО, муниципальный район | Площадь, км ² | СХО, муниципальный район | Площадь, км ² |
|-------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Саратовское Правобережье (СП) | | Саратовское Левобережье (СЛ) | |
| СХО СП 1 (ЛС)* | 10273,9 | СХО СЛ 1 (ТСсп) | 5104,6 |
| Аркадакский | 2237,0 | Балаковский | 3158,5 |
| Екатериновский | 3039,4 | Духовницкий | 1946,1 |
| Романовский | 1285,5 | СХО СЛ 2 (ТСсп) | 9650,9 |
| Ртищевский | 2303,7 | Ивантеевский | 2049,1 |
| Турковский | 1408,3 | Пугачевский | 3906,3 |
| СХО СП 2 (ЛС) | 9409,8 | Перелобовский | 3695,5 |
| Базарно-Карабулакский | 2287,8 | СХО СЛ 3 (ТСюп) | 7996,8 |
| Балтайский | 1265,9 | Ровенский | 2106,3 |
| Вольский | 3895,7 | Энгельский | 3210,0 |
| Хвалынский | 1960,4 | Марковский | 2680,5 |
| СХО СП 3 (СС) | 8770,0 | СХО СЛ 4 (ТСюп) | 10568,7 |
| Балашовский | 2922,9 | Советский | 1434,4 |
| Калининский | 3254,5 | Федоровский | 2525,1 |
| Самойловский | 2592,6 | Ершовский | 4213,4 |
| СХО СП 4 (СС) | 11158,4 | Краснопартизанский | 2395,8 |
| Аткарский | 2679,8 | СХО СЛ 5 (ЮС) | 9634,6 |
| Лысогорский | 2340,5 | Краснокутский | 2930,2 |
| Новобурасский | 1740,6 | Питерский | 2580,8 |
| Петровский | 2328,7 | Новоузенский | 4123,6 |
| Тагилевский | 2068,8 | СХО СЛ 6 (ЮС) | 8597,2 |
| СХО СП 5 (ТСсп) | 7336,3 | Дергачевский | 4503,7 |
| Воскресенский | 1506,6 | Озинский | 4093,5 |
| Красноармейский | 3532,5 | СХО СЛ 7 (ПП) | 2698,8 |
| Саратовский | 2297,2 | Александрово-Гайский | 2698,8 |
| Всего | 46948,4 | Всего | 54251,6 |

*Природные подразделения: ЛС – лесостепь с серыми лесными почвами и черноземами выщелоченными, черноземами типичными; СС – северная степь с черноземами обыкновенными; ТСсп – северная полоса типичной степи с черноземами южными; ТСюп – южная полоса типичной степи с темно-каштановыми почвами, ПП – северная полупустыня со светло-каштановыми почвами.

В третьем и четвертом СХО доминируют (64,2–77,2% площади) ландшафты южной полосы типичной степи с темно-каштановыми почвами, но на юге появляются южно-степные комплексы с каштановыми почвами и солонцами. Территория третьего округа примыкает к долине Волги, а четвертый округ занимает центральную часть Саратовского Заволжья. Доля пахотных и залежных земель составляет 67,0–80,5%. Распаханность в третьем округе меняется от 20,0–30,0% (Ровенский район) до 40,0% и более (Марковский район) [1]. В четвертом округе этот показатель достигает 30,0–40,0% (Федоровский и Краснопартизанский районы) и более 40,0% (Советский и Ершовский районы) [1].

В пятом и шестом округах Саратовского Заволжья господствуют (69,2–72,1% площади) сухостепные ландшафты с каштановыми по-

чвами и солонцами. В Новоузенском районе около 14,1% территории приходится на полупустынные комплексы с участием солонцов. Доля пахотных и залежных земель варьирует от 69,2% в пятом округе до 72,1% в шестом СХО. В пятом округе распаханность достигает 30,0–40,0% (Новоузенский район) и более 40,0% (Краснокутский и Питерский районы) [1]. В шестом округе этот показатель варьирует от 10,0–20,0% (Озинский район) до 30,0–40,0% (Дергачевский район) [1].

В седьмой СХО вошел Александрово-Гайский район, в котором около 97,0% территории приурочено к северной полупустыне со светло-каштановыми почвами и солонцами. Доля пахотных и залежных земель согласно космическим снимкам составляет 44,4%. Распаханность указана менее 10,0% [1].



С. И. Пряхина с соавторами [10] провела расчеты климатических и биоклиматических показателей по некоторым метеостанциям Саратовской области. На основе этих материалов составлена табл. 2, дающая представление о биоклиматическом потенциале выделенных сельскохозяйственных округов. Для округов Саратовского Правобережья использованы данные по метеостанциям Ртищево, Росташа (СХО СП 1), Карабулак, Хвалынский (СХО СП 2), Балашов, Калининск (СХО СП 3), Аткарск, Октябрьский городок, Петровск (СХО СП 4), Сплавнуха, Саратов ЮВ (СХО СП 5). Округа Саратовского Заволжья характеризуют данные по метеостанциям Пугачёв, Перелюб (СХО СЛ 2), Маркс (СХО СЛ 3), Ершов (СХО СЛ 4), Красный Кут, Новоузенск, Орлов Гай

(СХО СЛ 5), Озинки (СХО СЛ 6), Александров Гай (СХО СЛ 7).

Согласно данным табл. 2 продолжительность вегетационного периода возрастает от 147 дней в лесостепи до 149–156 дней в степи и 162 дней в полупустыне. В этом же направлении увеличивается сумма активных температур воздуха: лесостепь 2477°C, степь 2571–2875°C, полупустыня 3096°C. Анализируя теплообеспеченность территории Саратовской области за 1981–2012 гг., Г. Ф. Иванова с соавторами [11] отмечает, что сумма активных температур увеличилась по сравнению с нормой (1912–1980 гг.) и достигла в лесостепи 2662°C, в степи 2971–3051°C, в полупустыне 3232°C [11, с. 11]. В разных природных зонах произошел рост на 210–265°C.

Таблица 2

Значения климатических показателей по сельскохозяйственным округам Саратовской области (сост. по [10])

| Сельскохозяйственный округ (СХО) | Продолжительность вегетационного периода, дни | Сумма температур воздуха со значениями выше 10°C | Годовая испаряемость, мм | Годовое количество осадков, мм | Коэффициент увлажнения | Биоклиматический потенциал (БКП) | Климатический индекс биологической продуктивности (Бк), баллы |
|----------------------------------|---|--|--------------------------|--------------------------------|------------------------|----------------------------------|---|
| ЛС | 147 | 2477 | 661 | 495 | 0,31 | 1,9 | 108 |
| СХО СП 1 (ЛС)* | 150 | 2520 | 663 | 488 | 0,31 | 1,9 | 109 |
| СХО СП 2 (ЛС) | 144 | 2433 | 659 | 502 | 0,31 | 1,9 | 107 |
| СС | 149 | 2571 | 720 | 461 | 0,27 | 1,8 | 104 |
| СХО СП 3 (СС) | 152 | 2636 | 698 | 466 | 0,27 | 1,9 | 105 |
| СХО СП 4 (СС) | 145 | 2506 | 741 | 456 | 0,28 | 1,8 | 104 |
| ТСсп | 151 | 2719 | 853 | 412 | 0,21 | 1,6 | 89 |
| СХО СП 5 (ТСсп) | 152 | 2703 | 905 | 448 | 0,23 | 1,7 | 96 |
| СХО СЛ 2 (ТСсп) | 151 | 2735 | 801 | 375 | 0,19 | 1,6 | 82 |
| ТСюп | 154 | 2823 | 854 | 372 | 0,18 | 1,4 | 79 |
| СХО СЛ 3 (ТСюп) | 155 | 2846 | 827 | 382 | 0,19 | 1,5 | 85 |
| СХО СЛ 4 (ТСюп) | 154 | 2800 | 880 | 362 | 0,17 | 1,3 | 73 |
| ЮС | 156 | 2875 | 906 | 329 | 0,15 | 1,2 | 65 |
| СХО СЛ 5 (ЮС) | 156 | 2914 | 915 | 330 | 0,15 | 1,2 | 66 |
| СХО СЛ 6 (ЮС) | 156 | 2836 | 897 | 327 | 0,15 | 1,1 | 64 |
| СХО СЛ 7 (ПП) | 162 | 3096 | 970 | 312 | 0,13 | 1,1 | 61 |

*Природные подразделения: ЛС – лесостепь с серыми лесными почвами и черноземами выщелоченными, черноземами типичными; СС – северная степь с черноземами обыкновенными; ТСсп – северная полоса типичной степи с черноземами южными; ТСюп – южная полоса типичной степи с темно-каштановыми почвами, ПП – северная полупустыня со светло-каштановыми почвами.

Годовое количество осадков снижается с севера на юг: лесостепь 495 мм, степь 329–461 мм, полупустыня 312 мм. Эта же тенденция сохраняется для коэффициента увлажнения: лесостепь 0,31, степь 0,15–0,27, полупустыня 0,13. Согласно расчетам Г. Ф. Ивановой с соавторами [11], следует, что годовая сумма осадков за 1981–2012 гг. увеличилась по сравнению с нормой (1912–1980 гг.) и составила в лесостепи 521 мм, в степи 394–478 мм, в полупустыне 342 мм [11, с. 11]. Таким образом, прирост годового количества осадков в разных природных зонах достиг 16–40 мм.

Лесостепь и северная степь относятся к ареалу со средней биологической продуктивностью, где биоклиматический потенциал (БКП) составляет 1,8–1,9, а климатический индекс биологической продуктивности (Бк) достигает 104–108 баллов. Типичная и южная степь находятся в ареале с пониженной биологической продуктивностью, где БКП имеет значения 1,2–1,6, а Бк – 65–89 баллов. Северная полупустыня характеризуется низкой биологической продуктивностью, при этом БКП здесь составляет 1,1, а Бк – 61 балл. Г. Ф. Иванова с соавторами [11] отмечает, что рост теплообе-



спеченности вегетационного периода и годовой суммы осадков за 1981–2012 гг. способствовали повышению биоклиматического потенциала в лесостепи и типичной степи на 9,0–12,0%, в сухой степи на 18,0%, в полупустыне на 20,0%.

В целом можно отметить, что группировка муниципальных районов Саратовской области в сельскохозяйственные округа на основе ландшафтной структуры их территорий позволяет учесть природный потенциал ландшафтов и их компонентов (в том числе почвенный и биоклиматический) и более рационально организовать сельскохозяйственное природопользование.

Работа частично выполнена в рамках проекта 1962 государственного задания № 2014/203.

Библиографический список

1. Учебно-краеведческий атлас Саратовской области / В. В. Аникин, Е. В. Акифьева, А. Н. Афанасьева [и др.] ; гл. ред. А. Н. Чумаченко, отв. ред. В. З. Макаров. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 2013. 144 с.
2. Научно обоснованные системы земледелия Саратовской области на 1981–1985 годы / В. М. Бебякин, З. Н. Бобкова, В. Г. Бокарев [и др.] ; ред. М. М. Попугаев ; НИИСХ Юго-Востока ; Производственное управление сельского хозяйства Саратовского облисполкома. Саратов : Приволж. кн. изд-во, 1982. 194 с.
3. Повышение уровня адаптивности и экологической направленности земледелия в агроландшафтах Поволжья / А. И. Шаббаев, И. Ф. Медведев, В. А. Гусев [и др.] // Повышение эффективности использования агробиоклиматического потенциала юго-восточной зоны России : сб. науч. трудов, посвящ. 95-летию со дня основания ГНУ

УДК 502.5

ЗЕЛЕННЫЕ НАСАЖДЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА (на примере г. Балаково)

Е. В. Михайлова

Саратовский государственный университет
E-mail: Evgenia270598@mail.ru

В статье рассмотрены результаты исследования зеленых насаждений общего пользования на территории г. Балаково, полученные путем использования методики оценки экологического состояния зеленых насаждений общего пользования, разработанной исследователями г. Санкт-Петербурга. По итогам анализа состояния древесных растений выявлены определенные особенности зависимости качества состояния насаждений от породного состава и места произрастания.

Ключевые слова: зеленые насаждения, экологическое состояние.

НИИСХ Юго-Востока / под ред. Н. С. Васильчука ; ГНУ НИИСХ Юго-Востока Россельхозакадемии. Саратов : ООО «Сателлит», 2005. С. 221–237.

4. Макаров В. З., Пичугина Н. В., Павлова А. Н. Некоторые аспекты методики составления ландшафтных карт разного масштаба (на примере Саратовского Заволжья) // Поволж. экол. журн. 2008. № 4. С. 293–303.
5. Макаров В. З., Пичугина Н. В. Ландшафтное районирование Саратовского Правобережья // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2013. Т. 13, вып. 2. С. 13–16.
6. Макаров В. З., Пичугина Н. В. Полупустынное Саратовское Приустье : структура почвенного покрова, ландшафты и проблемы природопользования. Саратов : Наука, 2015. 194 с.
7. Чибилёв А. А., Левыкин С. В., Казачков Г. В. Аграрно-природоохранные перспективы модернизации степного землепользования // Аграрная Россия. Науч.-произв. журн. 2011. № 2. С. 34–42.
8. Исаченко А. Г. География в современном мире : кн. для учителя. М. : Просвещение, 1998. 160 с.
9. Принципы и методы сбора и мобилизации растительных ресурсов аридных зон / Э. Ш. Шамсутдинов, В. А. Парамонов, Л. А. Назарюк [и др.] // Проблемы рационального природопользования аридных зон Евразии / под ред. А. Н. Каштанова. М. : Изд-во Моск. ун-та, 2000. С. 198–232.
10. Пряхина С. И., Скляр Ю. А., Заварзин А. И. Природные ресурсы Нижнего Поволжья и степень их использования зерновыми культурами. Саратов : Аквариус, 2001. 66 с.
11. Иванова Г. Ф., Левицкая Н. Г., Орлова И. А. Оценка современного состояния агроклиматических ресурсов Саратовской области // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2013. Т. 13, вып. 2. С. 10–12.



Green Plantings in the Territory of the Large Industrial City (on the Example of the Balakovo City)

E. V. Mikhaylova

In this article the results of research of public green plantings in the territory of Balakovo received by use of a technique of the assessment of an ecological condition of public green plantings developed by researchers St. Petersburg are considered. Following the results of the analysis of a condition of wood plants certain features of dependence of quality of a condition of plantings on pedigree structure and a place of growth are revealed.

Key words: green plantings, ecological state.

DOI: 10.18500/1819-7663-2015-15-4-18-21



На современном этапе развития общества выделяется четкая тенденция к увеличению доли городского населения. Локализация промышленного производства, как правило, также тяготеет к высокоурбанизированным территориям. Вследствие этого относительно небольшие по площади участки испытывают на себе огромное давление, возникающее как результат жизнедеятельности большого количества людей, развитой инфраструктуры и промышленности. Такого рода воздействия оставляют негативный отпечаток на природной составляющей города, качество которой, в свою очередь, влияет на здоровье его жителей.

Большую роль в оздоровлении естественной среды городов играют зеленые насаждения, включающие совокупность древесных, кустарниковых и травянистых растений. Деревья и кустарники поглощают большое количество углекислого газа и продуцируют кислород, что особенно важно в условиях высокой загазованности городского воздуха. Один гектар городских насаждений в течение одного часа поглощает 8 кг углекислого газа, т. е. такое количество, которое выделяют за это же время двести человек [1]. Наряду с этим, древесные и травянистые растения обладают хорошей пылеулавливающей способностью, в среднем они осаждают из воздуха до 50% пыли летом и до 37% зимой [1].

Таким образом, зеленые насаждения выполняют функцию фильтра воздушной среды города и принимают на себя значительную часть негативного воздействия. Результатом поглощения большого количества газообразных веществ, содержащихся в воздухе городов, становится повреждение растений, нарушение процессов фотосинтеза, транспирации и пр. В итоге качественное состояние зеленых насаждений, принимающих на себя основную часть негативных последствий в результате загрязнения, можно рассматривать как некий косвенный показатель или индикатор уровня загазованности и запыленности воздуха.

В качестве объекта исследования данной статьи были выбраны зеленые насаждения крупного промышленного центра Саратовской области – г. Балаково.

Балаково – второй по промышленному потенциалу и третий по числу жителей город нашего региона. Выгодное расположение на берегу р. Волги во многом обусловило высокий уровень урбанизации данной территории. На сегодняшний день в состав промышленности Балаково входит более десяти отраслей, в том числе химическая, нефтехимическая, теплоэнергетическая, машиностроительная, пищевая и легкая.

Высокий уровень индустриального развития города является причиной большого количества выбросов, загрязняющих его территорию. Ежегодно в атмосферу Балаково поступает около 16 тыс. т. поллютантов, 80% из которых составляет вклад автотранспорта. В данных условиях особенно важным является наличие системы зеленых

насаждений, способствующих формированию оптимального микроклимата жилых территорий, промышленных зон, мест отдыха населения.

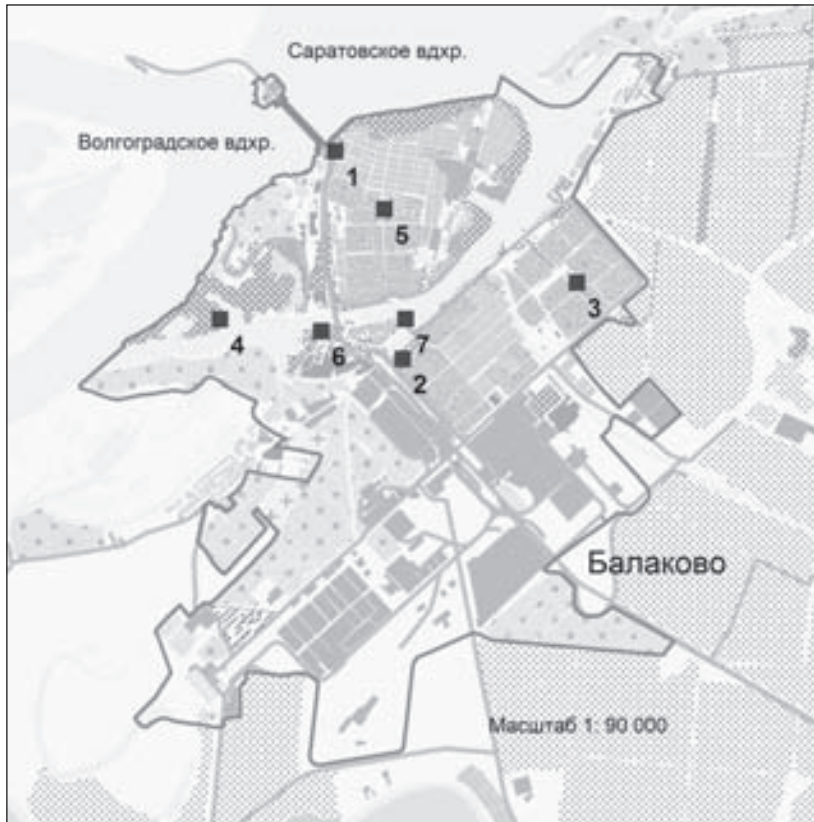
Территориально Балаково приурочен к степной зоне, что само по себе не лучшим образом должно отражаться на состоянии древесных насаждений, однако расположение данной территории в долине р. Волги вносит определенные коррективы в климатические показатели и делает месторасположение города в целом относительно благоприятным для произрастания древесных видов растений.

По данным, опубликованным в докладе «О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2013 году», зеленые насаждения в Балаково занимают 14,6% от площади города [2]. Из них 197,84 га приходится на зеленые насаждения общего пользования, что составляет 2,6% от городской территории [3].

В рамках исследования на территории Балаково была проведена оценка качественного состояния зеленых насаждений общего пользования. При изучении древесной растительности использовалась методика оценки экологического состояния зеленых насаждений общего пользования, разработанная исследователями Санкт-Петербурга [4]. Согласно указанной методике было проведено описание деревьев на территории семи наиболее крупных участков, занятых зелеными насаждениями, в число которых вошли основные парки и скверы города (рисунок).

В ходе работ по описанию древесной растительности, помимо измерения основных показателей (высота, диаметр ствола и пр.), проводилась оценка состояния (жизнеспособности) деревьев по шести категориям (от отсутствия признаков ослабления до сухостоя прошлых лет). В соответствии с упомянутой ранее методикой при оценке жизнеспособности учитывались такие показатели, как доля усохших ветвей, состояние и размер листвы (хвои), форма и густота кроны, прирост текущего года, повреждения, нанесенные вредителями и болезнями.

В результате исследования первого участка, расположенного в районе въезда на плотину Саратовской ГЭС, было выявлено, что наибольшим долевым участием здесь отмечаются тополь пирамидальный (70%), вяз мелколистный (10%), береза повислая (10%). В меньшем количестве присутствуют клен остролистный (5%) и акация белая (4%). Единично встречается ель сибирская. Однако доля участия в породном составе не говорит о лучшем состоянии наиболее распространенных видов. Так, тополь пирамидальный, береза повислая и акация белая были отнесены ко 2-й категории состояния – ослабленные. К сильно ослабленным (3-я категория) был отнесен довольно часто встречающийся вяз мелколистный. Клен остролистный, занимающий в долевым участии около 5%, чувствовал себя наиболее комфортно и не имел признаков ослабления (1-я категория).



Местоположение модельных участков описания растительности на территории г. Балаково (июль 2015 г.)

Второй участок располагается в центральном районе на территории городского парка культуры и отдыха. Породный состав парка включает более 10 видов. Наиболее распространены тополь пирамидальный (30%), ясень обыкновенный (20%), тополь серебристый (10%), каштан конский (10%), вяз мелколистный (7%), клен остролистный (7%), липа широколистная (7%). Деревья всех представленных на данной территории видов имеют признаки ослабления. В результате проведенного описания ко 2-й категории состояния были отнесены тополь серебристый, каштан конский и клен остролистный. Все остальные породы имели признаки сильного ослабления (3-я категория).

Третьим участком стал сквер на пересечении просп. Героев и ул. Степной, локализованный в заканальном районе. На территории сквера произрастают деревья более чем девяти видов. Наибольшим долевым участием представлен клен серебристый (30%). Все остальные породы отмечаются практически равным количеством деревьев, составляющим чуть меньше 10% от общего числа. Необходимо отметить, что несмотря на большую проходимость и загруженность сквера развлекательными объектами, все деревья данной территории не имели признаков ослабления и были отнесены к 1-й категории состояния.

Четвертый участок расположен в островном районе, на территории пойменной дубравы, которая на современном этапе претерпевает сукцессионный переход в березово-осиновый лес. Данная территория является хорошим местом для летнего отдыха населения, в результате чего испытывает на себе большое антропогенное давление. В породном составе наибольшую долю занимают дуб черешчатый (50%), береза повислая (20%), сосна обыкновенная (10%), осина (10%). Все деревья имеют признаки ослабления. Наихудшее состояние наблюдается у дуба черешчатого – он был отнесен к 3-й категории. Оставшиеся виды причислены к ослабленным (2-я категория).

Пятый участок расположен в островном районе, на территории Детского парка. Видовой состав парка формируют более девяти пород. Наибольшим долевым участием характеризуется вяз мелколистный (35%), тополь пирамидальный (20%), клен остролистный (15%). Остальные породы занимают не более 5%. Не имели признаков ослабления клен остролистный, береза повислая, сосна обыкновенная, клен американский. К ослабленным были отнесены вяз мелколистный, акация белая, ива вавилонская, тополь пирамидальный и др. Усыхающих деревьев или сильно ослабленных на территории парка замечено не было.



Шестой и седьмой участки расположены в центральной части на берегу судоходного канала. Наибольшим долевым участием на их территориях представлены вяз мелколистный, тополь американский, тополь гибридный и ясень обыкновенный. Деревья всех присутствующих здесь видов имеют признаки ослабления и были отнесены ко 2-й категории состояния.

В результате проведенной работы было выявлено несколько особенностей, характерных для зеленых насаждений общего пользования Балаково.

1. В породном составе практически всех описанных участков наибольшим долевым участием были представлены виды, более чувствительные и восприимчивые к негативным воздействиям окружающей среды (вяз мелколистный, тополь гибридный, дуб черешчатый). Вследствие этого основная масса зеленых насаждений города теряет свою эстетическую и рекреационную привлекательность для населения и тем самым не в полной мере выполняет свои функции в условиях города.

2. Деревья, произрастающие на участках, расположенных вблизи крупных автомобильных дорог, имеют худшее состояние, чем те, что растут на территории жилых зон, при наличии равных условий ухода за ними. Данная особенность четко прослеживается на примере городского парка культуры и отдыха (участок № 2) и сквера между улицами Проспект Героев и ул. Торговая (участок № 3). При наличии ухода и практически одинаковой проходимости одни и те же породы на территории сквера, расположенного в центре жилой зоны, не имеют признаков ослабления, тогда как на территории парка, лежащего вблизи крупной транзитной автомагистрали, являются сильно ослабленными.

По итогам исследования необходимо заметить, что в ходе проведенных полевых работ были сделано описание и проведена оценка состояния основной части зеленых насаждений общего пользования на территории г. Балаково. Анализ оценки состояния показал, что древесные растения практически всех изученных территорий

имеют признаки ослабления, что, в свою очередь, говорит о плохом качестве городской среды. Кроме того, был выявлен неправильный подход к озеленению города, заключающийся в необдуманном выборе древесных пород для посадки, без учета существующих природных особенностей и антропогенной нагрузки.

Необходимо помнить, что зеленые насаждения имеют прямое отношение к качеству окружающей нас среды, поэтому для создания на территории города наиболее благоприятных условий для жизни человека следует создать оптимальные условия для произрастания древесных растений. Создание на территории города полноценной системы зеленых насаждений, состоящих из древесных и кустарниковых пород, приспособленных в местным климатическим условиям, позволит осуществить переход на новый качественный уровень городской жизни.

Работа частично выполнена в рамках проекта 1932 государственного задания № 2014/203.

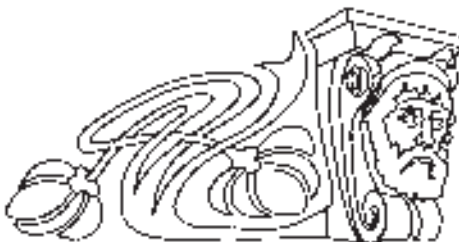
Библиографический список

1. Защита зеленых насаждений в городах : справочник / Г. С. Груздев, Л. А. Дорожкина, С. А. Петриченко. М., 1990. 544 с.
2. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2013 году. Саратов, 2013. 245 с.
3. Генеральный план г. Балаково до 2025 года // Материалы по обоснованию генерального плана г. Балаково : в 2 т. Т. 2 / ОАО Российский институт градостроительства и инвестиционного развития. URL: <http://www.admbal.ru/page/graficheskie-materialy-k-generalnomu-planu-goroda-balakovo-do-2025-goda> (дата обращения: 21.09.2015).
4. Методика оценки экологического состояния зеленых насаждений общего пользования Санкт-Петербурга : Приложение к распоряжению Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности от 30.08.2007 № 90-р. URL: <http://www.bestpravo.ru/leningradskaya/xg-postanovleniya/z3g.htm> (дата обращения: 05.08.2015).



УДК 378.18

ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ТВОРЧЕСКОЙ ВНЕАУДИТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (на примере географического факультета Саратовского государственного университета)



А. В. Молочко

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

Статья раскрывает опыт организации внеаудиторной деятельности с использованием интерактивных образовательных технологий.

Ключевые слова: коучинг, географический факультет, внеаудиторная деятельность.

Organization of Scientific and Creative Extracurricular Activities (with Geographical Faculty of Saratov State University as an Example)

A. V. Molochko

The article deals with the experience of extracurricular activities using interactive educational technologies.

Key words: coaching, geographical faculty, extracurricular activities.

DOI: 10.18500/1819-7663-2015-15-4-22-24

Организация внеаудиторной деятельности студентов любого вуза – важное дело, находящее сильный эмоциональный отклик в студенческой среде. Для многих абитуриентов поступление в вуз – прекрасный шанс раскрыть свой творческий, спортивный, а также научный потенциал.

Саратовский государственный университет – показательный пример активной социализации и привлечения студентов в культурную, научную и спортивную жизнь не только Саратова и области, но и всей России. Общеуниверситетские организации, клубы и объединения позволяют студентам лучше узнать друг друга, завести новых знакомых, а также мотивируют сплочение и единство как в сфере общих интересов, так и по духу.

Кроме общеуниверситетских форм организации студенческого досуга, большинство структурных подразделений СГУ формируют свои тематические клубы и кружки, позволяющие студентам интересно провести свободное время, а также улучшить свои знания, умения и навыки в определенных дисциплинах и научных направлениях. Исходя из этого, можно сделать вывод, что по виду организации внеаудиторной деятельности студентов факультетские тематические клубы и кружки, могут быть:

– *научными* – глубже прорабатывают соответствующие профессиональные компетенции, помогают раскрыть научный потенциал студента, скоординировать его стремления и идеи и придать правильное направление профессиональной

деятельности, раскрывают специфику научной деятельности и научного познания определенной тематической области. Необходимость и важность тематических кружков и клубов неоспоримы, потому как, чаще всего, позволяют одаренным студентам не просто раскрыться, а полноценно реализовать себя на профессиональном поприще. Данная категория организации внеаудиторной деятельности готовит студентов к участию в международных, всероссийских, а также региональных конкурсах, фестивалях, грантах;

– *творческими* – прорабатывают общекультурные компетенции обучающихся, а также организуют социализацию молодежи в рамках выбранного тематического направления обучения. Подобная категория организации досуга во многом пересекается с общеуниверситетскими организациями, но, тем не менее, несет на себе отпечаток специфики факультета или института;

– *научно-творческие*, с комплексированным сочетанием творческого процесса в научной деятельности. Данная категория организации внеаудиторной деятельности студента в чем-то универсальна – она в одинаковой степени может задействовать как студентов с более высоким научным и образовательным потенциалом, так и студентов-активистов, занимающихся творческой и общественной деятельностью. Кроме того, подобного рода сочетание может заинтересовать разные возрастные группы студентов или носить междисциплинарный характер.

Организация работы научно-творческого объединения в рамках отдельного структурного подразделения вуза – задача довольно сложная для руководителя, сопряженная с большой затратой времени на подготовку заданий, наглядных раздаточных материалов (брошюр), изготовление и дизайн бейджей для участников, разработку рекламных плакатов для организации собраний, а также сплочение студенческого коллектива. Конечно, в условиях современных государственных образовательных стандартов организация внеаудиторной деятельности студента – лучший вариант апробации интерактивных образовательных технологий разных видов и типов: деловые игры, дискуссии-визуализации, выступления с использованием возможностей мультимедиа и многие другие формы. Отдельно остановимся на коучинг-технологии, которая органично может быть введена в организацию как внеаудиторной, так и самостоятельной деятельности студентов.



В настоящее время коучинг-технологии переживают пик популярности. Коучинг – метод тренинга, направленный на достижение четко определенной цели. В высшей школе коучинг, может и не в той форме, которая сейчас активно адаптируется в массы, применяется уже давно. Каждый педагог, так или иначе, путем цепочки «вопрос – ответ» мотивирует студента к активизации внутреннего потенциала, к самостоятельному достижению поставленной преподавателем задачи. В коучинге выделяется четыре базовые ступени, помогающие студенту прийти в итоге к решению той или иной проблемы [1–3]:

– постановка цели, достижение которой обязательно в рамках указанных задач. Первая ступень побуждает студента найти ответ на вопрос: «Что ты хочешь?» Итог может быть очень вариативный;

– проверка реального положения вещей. На этой ступени студент должен ответить на следующий вопрос: «Зачем это нужно?» Опять-таки, ответы могут быть исключительно разными, поскольку конечная цель также у каждого индивидуальна;

– определение путей достижения цели. Это наиболее сложная ступень, поскольку не всегда желаемое может быть истинным. Вопрос данной ступени направлен на активизацию внутреннего потенциала обучающегося: «Каким образом ты поймешь, что достиг своей цели?»;

– достижение цели. Та самая ступень, которая позволит ответить на вопрос: «Что ты сделаешь, чтобы достичь своей цели?» Ввиду личностного подхода современного образования, а также индивидуального подхода каждого студента к поставленной цели ответом на вопрос могут быть как, к примеру, активная работа, старательное выполнение поставленных преподавателем задач, самостоятельная работа как в аудиториях вуза, так и дома, с другой стороны, заимствование чужих работ, идей.

При внедрении коучинга не важно, получалось или нет у студента что-либо ранее, главное, что он может сделать сейчас, на что он способен, активизируя свои цели. Это является центральным звеном в организации внеаудиторной деятельности студентов.

Мотивирующими составными коучинга являются также повышение эффективности групповой работы, выработка «командного духа», выявление и развитие лидерских качеств студентов, которые позволяют создавать атмосферу «здоровой» конкуренции. Групповая работа – очень важная составляющая сплочения коллектива студенческой группы, поскольку гипертрофированный современный индивидуализм, навязанная СМИ и интернет-сообществами интровертность (термин, оправдывающий одиночество и некоммуникабельность) негативно сказываются на качестве знаний и вообще атмосфере в студенческой группе. В рамках личностно-ориентированного подхода к обучению и образованию в целом следует организовать работу в малой группе в рамках поставленных преподавателем задач.

В качестве примера представим кружок «English для географических чайников». Идея создания данного кружка была очень простой: активизировать в студентах-географах разных курсов, специальностей, направлений подготовок, а также сотрудниках факультета интерес к географическим топонимам в английском языке. Причем в качестве целевой аудитории были заявлены не только студенты, изучающие английский язык, но и не знающие язык вообще. В связи с этим один из манифестов кружка – «Не знаешь, как то или иное слово по-английски – показывай, как в “Крокодиле”!» Элементы коучинга также были указаны в манифесте собраний: «Никаких преподавателей. Ты – сам будешь преподавателем для других!»

Работа со студентами проводилась в удобное вечернее время в мультимедийной аудитории, с использованием эффекта круглого стола, позволяющего реализовать основную идею собраний – развитие навыков коммуникации в незнакомом коллективе через преодоление стеснения и скованности, иными словами, исключить «навязанную интровертность», о которой речь велась ранее.

Структура каждого собрания была примерно схожа.

1. «Игра начинается».

Цель собрания – знакомство, коллективная выработка «правил» кружка. «Правила» – основное мотивирующее звено, формируемое из собраний к собранию. Главные из них:

– быть смелым – не бояться говорить и принимать участие в решении коллективно поставленных целей и задач, стараться максимально раскрыть общекультурные компетенции;

– быть активным – не сидеть молча и не прятаться за стеснением, а стараться работать в коллективе для достижения собственной цели. Формирование цели на начальном этапе, возможно, интуитивное, начинается с решения принимать участие в работе кружка;

– помнить, что мы все – команда «геочайников» – командный дух формируется в процессе коллективной работы (разработка дизайна эмблемы кружка), цель которой не только знакомство друг с другом, но и своего рода единение в коллективе.

Правила, формируемые на первом собрании, реализуются путем организации деловых игр «Печатная машинка», «Цвет эмоций», а также выполнением «домашнего задания» – рассказ о себе и своих интересах с использованием формата презентации «печа-куча».

«Помоги доктору Хаусу. Что все делают? Врут? Работают адвокатами? Или все – это слои?»

Цель собрания – прослушать информацию участников о себе в формате презентации «печа-куча», работая в малых группах, активировать навыки определения географических названий в популярных российских песнях. Название собрания – знаменитая фраза из популярного сериала, близкая по фонетическому звучанию



к словам на английском языке – «ложь», «адвокат», «слои».

«Правила», сформированные и озвученные на первом собрании, закрепляются деловой игрой «Пьяное караоке», цель которой спеть на английском языке русскоязычную песню, в которой встречаются географические названия. Деловая игра проводится в малых группах – по 2 человека.

«Домашним заданием» стала подготовка проекта по тематике популярной научно-познавательной программы «Орел и решка»: «Что ж, если бы я был ведущим “Орла и решки”, я бы посетил...».

2. «Орел и решка для геоичайников».

Цель собрания – просмотр презентаций участников по тематике программы «Орел и решка». Индивидуальная работа подкреплялась коллективным обсуждением и дискуссией по заявленной теме.

Элемент деловой игры также присутствовал: участникам предлагалось по первым звукам популярных российских песен выбрать английский вариант их названия из предложенных организатором.

Результат проведения подобной формы организации внеаудиторной деятельности студентов может быть охарактеризован ответами участников собраний на вопросы мини-анкет. Вопросы формулировались предельно просто: «1. Какая была, на ваш взгляд, цель собрания?», «2. Что лично для вас было самым интересным на собрании?», «3. Нужно ли продолжать организовывать подобные собрания?».

Приведем примеры ответов:

Безвершиенко Л. С., аспирант 1-го года обучения географического факультета: «1. Свободно общаться на английском языке. 2. Живое общение, креативный подход к занятиям. 3. Нужно, причем чаще. Однако не хватает грамматики».

Затонский В. А., инженер учебной лаборатории геоинформатики и тематического картографирования: «1. Помимо улучшения навыков

английского языка, целью проекта, на мой взгляд, является приобретение коммуникативных навыков. 2. Самым интересным для меня на собраниях было участие в деловых играх. 3. Собрания определенно стоит возобновить».

Басамыкин С. С., студент 4-го курса направления подготовки «Прикладная информатика»: «1. Научиться не бояться общаться на английском языке, найти новых знакомых. 2. Необычная форма проведения занятий. 3. Конечно, стоит».

Значение современных интерактивных образовательных технологий в образовательном процессе высшего профессионального образования сложно переоценить. Использование нестандартных форм организации внеаудиторной деятельности обучающихся способно не только привить интерес к процессу обучения, раскрыть творческий, научный и культурный потенциал, усилить социализацию, но и полноценно сформировать как общекультурные, так и профессиональные навыки.

Библиографический список

1. *Молочко А. В.* Возможности использования современных интерактивных образовательных технологий в высшем профессиональном образовании (на примере обучения геоинформатики) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2013. Т. 13, вып. 2. С. 16–21.
2. *Молочко А. В., Кудрявцева М. Н., Басамыкин С. С.* Опыт внедрения нестандартных форм проведения текущего контроля успеваемости студентов-геоинформатиков (на примере комплексного использовании технологии коучинга, скрайбинг-технологий и деловой игры) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2015. Т. 15, вып. 3. С. 9–16.
3. *Корчагина О. В.* Применение технологии коучинга для индивидуального сопровождения обучающегося на уроках информатики // Информационные технологии в образовании : материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. Саратов, 2014. С. 31–34.

УДК 910.3

ТРАНСФОРМАЦИЯ ОТРАСЛЕВОЙ СТРУКТУРЫ ЭКОНОМИКИ СУБЪЕКТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПОВОЛЖСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА В 2005–2013 ГОДАХ

Ю. В. Преображенский

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

Показываются структурные изменения в отраслевой структуре субъектов Российской Федерации Поволжского экономического района за период 2005–2013 гг. Выявляются причины и последствия данных изменений, прежде всего, в обрабатывающей промышленности района.

Ключевые слова: Поволжский экономический район, отраслевая структура экономики, обрабатывающая промышленность.



The Transformation of Economic Structure of the Russian Subjects of the Volga Economic Region in 2005–2013

Yu. V. Preobrazhenskiy

The article is showing the structural changes in the industrial structure of the Russian subjects of the Volga economic region in 2005-2013. The reasons and consequences of these changes, especially in the manufacturing area, are discussed.

Key words: Volga economic region, the sectoral structure of the economy, manufacturing.

DOI: 10.18500/1819-7663-2015-15-4-24-29



Введение. Сдвиги в отраслевой структуре промышленности областей и республик, которые относятся к Поволжскому экономическому району, существенным образом определяют (и определяются) место рассматриваемых субъектов Российской Федерации во внутристрановом и международном разделении труда, влияют на аспекты социальной сферы – структуру занятости по отраслям экономики, уровень жизни населения (поскольку заработная плата существенно различается по отраслям). Изменяется территориальная структура хозяйства, а также воздействие производств на окружающую среду. Изменения в отраслевой структуре промышленности во многом дают ответ на вопрос, способна ли экономика региона к инновационному развитию, созданию импортозамещающих производств на основе отечественных технологий, материалов и кадров?

Основные методы и источники. В связи со спецификой исследования в статье используются преимущественно статистический и сравнительно-географический методы. Информационной базой послужила статистика Росстата в разрезе субъектов Российской Федерации [1].

Степень разработки проблемы. Временная динамика отраслевой структуры экономики представляет непреходящий интерес для экономико-географов и экономистов. Большие сомнения вызывает применение системного подхода в изучении такой динамики на уровне экономического района, который предполагает определенное компенсационное развитие соответствующих производств в одном из субъектов Российской Федерации, закрывшихся по тем или иным причинам в другом субъекте РФ рассматриваемого района. Тем не менее анализ временной динамики отраслевой структуры промышленности субъектов Российской Федерации Поволжского экономического района позволит выделить общие траектории развития промышленности отдельных регионов, что может послужить отправной точкой для дальнейшего исследования, прежде всего, территориальных особенностей трансформации промышленности.

Основная часть. Вопросы изменения структуры экономики субъектов Российской Федерации Поволжского экономического района в период 2005–2013 гг. охватывают два этапа. Во-первых, это период общего роста российской экономики, начавшегося несколькими годами раньше, с 1999 г., и продолжавшийся до 2008 г. Во-вторых, с 2009 г. наступает этап общего экономического спада и последующего восстановления хозяйства страны и исследуемых регионов. Следующий этап, начало которого можно приурочить к 2013 г., характеризующийся некоторым спадом, нами не исследуется в силу недостатка актуальных данных. Статистические данные, необходимые для настоящего анализа, относительно единообразны и доступны именно в период 2005–2013 гг.

В статье проводится достаточно традиционный отраслевой анализ временной динамики

структуры экономики Поволжского экономического района, причем основное внимание уделяется обрабатывающей промышленности – группе отраслей экономики, в которых заметнее всего проявляется внедрение инноваций и которые наиболее чувствительны к состоянию внешних (по отношению к рассматриваемым субъектам Российской Федерации) рынков.

Поволжский экономический район (ПЭР) включает в себя Республики Татарстан и Калмыкию, Астраханскую, Волгоградскую, Пензенскую, Самарскую, Саратовскую и Ульяновскую области. Структура экономики данных регионов различна: в Республике Калмыкия промышленность развита значительно слабее, чем в других субъектах Российской Федерации исследуемого района, а на три первых субъекта Российской Федерации по объёму промышленной продукции приходится три четверти всей произведенной стоимости района.

Вклад субъектов РФ в обрабатывающую промышленность Поволжского экономического района (район в целом – 100%), 2005 и 2013 гг., %

| Район | 2005 | 2013 |
|-----------------------|-------|-------|
| Республика Калмыкия | 0,06 | 0,08 |
| Астраханская область | 5,82 | 1,5 |
| Волгоградская область | 16,13 | 17,34 |
| Республика Татарстан | 24,43 | 29,96 |
| Пензенская область | 4,21 | 6,08 |
| Самарская область | 35,96 | 27,84 |
| Саратовская область | 8,62 | 11,02 |
| Ульяновская область | 4,77 | 6,17 |

В последующие восемь лет значительно снизился вклад в общерайонное производство Самарской области, а также Астраханской области (на 8% и 4% соответственно), существенно возросла доля Республики Татарстан (на 6%), несколько увеличились доли Саратовской и Пензенской областей (на 2%).

Регионы-лидеры по производству продукции обрабатывающей промышленности испытали спад производства в 2009 г., однако впоследствии вернулись к прежним темпам роста (см. рис. 1).

Рост стоимости выпускаемой продукции в текущих ценах сам по себе не дает представления о реальном вкладе обрабатывающей промышленности в хозяйство страны и ее субъектов, его необходимо сопоставить с общим ростом экономики. Так, по нашим расчетам, за период 2005–2013 гг. рост стоимости продукции обрабатывающей промышленности опередил рост ВРП соответствующих субъектов Российской Федерации района в Саратовской, Ульяновской, Пензенской областях, а также Республике Татарстан [1]. В прочих исследуемых субъектах Российской Федерации экономика в целом росла быстрее, чем

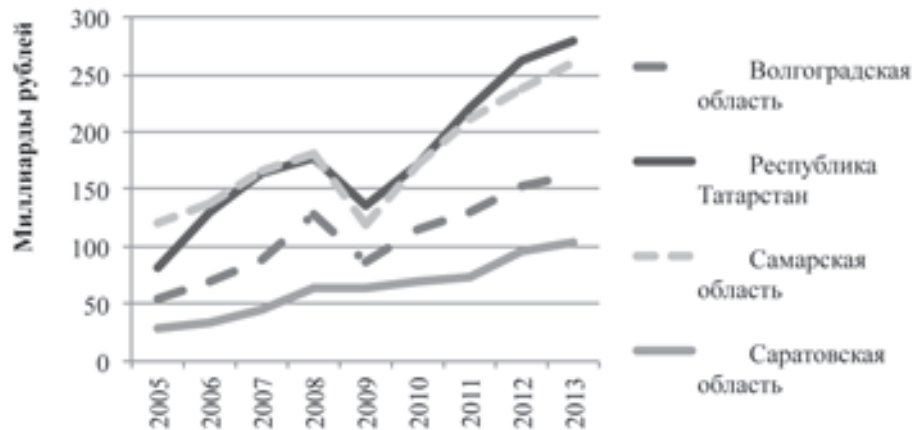


Рис. 1. Динамика вновь созданной стоимости в обрабатывающей промышленности четырех субъектов Российской Федерации (сост. по [1])

обрабатывающая промышленность (особенно это касается Астраханской области).

Несмотря на то что по выпуску промышленной продукции Республика Татарстан, Самарская и Волгоградская области опережают Саратовскую, Ульяновскую и Пензенскую области, в последних доля высокотехнологичной продукции больше. В Ульяновской области она составляет 29,2%, в Самарской – 26,3%, в Пензенской – 24,2%, в Саратовской – 23,3%, в Республике Татарстан – 20,8%, а в прочих субъектах Российской Федерации ПЭР менее 20% [2].

Отметим, что приведенный показатель относится не только к продукции обрабатывающей промышленности (раздел D в классификации Росстата), но и к хозяйству субъектов Российской Федерации в целом. Тем не менее именно технологический уровень обрабатывающих производств является в данном случае определяющим.

Кризисные явления 2008–2009 гг., связанные с ухудшением макроэкономических показателей, снижением инвестиций и сжатием спроса, негативно повлияли на долю обрабатывающей

промышленности в структуре ВРП почти всех субъектов Российской Федерации Поволжского экономического района (рис. 2).

Если в Волгоградской и Самарской областях, а также в Республике Татарстан доля обрабатывающей промышленности в общей стоимости ВРП снизилась примерно на 5% в 2009 г., то Саратовская и Пензенская области не испытали такого спада. Характерно, что к 2013 г. только в двух последних регионах (а также в Ульяновской области) доля обрабатывающих производств в структуре экономики превысила докризисный уровень, что может свидетельствовать об усложнении структуры хозяйства в них. Но это предположение нуждается в более подробном исследовании, так как такой рост может быть связан как с технологическим совершенствованием производств, так и с ростом валового выпуска. Обратная ситуация сложилась в Астраханской области, где доля обрабатывающей промышленности в ВРП снизилась с 30% в 2008 г. до 5% в 2013 г., что можно считать катастрофическим сжатием этой группы отраслей.



Рис. 2. Доля обрабатывающих производств в структуре ВРП отдельных субъектов Российской Федерации (сост. по [1])



Все приведенные на рис. 3 регионы-субъекты Российской Федерации в 2013 г. имели больший вес обрабатывающих производств в экономике по сравнению с общероссийским показателем, составлявшим 17,4 % [1].

Рассмотрим далее более конкретно специфику отраслевой трансформации регионов-субъектов Российской Федерации Поволжского экономического района, динамику отраслей обрабатывающей промышленности между 2005 г. и 2013 г. Сравнение осуществлялось следующим образом: поскольку некоторые группировки производств в рамках отраслей за 2005 г. и 2013 г. в данных Росстата не совпадают, данные первого из интересующих нас годов были приведены к группировкам второго. Так, «текстильное и швейное производство» было объединено с «производством кожи и обуви», графы «производство кокса и нефтепродуктов», «химическое производство»

и «производство резиновых и пластмассовых изделий» были объединены, так же, как и графы «производство машин и оборудования» и «производство транспортных средств и оборудования», а графа «прочие производства» была объединена с графой «производство прочих материалов и веществ, не включенных в другие группировки», прочие же графы совпадают в методологии Росстата 2005 г. и 2013 г.

Прежде всего, следует отметить сокращение доли машиностроения (хотя формально к группе отраслей машиностроения относят, помимо производства машин и оборудования, производств транспортных средств и оборудования, производство электрооборудования и оптического оборудования, последнее было рассмотрено отдельно) среди всех отраслей обрабатывающей промышленности практически во всех рассматриваемых субъектах (рис. 3).

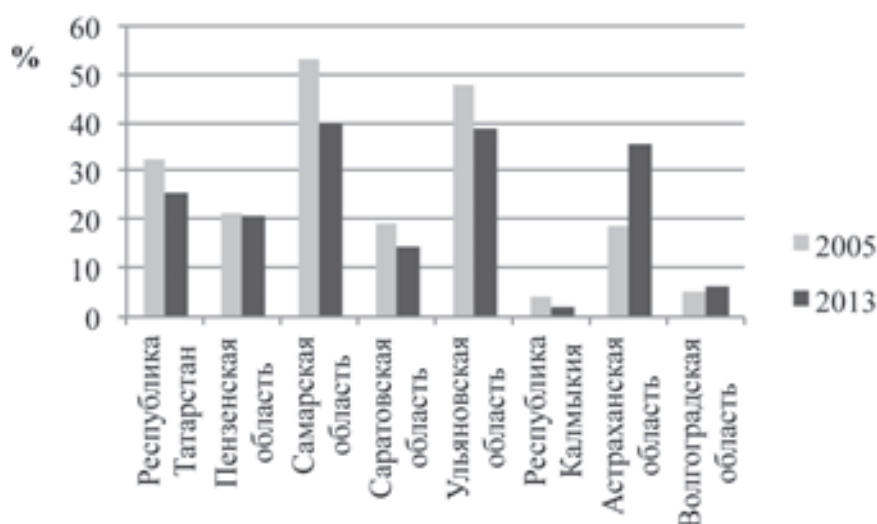


Рис. 3. Вклад машиностроения в сектор обрабатывающих производств в 2005 г. и 2013 г. (сост. по [3])

Только в Астраханской и Волгоградской областях наблюдался рост доли машиностроения в обрабатывающей промышленности. Впрочем, учитывая общие относительно низкие объемы производства в Астраханской области, это мало влияет на хозяйство всего ПЭР. В то же время в Волгоградской области в исследуемом периоде происходило снижение значения металлургии для экономики области (с 30,4 до 19,9% всей обрабатывающей промышленности). Определенно такое сокращение доли машиностроения является достаточно тревожным фактором для будущего развития хозяйства ПЭР и России в целом, так как и Самарская, и Саратовская области, и Республика Татарстан, а точнее, их промышленные центры долгое время во многом представляли собой «лицо» машиностроения страны в целом. Можно предположить, что в условиях кризисных явлений последних месяцев, в связи с текущей кредитно-денежной политикой и общим снижением ВВП,

положение машиностроения в хозяйстве страны в целом не улучшится. Машиностроительные предприятия имеют два типа покупателей своей продукции: это предприятия других отраслей или потребители – физические лица. Спрос на продукцию машиностроения со стороны первых едва ли будет расти в связи со снижением инвестиционной деятельности, со стороны вторых также сложно ожидать оживления. Это хорошо заметно, например, по спаду продаж автомобилей. Определенные возможности для роста могут получить предприятия, ориентированные на выполнение оборонного заказа, но их число в районе ограничено.

Другой значимой отраслью специализации района является химическая и нефтехимическая промышленность. В отличие от машиностроения ее доля в секторе обрабатывающих производств в период 2005–2013 гг. выросла в крупных субъектах ПЭР: Республике Татарстан, Самарской, Саратовской, Волгоградской областях (рис. 4).

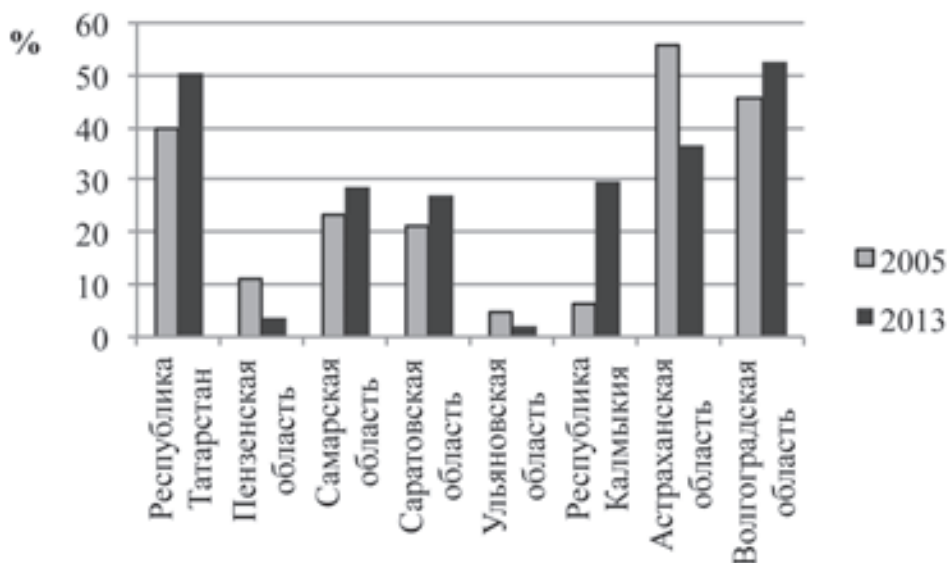


Рис. 4. Вклад химической и нефтехимической промышленности в сектор обрабатывающих производств в 2005 г. и 2013 г. (сост. по [3])

Среди химических и нефтехимических производств можно выделить более технологически сложные (производство пластмасс со специальными свойствами, медицинских препаратов) и менее технологически сложные (например, выпуск простых резиновых изделий). Вклад первых и вторых в положительную динамику химического и нефтехимического производства можно выявить на основе анализа инвестиционных проектов в отрасли, осуществленных в рассматриваемый период. Как в Самарской области, так и в Республике Татарстан в последние годы активно формируется сложный межотраслевой комплекс, в основе которого лежит нефтехимия.

В отличие от машиностроения для нефтехимии важна ресурсная база, т. е. обеспеченность региона собственными запасами углеводородов. В Республике Татарстан за последние годы сложился нефтехимический кластер на базе собственного сырья. Развитие химических и нефтехимических производств в Самарской и Саратовской отраслях связано, очевидно, с близостью к источникам сырья и более высокой (относительно обрабатывающей промышленности в среднем) рентабельностью.

Если рассматривать другие отрасли, не являющиеся отраслями специализации субъектов Российской Федерации, относимых к ПЭР, то здесь за исследуемый период можно отметить следующие тенденции. В хозяйстве почти всех субъектов наблюдается снижение доли лесозаготовок и деревообрабатывающих производств, за исключением Ульяновской области, где их значение выросло в два раза, до 3%. В остальных регионах в связи с низкой обеспеченностью древесиной доля отрасли мала (меньше 1%) (за исключением упомянутой Ульяновской, а также Пензенской области (1,6%)). Целлюлозно-бумажное производство за

указанные восемь лет по-прежнему занимает незначительное место в хозяйстве района. Во всех субъектах Российской Федерации ПЭР за исключением Астраханской и Волгоградской областей снизилась доля текстильной промышленности, при этом, кроме двух указанных областей (2,4% и 1% соответственно), а также Ульяновской области (1,7%), она составляет менее процента от всей обрабатывающей промышленности.

Положительна динамика производства электронного и оптического оборудования за период 2005–2013 гг., что является позитивным фактором.

Выросла также доля пищевой промышленности во вторичном секторе почти всех субъектов Российской Федерации ПЭР. Активно разворачиваются процессы обеспечения областей района собственными мощностями по производству продукции пищевой промышленности, теплицами и животноводческими хозяйствами. В обрабатывающей промышленности Пензенской области доля пищевой промышленности занимает одну треть, в Саратовской области и Республике Калмыкия – около четверти.

Доля производства неметаллических минеральных продуктов в структуре обрабатывающей промышленности велика в Республике Калмыкия (17,1%), Ульяновской (10,3%) и Саратовской (9,1%) областях. В других регионах она существенно меньше 10%.

Для определения перспектив трансформации отраслевой структуры хозяйства субъектов Российской Федерации ПЭР важное значение имеют величина и направленность инвестиций. Однако показатели инвестиций могут значительно отличаться от года в год, что связано с самим характером инвестиционной деятельности, завершением ввода в строй вновь построенных производственных объектов или модернизацией



существующих. В связи с этим инвестиции желательно рассматривать в динамике и в их отношении к другим показателям.

В целом можно отметить, что объем инвестиций в обрабатывающую промышленность Республики Татарстан и Самарской области значительно опережал аналогичный показатель других рассматриваемых регионов. Это позволило указанным двум субъектам Российской Федерации произвести модернизацию существующих и строительство новых производств, прежде всего в нефтехимии.

Представляется, что обрабатывающие отрасли в районе развиты значительно слабее своего потенциала, прежде всего это относится к Пензенской, Саратовской и Ульяновской областям, имеющим несколько более узкий набор факторов роста, чем, например, Республика Татарстан. При этом большую значимость приобретают вопросы инвестиционной и инновационной составляющих хозяйства данных регионов. Нужно понимать, что слабая инвестиционная активность предприятий в предшествующие годы во многом закладывает будущую отрицательную динамику промышленного производства в связи с физическим износом основных фондов, а отсутствие модернизации, очевидно, приводит к моральному старению выпускаемой продукции, т. е. она будет уступать аналогам по своим свойствам.

Не менее актуально для экономики рассматриваемых субъектов Российской Федерации ПЭР создание новых высокопередельных производств, причем не только в региональных центрах, но и в небольших городах. Эта задача, безусловно, должна рассматриваться через призму социально-экономической географии, поскольку совмещает вопросы технологические, экономические и социальные.

Дальнейшее развитие обрабатывающей промышленности в рассматриваемых субъектах Российской Федерации будет зависеть от ряда

факторов, которые лежат на федеральном, региональном и местных уровнях. Во-первых, оно во многом определяется кредитно-финансовой и протекционистской политикой федеральных властей. Во-вторых, для обрабатывающей промышленности крайне важны характер и интенсивность внутрирайонных хозяйственных связей, при этом чем сложнее производственный процесс, тем больше предприятий вовлечено в производство, тем длиннее производственная цепочка и больше добавленная стоимость. В-третьих, значимыми остаются вопросы местного уровня, включающие взаимодействие предприятия с социальной сферой и окружающей средой.

Основные выводы. Таким образом, за исследуемый период 2008–2013 гг. в отраслевой структуре экономики субъектов РФ ПЭР можно отметить снижение доли машиностроения в обрабатывающей промышленности при возрастающем вкладе химической и нефтехимической промышленности, а также пищевой. С точки зрения территориального анализа субъекты Российской Федерации ПЭР обладают разным «весом» в экономике района, и развитие их экономики опирается на различные факторы.

Библиографический список

1. Валовой региональный продукт в основных ценах (значение показателя за год). URL: <http://www.fedstat.ru/indicator/data.do?id=33379&referrerType=0&referrerId=1293324> (дата обращения: 12.09.2015).
2. Доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в валовом региональном продукте субъекта Российской Федерации. URL: <http://www.fedstat.ru/indicator/data.do?id=43525&referrerType=0&referrerId=1293324> (дата обращения: 19.09.2015).
3. Регионы России. Социально-экономические показатели URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156 (дата обращения: 26.09.2015).

УДК 911.52(282.247.41)

ДИНАМИКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ НА ВОЛЖСКОЙ ПОЙМЕ В РАЙОНЕ Г. САРАТОВА

М. Ю. Проказов, Е. В. Михайлова, С. С. Басамыкин

Саратовский государственный университет
E-mail: mp37@mail.ru

В статье рассматривается динамика геоэкологической ситуации на волжской пойме в районе г. Саратова, обусловленная изменением характера и уровня антропогенной нагрузки на пойменные комплексы, регулированием стока р. Волги, усложнением фоновой экологической обстановки в целом.

Ключевые слова: геоэкологическая ситуация, пойменные ландшафты, Волгоградское водохранилище, река Волга, структура природопользования.



The Dynamics of Geo-ecological Situation in the Flood Plain of the Volga near Saratov

M. Yu. Prokazov, E. V. Mihaylova, S. S. Basamikin

The article deals with the dynamics of geo-ecological situation in the Volga River floodplain near the city of Saratov, due to changes in the nature and extent of anthropogenic load on floodplain systems,



regulated flow r. Volga, the increasing complexity of the background environmental situation as a whole.

Key words: geocological situation, floodplain landscapes, Volgograd storage-pond, river Volga, structure of nature.

DOI: 10.18500/1819-7663-2015-15-4-29-35

В данной статье объектом исследования выступает сохранившийся после создания Волгоградского водохранилища пойменно-островной массив в районе г. Саратова. Данный территориально-аквальный комплекс в ходе освоения человеком испытывал разноплановую антропогенную нагрузку, а в середине XX века был в значительной степени преобразован зарегулированием р. Волги плотинами ГЭС. Тем не менее сохранившиеся пойменные острова продолжают играть средообразующую роль для Саратовского Приволжья и являются важным объектом природопользования.

Цель статьи – определение динамики геоэкологической ситуации на указанном пойменном участке.

Геоэкологическая ситуация – сочетание различных условий и факторов, создающих определённую экологическую обстановку на территории. Основная задача геоэкологических исследований – поиск разумных и приемлемых компромиссов между природой, населением и производством, интересы которых находятся в постоянном противоречии. Под выявлением экологических ситуаций подразумевается: установление перечня (набора) экологических проблем; пространственная локализация экологических проблем; определение комбинации (сочетания) экологических проблем и отнесение выявленного ареала к той или иной степени остроты экологической ситуации [1, 2]. В данной работе геоэкологическая ситуация рассматривается в своём динамическом развитии на территориально-аквальном участке, в значительной степени преобразованном деятельностью человека.

Для объективного анализа динамики геоэкологической ситуации на исследуемом участке Волги и хронологической привязке динамических изменений авторы статьи обработали значительный объем материалов предыдущих исследований, собранных различными учёными с начала прошлого века и до настоящего времени [3–7]. Были выполнены полевые работы, описание которых и некоторые итоги были опубликованы в различных научных сборниках [8, 9].

До 60-х годов XX века пойменно-островной массив долины р. Волги в районе г. Саратова был подчинён лишь естественным, природным процессам поймообразования, и все компоненты ландшафта находились здесь под влиянием русловых процессов и пойменно-паводкового режима Волги. Зарегулирование плотинами реки привело к изменению гидрологических показателей, микроклимата и рельефа пойменных комплексов, почвенного покрова, растительного

и животного мира [7, 10, 11]. Вследствие этих изменений произошла смена сочетаний различных геосистем на волжских островах. Значительно сократились площади заливных пойменных лугов, открытых песков, одновременно увеличился процент площадей с мелководной растительностью. Острова стали более изолированы друг от друга, повысился уровень грунтовых вод, начал проявляться процесс вторичного оглеения почв. Таким образом, весь территориально-аквальный комплекс, в границах которого рассматривается геоэкологическая ситуация, был трансформирован в результате человеческого вмешательства.

Природные комплексы волжской поймы по-разному использовались в хозяйственной деятельности в различные исторические отрезки. В период активизации природопользования на территории Нижнего Поволжья (XVI–XVII века – присоединение этих земель к Русскому государству), волжские земли стали использоваться не только в качестве естественных охотничьих угодий, мест сбора съедобных и лекарственных растений, но и как пастбищные и выпасные угодья, территории лесозаготовок [12]. В контексте рассмотрения геоэкологической ситуации можно сказать, что существенного урона пойменным островам не причинялось, и территориально-аквальные геосистемы сохраняли способность к самовосстановлению.

Далее следует охарактеризовать изменение структуры природопользования в пойме на исследуемом участке в наиболее сложный для реки период – XX век. До 60-х годов обширные территории занимали садово-огородные участки и сенокосы. Рекреационная нагрузка была не столь велика в сравнении с настоящей, что связано главным образом со значительно меньшим населением в те годы и неразвитостью туристической инфраструктуры. Лесные массивы подвергались рубкам. Существовал также рыбный промысел – один из основных видов хозяйственной деятельности на Волге того периода.

Во второй половине XX века структура природопользования значительно преобразовалась. Открытие и последующая разработка Соколовгорского нефтегазосного месторождения добавили ещё один вид природопользования в границах обозначенного пойменного массива. На острове Зелёном появились нефтяные скважины и соответствующая инфраструктура: асфальтовая дорога, трубопроводы, линии электропередач, резервуары для хранения нефти и т. д. Нефтедобыча на острове активно продолжалась вплоть до 90-х годов прошлого века. Неизбежные протечки при добыче и транспортировке нефти, риск крупных аварий – всё это сделало геоэкологическую ситуацию в пойме Волги более напряжённой.

Высокие темпы различного рода строительства в послевоенные годы способствовали резкому увеличению объёмов добываемого со дна реки песка. Волжский кварцевый песок является



ценным сырьём для стекольной промышленности, поэтому на акватории реки появилось множество земснарядов, добывающих песок со дна Волги и делающих выемки непосредственно с островов.

В 60–70-е годы на волжских островах начался «туристический бум». Строились десятки турбаз, относящихся к крупнейшим предприятиям и организациям Саратова (Авиационному заводу, НИИ геологии, Саратовскому госуниверситету и т. д.). Доступность подвесных лодочных моторов и небольших дюралевых лодок сделала отдых на островах сверхпопулярным у жителей областного центра, городов Энгельса и Маркса. Таким образом, значительно возросла рекреационная нагрузка на пойменные геосистемы. Загрязнение горюче-смазочными материалами от маломерных судов и замусоривание туристических стоянок приняли повсеместный характер.

Однако, безусловно, важнейшим фактором, повлиявшим на пойменные геосистемы вблизи Саратова, стало зарегулирование Волги плотинами, и в частности создание Волгоградского водохранилища. Если обозначенные выше геоэкологические следствия антропогенной деятельности носили локальный характер, то создание водохранилища коренным образом преобразовало территориально-аквальные комплексы реки. Можно сказать, что после 1961 года (года окончательного заполнения чаши Волгоградского водохранилища) геоэкологическую обстановку на волжских островах можно считать подчинённой функционированию природно-антропогенной системы водохранилища.

Рассмотрение динамики геоэкологической ситуации в пойменных ландшафтах само по себе является задачей сложной. Это связано, прежде всего, с динамичностью самой поймы. В постоянно меняющемся пойменном ландшафте фиксация различных видов антропогенного воздействия требует тщательных сезонных, мониторинговых исследований как ландшафтов в целом, так и их компонентов. В случае же создания водохранилища можно говорить о радикальной смене ландшафтного облика самой поймы. Здесь имеет место и полное уничтожение поймы - её затопление водами водохранилища (в Волгоградском водохранилище такая ситуация наблюдается на протяжении порядка 320 км от с. Приволжское (Энгельсский район Саратовской области) до плотины Волжской ГЭС), – и частичное затопление, когда верхняя пойма сохраняется над урезом водохранилища (от плотины Саратовской ГЭС до г. Саратова). Тем не менее, как уже было сказано выше, сохранившиеся пойменные геосистемы значительно преобразовались. Изменилась как латеральная, так и вертикальная структура ландшафта [13], и сейчас динамика геоэкологической ситуации может рассматриваться уже в контексте новых, трансформированных пойменных геосистем.

Первым и важнейшим следствием создания водохранилища стало уменьшение площади поймы (табл. 1.). Затопление обширных луговых урочищ привело к существенному сокращению сенокосных и выпасных угодий, закономерному увеличению хозяйственной нагрузки на сохранившиеся сельхозвыделы.

Таблица 1

Уменьшение площади пойменных земель после создания Волгоградского водохранилища

| Площадь, км ² | До создания водохранилища | После создания водохранилища |
|--------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Пойма с зеркалом воды | 670,8 | 680,2 |
| Пойменные острова | 526,5 | 231,2 |

Ихтиофауна в границах водохранилища в целом и озеровидного расширения в частности значительно изменилась со времени зарегулирования реки. По последним данным, к началу XXI века практически исчезли или существенно сократили свою численность такие ценные виды рыбы, как русский осётр, стерлядь, севрюга, белуга. Обогащение ихтиофауны в современный период происходит за счёт популяций мелких непромысловых рыб [11]. В настоящее время необходимые для хозяйства показатели стали достигаться путём улова рыбы на ранее не используемых участках реки новыми, более губительными для экосистем способами. Если до создания водохранилища рыбацким артелям было достаточно бредней и обыкновенных сетей для хороших уловов, то после его затопления начинают использоваться сейнеры, тралящие сетями водную толщу с самого дна на десятки километров и деформирующие кормовые и нер-

стовые участки. Применение синтетических сетей в последние 20 лет также нанесло существенный урон ихтиофауне реки [14]. Параллельно растёт и рекреационная нагрузка, более-менее удобные для стоянки островные берега занимают туристические лагеря. Улучшение условий навигации после создания водохранилища существенно повысило трафик судоходства. Причём с конца 1960-х годов по Волге стали ходить крупнотоннажные грузовые (теплоходы типа «Волго-Дон» и «Волго-нефть» грузоподъемностью 5000 т) и пассажирские (многопалубные, пассажироместностью до 400 человек) суда [15]. Совокупное воздействие усилившегося ветрового волнения и волн от крупнотоннажного и маломерного флотов всё более разрушало пойменные острова [7]. На крупных пойменных островах появилась сеть грунтовых автомобильных дорог.

Экономический спад 90-х годов прошлого века отразился и на геоэкологической ситуации



в обозначенных границах. На несколько порядков уменьшился поток отдыхающих, появилось множество заброшенных турбаз (рис. 1). После 1990 года резко сократились грузовые и пассажирские перевозки на речном транспорте. Количество судов, находящихся на учете в Российском речном регистре, уменьшилось более чем в два раза [15]. Это привело к тому, что в настоящее время влияние речного транспорта на пойменные геосистемы заметно снизилось. В начале 2000 годов были законсервированы нефтяные скважины на о. Зелёном.

Важным событием можно считать появление в 2008 году первой особо охраняемой природной территории, приуроченной к волжской пойме в районе г. Саратова, – островного массива Дубовая Грива.

Следует отметить, что с началом 2000-х годов связан переход абсолютного большинства маломерного флота Саратовской области на более экологичные двигатели внутреннего сгорания. Вместе с тем, меняется структура бытового мусора и туристические стоянки на островах заполняются пластиком (рис. 2). С ближайших к г. Саратову островов (Казачий, Зелёный, Дубовая Грива) волонтеры ежегодно вывозят сотни мешков с бытовым мусором [16, 17].

Безусловно, на геоэкологическую обстановку исследуемого участка Волги повлияло промышленное и транспортное развитие близлежащих территорий и Поволжского региона в целом [18, 19]. Рост численности населения г. Саратова и г. Энгельса, их индустриальное развитие, строительство двух автомобильных мостов через реку в данном районе – всё это отразилось на экологической обстановке сохранившейся здесь поймы. Так, увеличение нефтегазовой добычи в регионе привело к непрерывному повышению содержания синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) в акватории водохранилища [20].

В 2010–2013 годах авторы участвовали в нескольких экспедициях на обозначенном участке волжской поймы, целью которых было, в частности, выявление геоэкологических проблем на островах вблизи г. Саратова. Были отобраны и исследованы на наличие различных химических элементов образцы пойменных почв, снежного покрова островов, воды коренной Волги и различных проток. Результаты исследований позволяют сделать некоторые выводы о состоянии компонентов территориально-аквальных систем в обозначенных границах.

Анализ водных проб показал отсутствие превышения содержания в волжской воде боль-



Рис. 1. Заброшенные турбазы на островах Дубовая Грива и Пономарёвском (фото М. Ю. Проказова, 2009 г.)



Рис. 2. Свалка пластиковых бутылок на о. Зелёный и уборка мусора на о. Казачий [14]



шинства тяжёлых металлов. В нескольких пробах было выявлено превышение содержания железа и меди. Исследования показали чрезмерное содержание органики на всей акватории водохранилища [21]. Работа со снежными пробами выявила повсеместное превышение в снеге содержания меди, единично – цинка и кадмия. Исследования пойменных почв выявили единичные превышения ПДК по кадмию на фоне практически полного отсутствия какого-либо загрязнения на обозначенном участке, кроме о. Зелёный, где в районе нефтедобычи было обнаружено превышение содержания цинка, кадмия и мышьяка [22]. Повсеместно фиксировалось нарушение растительного покрова в местах отдыха: вытаптывание травянистой и рубка древесной растительности, следы пожаров. Замусоривание туристических стоянок наблюдалось повсеместно. Причём структура мусора меняется от бытовых отходов до канистр из под ГСМ и автомобильных аккумуляторов.

В итоге динамику геоэкологической ситуации на волжской пойме в районе г. Саратова можно представить в хронологической последовательности нескольких временных отрезков:

– до XVI века – стабильная геоэкологическая обстановка с минимальным воздействием на геосистемы Волги;

– XVI–XIX века – первые десятилетия XX века – усиление хозяйственной нагрузки на пойменные острова с сохранением естественного регулирования пойменных систем, отсутствием

необратимых последствий для ландшафтов поймы, вызванных деятельностью человека;

– первая половина XX столетия – нарастание напряжённости в геоэкологической ситуации, связанное с промышленным ростом, общей индустриализацией Приволжских районов в целом и Саратовской области в частности, появлением новых видов природопользования на островах;

– 50–80-е годы XX века – пик обострения геоэкологической обстановки на волжской пойме; повышение антропогенной нагрузки во всех сферах человеческой деятельности, влияющих на пойменные геосистемы;

– 90-е годы XX века – начало XXI века – некоторое снижение геоэкологической нагрузки, с сохранением общих негативных факторов.

Изменение структуры природопользования на пойменных островах и степени влияния различных видов антропогенной деятельности на обозначенные территориально-аквальные геосистемы показано в табл. 2.

Следует отметить, что изменение геоэкологической ситуации в заданных границах связано не только с динамическим ростом степени антропогенного воздействия на пойму, но и с изменением характеристик ландшафтных компонентов, обусловленным зарегулированием реки. Здесь можно говорить об обратных связях, когда антропогенное вмешательство преобразовало ландшафт, изменив его природно-ресурсный потенциал, в результате чего меняются возможности использования поймы в хозяйстве. Подтопление волжских островов

Таблица 2

Изменение структуры природопользования на волжских пойменных островах в районе г. Саратова

| Виды природопользования и техногенного воздействия | Временной интервал | | | |
|--|--------------------|---|----------------------|-------------------------------------|
| | до XVI века | XVI–XIX века – первые десятилетия XX века | 50–80-е годы XX века | 90-е годы XX века – начало XXI века |
| Сенокосение | + | ++ | + | + |
| Выпас скота | + | ++ | + | + |
| Садоводство и огородничество | - | ++ | + | + |
| Рыбная ловля | + | +++ | ++ | ++ |
| Лесозаготовка | ++ | ++ | - | - |
| Добыча полезных ископаемых | - | - | ++ | + |
| Охота | + | ++ | + | + |
| Рекреация | - | + | +++ | +++ |
| Автомобильный транспорт | - | + | + | ++ |
| Водный транспорт | + | ++ | +++ | + |
| Трубопроводы, ЛЭП | - | + | + | + |
| Особо охраняемые природные территории (ООПТ) | - | - | - | + |
| Водохранилище | - | - | +++ | +++ |
| Влияние инфраструктуры близлежащих территорий | - | + | +++ | ++ |

Примечание. «-» – отсутствует; «+» – присутствует, влияет на геосистемы поймы не значительно; «++» – присутствует, влияет на геосистемы в средней степени; «+++» – присутствует, сильно влияет на геосистемы поймы.



в значительной степени снизило устойчивость пойменных ландшафтов, и большая часть приведённых в табл. 2 видов природопользования и техногенного воздействия с 50-х годов XX века резко увеличили степень своего негативного влияния на компоненты территориально-аквальных геосистем.

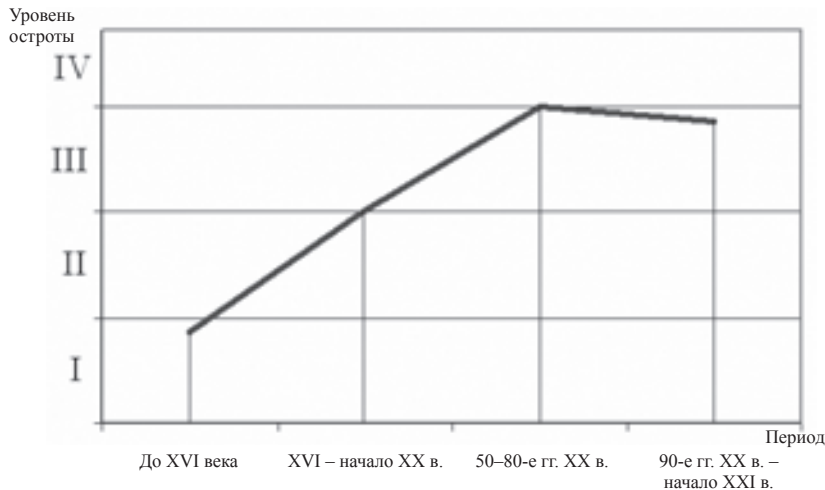


Рис. 3. Динамика уровня остроты геоэкологической ситуации на волжской пойме в районе г. Саратова

сутствия прямого или косвенного антропогенного воздействия все показатели свойств ландшафтов не меняются;

II - конфликтная ситуация, когда наблюдаются незначительные в пространстве и времени изменения в ландшафтах, в частности, в средо- и ресурсовоспроизводящих свойствах, что ведёт к сравнительно небольшой перестройке структуры ландшафтов и восстановлению в результате процессов саморегуляции природного комплекса или проведения несложных природоохранных мер;

III - напряжённая ситуация, характеризуется негативными изменениями в отдельных компонентах ландшафтов; при соблюдении природоохранных мер напряжённость экологической ситуации, как правило, спадает;

IV - критическая ситуация, определяется по значительным и слабокомпенсируемым изменениям ландшафтов; происходит быстрое нарастание угрозы истощения или утраты природных ресурсов, уникальных природных объектов [1].

Сейчас можно сказать, что, помимо основного фактора, изменившего ход многих ландшафтообразующих процессов на исследуемом участке – созданного здесь Волгоградского водохранилища, на геоэкологическую ситуацию островов влияют инфраструктура близлежащих территорий и рекреационная деятельность. Следует подчеркнуть, что любое антропогенное воздействие накладывается на трансформирующее влияние водохранилища.

По мнению авторов, регулирование геоэкологической ситуации возможно с помощью

Анализируя вышеизложенный материал и табл. 2, можно представить динамику уровня остроты геоэкологической ситуации в границах исследуемого участка (рис. 3).

По вертикальной оси на рис. 3 распределены четыре уровня остроты геоэкологической ситуации: I - удовлетворительная ситуация; из-за от-

оптимизации природопользования на волжских островах, контроля рекреационной деятельности и создания ряда ООПТ [23].

Таким образом, структурное преобразование пойменного ландшафта подчинено, с одной стороны, влиянию водохранилища, а с другой – суммарным факторам антропогенной деятельности. Первое ведёт к закономерному изменению сочетания различных геосистем, второе – к любым последствиям – от истощения биологических ресурсов поймы и тотального замусоривания территории до создания здесь охраняемых природных территорий.

Работа частично выполнена в рамках проекта 1692 государственного задания № 2014/203.

Библиографический список

1. Кочуров Б. И. Геоэкология : экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территорий. Смоленск : Изд-во Смол. гос. ун-та, 1999. 154 с.
2. Родзевич Н. Н. Геоэкология и природопользование. М. : Дрофа, 2003. 256 с.
3. Отчет о деятельности Волжской биологической станции за лето 1901 г. // Тр. / Волжская биологическая станция. 1902. Т. II. С. 12–15.
4. Труды комплексной экспедиции Саратовского университета по изучению Волгоградского и Саратовского водохранилищ. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1970. Вып. 1. 132 с.
5. Небольсина Т. К. Волгоградское водохранилище // Изв. ГосНИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1975. Т. 102. С. 130–147.



6. Пискунов В. В. Растительность пойменно-островных экосистем Волгоградского водохранилища // Бюл. Бот. сада Сарат. гос. ун-та. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 2002. Вып. 1. С. 23–31.
7. Филиппов О. В. Формирование природных аквальных комплексов озёрной части волгоградского водохранилища в условиях изменённого гидрологического режима : дис. ... канд. геогр. наук. Волгоград, 2004. 217 с.
8. Проказов М. Ю. Анализ ландшафтной дифференциации и проблем рационального природопользования на островах северной части Волгоградского водохранилища // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2011. Т. 11, вып. 1. С. 3–11.
9. Проказов М. Ю. Методика проведения и некоторые итоги полевых ландшафтных исследований на саратовском участке волжской поймы (2009 г.) // Эколого-географические проблемы регионов : материалы II Всерос. заоч. науч.-практ. конф., посвященной столетию ПГСГА (15 янв. 2011 г., г. Самара). Самара : Изд-во ПГСГА, 2011. С. 135–138.
10. Волкова Л. С., Рыжлов А. Б., Волков С. А. Климато-рекреационный потенциал волгоградского водохранилища. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 2008. 176 с.
11. Шашуловский В. А., Ермолин В. П. Состав ихтиофауны Волгоградского водохранилища // Вопр. ихтеологии. 2005. Т. 45, № 3. С. 324–330.
12. История Саратовского края : учеб. пособие / под общ. ред. В. П. Тотфалушина. 2-е изд. испр. доп. Саратов : Регион. Приволж. изд-во «Детская книга», 2000. 416 с.
13. Проказов М. Ю. Структура пойменных ландшафтов Волги в районе Саратова до создания Волгоградского водохранилища и её последующая трансформация // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2012. Т. 12, вып. 1. С. 20–26.
14. Вершинин С. А. Влияние рыболовных сетей на экологическое состояние реки Волги // Естественно-историческое краеведение : прошлое и настоящее : материалы XIII краеведческих чтений. Саратов : Изд-во ООО «Новый ветер», 2014. С. 65–68.
15. О речном транспорте и его проблемах. URL: <http://www.vil21.ru/1282290566.php> (дата обращения: 06.10.2015).
16. На Зеленом острове прошел субботник. URL: <http://www.vzsar.ru/news/2012/05/25/na-zelenom-ostrove-proshel-sybbotnik.html> (дата обращения: 08.10.2015).
17. Лодочники собрали на острове Казачий около 200 мешков мусора. URL: <http://nversia.ru/news/view/id/69283> (дата обращения: 08.10.2015).
18. Чалов Р. С. Естественные и антропогенные изменения рек России за историческое время // Сорос. образов. журн. 2000. Т. 6, № 1. С. 71–78.
19. Волга – беда и боль России / под ред. В. А. Дорошенко. М. : Планета, 1989. 341 с.
20. Экологические проблемы Саратовской Волги / В. А. Гусев [и др.] // Великие реки-2013 : 15-й междунар. науч.-пром. форум. Н. Новгород : Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т, 2013. С. 72–74.
21. Сравнительный анализ качества воды в р. Волге и её притоках (по материалам ландшафтно-гидрохимических исследований в Саратовской области и на севере Волгоградской области летом 2013 г.) / В. З. Макаров, А. Н. Чумаченко, В. А. Гусев [и др.] // География в Саратовском университете. Современные исследования : сб. науч. тр. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 2014. С. 210–215.
22. Затонский В. А. Ландшафтные исследования волжской поймы на примере о. Зеленый // Геологи XXI века : материалы XII Всерос. науч. конф. студ., асп. и мол. спец. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 2011. С. 48–50.
23. Проказов М. Ю. История формирования традиционного природопользования на волжских островах в районе г. Саратова // География в Саратовском университете. Современные исследования : сб. науч. тр. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 2014. С. 108–113.



ГЕОЛОГИЯ

УДК 553.982.23

ПЕТРОГЕННАЯ ВОДА, ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС И МИГРАЦИЯ НЕФТИ В ТЕКТОНИЧЕСКИ АКТИВИЗИРОВАННОМ ПОГРЕБЕННОМ КОНТИНЕНТАЛЬНОМ РИФТЕ (Западная Сибирь)

А. Д. Коробов, Л. А. Коробова

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

Установлено, что при конвективном теплопереносе в районе Красноленинского свода (Западная Сибирь) режим пульсирующего бокового давления способствовал лавинообразному выделению в свободное состояние межслоевой воды из верхнеюрско-нижнемеловых смектитов в процессе их гидрослюдизации. Возрожденная (петрогенная) вода составляла основу образующихся гидротермальных растворов, ответственных за процессы ультракислотного выщелачивания, метасоматоза, генерацию и миграцию углеводородов. Ускоренная эвакуация микро нефти из материнского пласта, препятствующая ее окислению с последующим формированием нефтяных залежей, в первую очередь, связана с периодами тектоно-гидротермальной активизации седиментационных бассейнов, независимо от того, являются ли они рифтогенными или не осложненными рифтогенезом.

Ключевые слова: тектоно-гидротермальная активизация, петрогенная вода, эвакуация нефти, гидрослюдизация смектитов, континентальный рифтогенез.

Petrogenic Water, Hydrothermal Process and Oil Migration in a Tectonically Activated Buried Continental Rift (West Siberia)

A. D. Korobov, L. A. Korobova

It was established that with convective heat and mass transfer in the region of the Krasnoleninskij swell (West Siberia), the pulsating lateral pressure regime used to contribute to interlayer water avalanche liberation from the Upper Jurassic-Lower Cretaceous smectites in the process of their hydromicatization. The resurgent (petrogenic) water constituted the basis of the hydrothermal solutions responsible for the processes of ultra-acid leaching, metasomatism, hydrocarbon generation and migration. Enhanced evacuation of micro-oil from the source layers prevented its oxidation and promoted subsequent oil pool formation. That was mostly related to the periods of tectonic-hydrothermal activation of sedimentary basins, whether they were complicated or uncomplicated with rifting.

Key words: tectonic-hydrothermal activation, petrogenic water, oil evacuation, smectite hydromicatization, continental rifting.

DOI: 10.18500/1819-7663-2015-15-4-36-44

Введение

Установлено (Коробов и др., 2004 г.), что характер эпигенетических изменений пород фундамента (переходного комплекса) и чехла Западно-Сибирской плиты контролируется разрывными нарушениями и определяется вспышками гидротермальной деятельности, которая сопровождала периоды тектонической перестройки региона. При тектонической активизации эпицентры гидротермальных процессов были сосредоточены в погребенных рифтах и надрифтовых желобах, в изолированных впадинах и осадочных толщах, их перекрывающих (А. В. Коробов и др., 2004 г.). Так, специальные исследования (В. А. Абдуллин, 1991 г.; М. Ю. Зубков и др., 1991 г.) показали, что



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





в Красноленинском районе, где расположено Талинское месторождение, в изолированных (локальных) впадинах триасовые риолиты рогожниковской свиты и перекрывающие пласты ЮК₁₀₋₁₁ шеркалинской пачки (верхний лейас) испытали сернокислотное выщелачивание с возникновением вторичных кварцитов – нефтенасыщенных новообразованных коллекторов. Образовавшиеся при этом вторичные коллекторы представляют собой диккит-каолинит-кварцевые (кварц-диккит-каолинитовые) метасоматиты со сложно построенным пустотным пространством и широким развитием крупных пор и каверн, возникших за счёт интенсивного выщелачивания. Причём на участках максимального растворения в нефтенасыщенных пластах ЮК₁₀₋₁₁ Талинского месторождения возникали необычные морфологически очень сложного строения пустоты явно коррозионной природы. Они обладают структурой, которая принципиально отличается от традиционной структуры порового пространства продуктивных терригенных коллекторов.

По мнению А. Е. Лукина и О. М. Гарипова (1994 г.), это является наглядным подтверждением ведущей роли высоконапорных (активное выщелачивание за счет прокачивания больших объёмов воды) и высокоэнтальпийных (развитие метасоматоза) растворов в формировании нефтенасыщенных коллекторов шеркалинской пачки. Р. А. Абдуллин (1991 г.) относит их к категории вторичных суперколлекторов.

Возникает вопрос: откуда взяться такому количеству воды в глубоко захоронённых осадочных толщах, чтобы сформировать вторичные суперколлекторы по песчаникам и гравелитам? В. И. Дюнин (2000 г.) справедливо считает, что инфильтрационные и элизионные процессы, сопровождающие литогенез погружения с его кондуктивным теплопереносом, не в состоянии с этим справиться. Поэтому он, как А. Е. Лукин и О. М. Гарипов (1994 г.), утверждает, что в условиях Западной Сибири такая вода имеет глубинный (мантийный) источник. Однако это противоречит изотопным и геохимическим наблюдениям, проведённым в областях с различными геодинамическими режимами. Так, например, доля магматических флюидов в водном балансе современных островодужных гидротермальных систем (Курилы, Камчатка) обычно не превышает 10% (В. И. Кононов, 1983 г.). Что касается рифтогенных обстановок (Западная Сибирь), то там мантийные расплавы вообще являются практически «сухими» в отношении воды (О. Г. Сорохтин, 1979 г.). Из летучих здесь отмечаются, главным образом, углекислый газ, инертные газы, метан, водород.

В последнее время, как уже говорилось, наблюдается всё больше данных о том, что в седиментационных бассейнах с погребённым континентальным рифтом (Западная Сибирь) тектоническая активизация сопровождалась появлением глубинных тепловых потоков (флюидов).

Они лежат в основе конвективного теплопереноса, который проявлялся в резком возрастании температуры и протекал в режиме пульсирующего бокового и гравитационного давления на фоне кондуктивного теплопереноса (А. В. Коробов, Л. А. Коробова, 2011 г.).

Если в осадочных породах находились минералы, содержащие воду, одним из следствий воздействия на них горячих флюидов в обстановке меняющегося давления является их обезвоживание. Условия отделения воды, прежде всего при конвективном теплопереносе, и возможное её присутствие уже в несвязанном состоянии в порах, кавернах и микротрещинах пород представляют значительный интерес для понимания природы наложенных, в частности гидротермально-метасоматических, процессов, протекающих в глубоко захоронённых осадочных толщах. В первую очередь, это относится к глинистым минералам, среди которых наибольшего внимания заслуживают монтмориллониты, отличающиеся повышенным содержанием межслоевой воды. Поэтому необходимо знать, при каких температурах и при каком режиме давления происходит обезвоживание данных глин, как освободившаяся вода участвует в гидротермально-метасоматических процессах и миграции нефти? Этим вопросам и посвящена настоящая статья.

Дегидратация глин и развитие гидротермального процесса

Вода в глинах находится в физически и химически связанном состоянии. При рассмотрении процесса обезвоживания глин установлено, что он проходит две основные стадии. Первая диагенетическая стадия (удаление физически связанной седиментационной воды) весьма существенно отличается от второй, представляющей собой освобождение химически связанной (межслоевой) воды.

На первой стадии дегидратация глин происходит более или менее равномерно, постепенно уменьшаясь в соответствии с сокращением суммарного объёма пор при погружении. Усиление или ослабление этого процесса определяется скоростью накопления вышележащих осадков. Механизм отжима седиментационной воды у большинства геологов разногласий не вызывает. При этом некоторые специалисты (В. М. Матуевич, И. Н. Ушатицкий, А. В. Рыльков и др., 2008 г.); придают первой стадии дегидратации исключительное значение. Они считают, что наиболее масштабное перераспределение вещества и аутигенное минералообразование происходят именно из-за отжимаемых из глин в песчаники седиментационных вод со всеми их компонентами, включая углеводороды (УВ).

Вторая стадия дегидратации касается воды, химически связанной с глинистыми минералами.



Она остаётся в глинах при минимальной пористости, а её высвобождение происходит позднее – при переходе одних глинистых минералов в другие (В. Н. Холодов, 2006 г.; М. С. Powers, 1959 г., 1967 г.). Громадную роль в реализации второй стадии дегидратации и появлении в свободном состоянии межслоевой (теперь уже возрождённой или петрогенной) воды играет трансформация монтмориллонита (смектита) в гидрослюду (иллит). Этот процесс обычно протекает при температурах 150–200°C и очень показателен для рифтогенных седиментационных бассейнов. На это необходимо обратить особое внимание, так как среди породообразующих глинистых минералов мезозойских отложений Западной Сибири отмечается чрезвычайно широкое распространение монтмориллонита и смешаннослойных образований гидрослюдисто-монтмориллонитового ряда (М. Ф. Воскресенская, Г. В. Лебедева, 1971 г.). Существует несколько взглядов на причину освобождения связанной межслоевой воды при иллитизации смектитов. Главным фактором во всех случаях является температура. Однако достижение ее оптимальных значений различные ученые связывают с неодинаковыми геодинамическими обстановками бассейнов седиментации.

Одна группа исследователей (М. С. Powers, 1959 г., 1967 г., В. Н. Холодов, 2006 г.) придерживается мнения, что процесс может быть реализован лишь на определённых глубинах, где существуют необходимые для этого температуры, определяемые геотермическим градиентом. Сказанное относится, в первую очередь, к обстановкам платформенных впадин, не осложнённых рифтогенезом.

Другие геологи (Н. И. Хитаров, В. А. Пучин, 1966 г.; А. А. Махнач, 1989 г.) считают, что гидрослюдизация смектитов может протекать в широком диапазоне глубин в зависимости от различных механизмов прогрева недр.

Некоторые специалисты (К. А. Аникеев, А. Я. Введенская, 1975 г.; П. Н. Кропоткин, Б. М. Валяев, 1976 г.; А. Д. Коробов, Л. А. Коробова, 2011 г.) связывают высвобождение петрогенной воды с подтоком в осадочный чехол высокотемпературных эндогенных флюидов, происходящим в режиме высокой сейсмической активности. Участие этих факторов в преобразовании пород чехла знаменует особую обстановку, которую, с нашей точки зрения, можно отнести к режиму флюидного литогенеза. Последний типичен для рифтогенных осадочных бассейнов и, в первую очередь, Западной Сибири (А. Д. Коробов, Л. А. Коробова, 2011 г.). Время начала и завершения гидрослюдизации монтмориллонита (т. е. скорость отделения петрогенной воды) находилось в прямой зависимости не только от температуры – важнейшего фактора конверсионного процесса, – но и от динамики изменения (нарастания-падения) давления. Причём природа последнего при изменении глинистых минералов роли не игра-

ет. Давление может иметь как гравитационный (литогенез погружения), так и тектонический (знакопеременный тангенциальный) характер, вызывающий пульсирующий стресс. Сказанное имеет экспериментальное подтверждение.

Так, результаты исследований Н. И. Хитарова и В. А. Пугина (1966 г.) совпадают с выводом Р. Э. Грима (1967 г.), что только с потерей межслоевой воды монтмориллонит, поглощая калий, превращается в гидрослюду. Эти данные говорят о том, что падение давления (при одной и той же температуре), вызванное уменьшением объёма вещества при трансформации смектита в иллит, сопровождается появлением петрогенной воды. Интенсивность её удаления за пределы пластовой системы, в свою очередь, увеличивает скорость превращения монтмориллонита в гидрослюду.

Режим пульсирующего бокового давления в тектонически напряжённых зонах значительно оптимизирует эти условия. Чем быстрее вода будет удаляться в момент сжатия, тем скорее её место начнут занимать новые порции освобождённой межслоевой воды в момент растяжения. Продолжаться это, видимо, будет до тех пор, пока монтмориллонит полностью не трансформируется в гидрослюду.

Находящаяся в связанном состоянии в смектите вода имеет удельный объём порядка 0,7 см³/г. Превращаясь в иллит, монтмориллонит освобождает связанную воду, и её объём может увеличиваться до 40% (Н. А. Минский, 1975 г.). Следовательно, падение давления даёт возможность отделяться и расширяться связанной воде. Причём стремительное повышение температуры (конвективный теплоперенос) и резкий перепад давления (пульсирующий стресс) могут вызвать скачкообразную гидрослюдизацию смектитов и взрывной (за счёт увеличения объёма) характер поступления петрогенной воды в коллектор или в общий водный баланс артезианских структур. Сказанное приводит к экзотермическому эффекту резкого нарастания пластового давления вследствие увеличения удельного объёма высвобождающейся межслоевой воды (если затруднён её отток) и конденсации (уплотнения) глинистых частиц после оттока межслоевой воды. При этом выделяющегося тепла достаточно не только для восполнения тепловой энергии, затраченной на дегидратацию, но и для нагрева осадочной толщи, в которой происходила гидрослюдизация монтмориллонита (Н. В. Белов и др., 1971; И. Д. Зхус, В. В. Бахтин, 1979 г.). Следовательно, конвективный теплоперенос в совокупности с дополнительным саморазогревом пород заметно ускорял освобождение связанной воды и формирование гидротермальных систем на больших глубинах.

В этой связи достаточно вспомнить, что количество воды, выделившейся при гидрослюдизации, составляет 10–15% от исходной влажности глинистого ила. Согласно расчётным



данным (В. Н. Холодов, 2006 г.), при этом из 1 м³ монтмориллонитовой глины может высвободиться от 230 до 350 кг воды. Однако серьёзных геологических последствий в таких случаях можно ожидать лишь тогда, когда в поле конвективного теплопереноса окажутся крупные скопления монтмориллонитовых глин. К таким объектам, в первую очередь, необходимо отнести Красноленинский свод, где в период структурной перестройки находилась геодинамическая аномалия Западно-Сибирской плиты (И. С. Грамберг и др., 1995 г.; В. Г. Криночкин и др., 2010 г.), характеризующаяся интенсивным пульсирующим стрессом (А. Д. Коробов, Л. А. Коробова, 2011).

Другой отличительной особенностью Красноленинского свода является залегающая там фроловская свита (К₁неоком) морского происхождения. Она почти исключительно глинистая (менее 10% песчано-алевритовых прослоев), первоначально обладала смектитовым составом (Г. П. Евсеев, 1971 г.; М. Ф. Воскресенская, Г. В. Лебедева, 1971 г.). Её мощность 527–625 м. Аналогичное геологическое строение имеет и примыкающая с востока Красноленинской области Фроловская НГО. Район Красноленинской и Фроловской нефтегазоносная область (НГО) характеризуется наличием единой «сквозной зоны», в границах которой формировалась максимально закрытая геоплюидная система (так называемый «фроловский барьер»). Во Фроловской впадине толщины глинистых отложений максимальны по всему разрезу, что особым образом выделяет её на территории Западно-Сибирской плиты (В. И. Дюнин, 2000 г.; Г. П. Евсеев, 1971 г.).

В пределах Красноленинского свода верхнеюрско-нижнемеловые отложения сложены породами фроловской и подстилающей баженовской свит (Б. А. Лебедев и др., 1976 г.), которые, как отмечалось, первоначально имели преимущественно смектитовый состав. Однако в силу интенсивных гидротермальных наложенных процессов мощные скопления монтмориллонита на этой территории претерпели глубокие изменения. В настоящее время по всему разрезу преобладают аутигенные гидрослюда и в меньшем количестве смешаннослойные гидрослюдисто-смектитовые образования с низким содержанием набухающих пакетов (Б. А. Лебедев и др., 1968 г.; Л. Ю. Аргентовский и др., 1968 г.). На отдельных участках в заметных количествах присутствует каолинит (диккит).

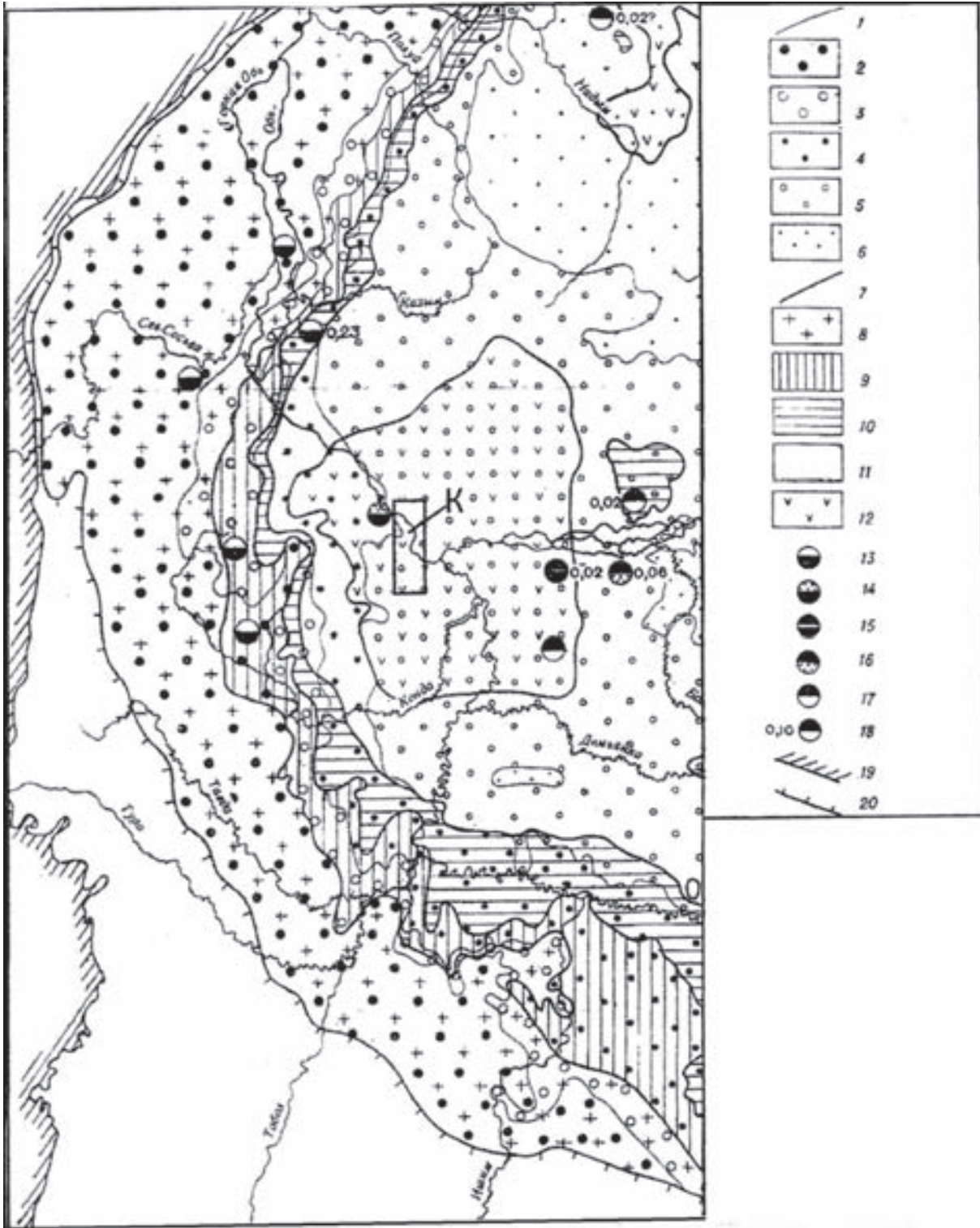
Во многом схожая картина наблюдается в средне- и нижнеюрских продуктивных коллекторах (пласты ЮК₂₋₉ и ЮК₁₀₋₁₁ соответственно) Талинского месторождения. Там в разнотекстурированных и грубообломочных терригенных породах шеркалинского горизонта, разбитых трещинами, оперяющимися разломы, фиксируются смешаннослойные иллит-смектитовые образования и гидрослюда, которые являются вторыми по распространённости эпигенетическими глинистыми

минералами после каолинита и диккита. Кроме того, в коллекторах отмечается аутигенный адуляр (М. Ю. Зубков, 2013 г.). Вторичное минералообразование сопряжено с циркуляцией горячих калийсодержащих (за счет разрушения терригенных калиевых минералов) вод по проницаемым направлениям.

Высокая подвижность преобразующих гидротерм на Талинском месторождении (Красноленинский свод) была обусловлена большим количеством (свыше 80) разновозрастных разрывных нарушений, секущих породы фундамента и осадочного чехла, включая верхнеюрско-нижнемеловые отложения, первоначально сложенные морскими монтмориллонитовыми глинами (Г. П. Евсеев, 1971 г.). В направлении от центра геодинамической аномалии к её периферии количество разрывных нарушений и степень гидротермальной переработки пород убывают. Это привело к горизонтальной метасоматической зональности, которая сформировалась по верхнеюрско-нижнемеловым смектитовым породам (рисунок). На Красноленинском своде – «эпицентре» гидротермально-метасоматических преобразований – породы фроловской свиты, как уже отмечалось, в настоящее время представлены гидрослюдой и гидрослюдисто-смектитовыми смешаннослойными образованиями с низким содержанием набухающих (смектитовых) пакетов. Это же касается и верхнеюрских отложений.

По мере удаления от Красноленинского свода в западном, южном и северном направлениях и ослабления гидротермальной переработки Г. В. Лебедевой и её коллегами выделено три последовательные зоны, в которых в аутигенных смешаннослойных образованиях закономерно нарастает количество смектитовых и сокращается число гидрослюдистых пакетов. Наконец, в самой периферийной зоне, где гидротермально-метасоматические процессы, скорее всего, проявлены не были, монтмориллонит в верхнеюрских и в нижнемеловых отложениях является единственным глинистым аллотигенным минералом (Б. А. Лебедев и др., 1976 г.). Дополнительным подтверждением того, что горизонтальная зональность обусловлена интенсивностью эпигенетических изменений служат данные (Л. Ю. Аргентовский и др., 1968 г.; Г. П. Евсеев, 1971 г.), согласно которым источники обломочного материала в Среднем Приобье в неокоме оставались единственными.

При рассмотрении метасоматической зональности в вышеупомянутых породах Западной Сибири возникает закономерный вопрос: как же быть с экранирующей способностью смектитовых глин? Чтобы ответить на него, необходимо вспомнить, что водоупорным (флюидоупорным) монтмориллонит является лишь при его обводнении в условиях низких температур (S. V. Westsik, H. E. Hodges, 1983 г.), когда давление набухания достигает 2 кг/см² (Л. П. Шмелёв, 1975 г.) и практически исключает движение растворов. В



Фрагмент схематической карты эпигенетической зональности глинистых пород из верхнеюрско-нижнемеловой региональной покрывки (сост. Г. В. Лебедева, Б. А. Лебедев, Т. Д. Веренинова, Г. П. Евсеев, О. Н. Яковлев); зоны, выделенные по физическим свойствам глинистых пород: 1 – границы зон; 2 – только набухающих и пластичных глин; 3 – набухающих и пластичных глин в верхней части покрывки, уплотненных глин – в нижней; 4 – только уплотненных глин; 5 – уплотненных глин в верхней части покрывки, аргиллитоподобных глин – в нижней; 6 – только аргиллитоподобных глин; зоны, выделенные по минеральному составу глинистых пород: 7 – границы зон; набухающие минералы представлены: 8 – монтмориллонитом и в верхнеюрских и в нижнемеловых отложениях, 9 – монтмориллонитом в верхнеюрских, монтмориллонитом и смешаннослойными с высоким содержанием набу-



хающих компонентов в нижнемеловых отложениях, 10 – смешаннослойными с высоким содержанием набухающих компонентов в верхнеюрских, смешаннослойными как с высоким, так и низким содержанием набухающих компонентов в нижнемеловых отложениях; 11 – смешаннослойными как с высоким, так и низким содержанием набухающих компонентов в верхнеюрских, смешаннослойными с низким содержанием набухающих компонентов в нижнемеловых отложениях, 12 – смешаннослойными с низким содержанием набухающих компонентов и в верхнеюрских и в нижнемеловых отложениях; распределение нефтяных и газовых залежей относительно верхнеюрско-нижнемеловой региональной покрывки: 13 – только ниже покрывки; 14 – в основном ниже покрывки, но встречаются и выше ее; 15 – и выше и ниже покрывки; 16 – в основном выше покрывки, но встречаются и ниже ее; 17 – только выше покрывки; 18 – цифра рядом с кружком определяет разницу в величинах Са/С1 в водах ниже и выше верхнеюрско-нижнемеловой региональной покрывки; 19 – граница Западно-Сибирского бассейна; 20 – граница распространения верхнеюрско-нижнемеловой региональной покрывки; К – район Красноленинского свода

гидротермальных же системах картина радикально меняется.

По данным И. А. Бриллинга (1977 г.), проницаемость монтмориллонитового образца при увеличении температуры от 20 до 80°C возрастает более чем на два порядка. При росте температуры от 20 до 90°C коэффициент проницаемости для каолинита увеличивается в 3–5 раз, а для монтмориллонита – на порядок и более. Рост проницаемости глин с увеличением температуры обусловлен разрушением (освобождением) связанной воды. По мере роста температуры всё больший объём жидкости будет переходить в свободное состояние, увеличивая, тем самым, эффективную пористость породы. Более значительный эффект влияния температуры на изменение проницаемости, отмеченный в смектитовых глинах, объясняется, как уже говорилось, их повышенным содержанием межслоевой воды. В результате относительный объём выделяемой в свободное состояние связанной воды в этих глинах будет значительно выше, чем, например, в каолинитовых. Соответственно в монтмориллонитовых глинах выше диапазон изменения проницаемости под влиянием температуры, чем в каолинитах (В. М. Гольдберг, Н. П. Скворцов, 1980 г.).

Заметное возрастание проницаемости глин в условиях высоких температур позволяет В. М. Гольдбергу и Н. П. Скворцову говорить о значительном увеличении конвективной составляющей вертикального движения подземных вод в глубоких водоносных горизонтах. Исчезновение естественных преград на пути конвективного теплопереноса обеспечивало его распространение по всему разрезу осадочного чехла Западной Сибири, включая породы баженовской и фроловской свит.

В других случаях, когда отсутствует конвективный теплоперенос и прогрев осадочных толщ осуществляется за счёт теплопроводности пород (кондуктивный теплоперенос), происходят последовательные постепенные изменения, характеризующие литогенез погружения. При этом имеет место растянутый на сотни миллионов лет элизионный процесс. Под последним В. И. Дюнин (2000 г.) понимает восходящую миграцию поровых и петрогенных вод, доля которых в общем водном балансе артезианских (нефтегазоносных) структур чрезвычайно мала.

Появление петрогенной воды в геологической среде имеет два важных следствия. Во-первых, она ответственна за первичную миграцию микронейфти. Во-вторых, эта вода воздействует на осадочные толщи (коллекторы) и влияет на их фильтрационно-ёмкостные характеристики. Рассмотрим каждый из этих аспектов применительно к обстановкам конвективного (рифтогенные бассейны седиментации) и кондуктивного (платформенные впадины, не осложнённые рифтогенезом) теплопереноса.

Гидротермальный процесс и первичная миграция нефти в рифтогенных седиментационных бассейнах

Установлено (О. К. Баженова и др., 2000 г.), что резкий импульс высвобождения петрогенной воды является «спусковым крючком» начала главной фазы массовой генерации и эмиграции жидких углеводородов. В этот период в процессе гидрослюдизации монтмориллонит теряет основной объём (50–70%) набухающих слоёв (И. Д. Зхус, В. В. Бахтин 1979 г.). В пределах Красноленинского свода такое происходит, в частности, с породами баженовской свиты – существенно глинистыми, первоначально смектитовыми отложениями, насыщенными сапропелевым органическим веществом. В период тектонической активизации они испытывали прогрев до 250–300°C (Т. А. Федорова, Р. А. Бочко, 1991 г.). Это вызвало параллельное развитие двух процессов: образование углеводородов и трансформацию монтмориллонита в гидрослюду. Как известно, суть гидрослюдизации, происходящей при температуре более 150°C, заключается в жёстком связывании трёхслойных смектитовых пакетов ионами калия. Калий поступал в растворы в результате гидротермального разрушения слюд и калиевых полевых шпатов (Б. А. Лебедев и др., 1976 г.). При этом новообразованные битумоиды концентрировались почти исключительно в межпакетных промежутках смектитов, которые, в свою очередь, замещались гидрослюдой. Органическое вещество и вновь возникающие углеводороды тормозили трансформацию монтмориллонита в гидрослюду. Однако, учитывая температуры (>200°C), которые достигались на отдельных участках во время тектоно-гидротермальной активизации,



можно говорить о высокой степени слюдизации не только монтмориллонита, но и каолинита при содержании в растворах достаточного количества калия. Это имело исключительное значение при формировании продуктивности битуминозных глинистых отложений.

Т. В. Дорофеева и С. Г. Краснов (1983 г.) считают, что гидрослюдизация является тем необходимым этапом преобразования пород баженовской свиты, без которого невозможны возникновение и улучшение коллекторских свойств. В смешаннослойных минералах с высокой долей набухающих пакетов (слабая степень гидрослюдизации монтмориллонита) битумоиды размещаются в основном в межслоевых промежутках. Они химически связаны со структурой смектитов и дают прочные глинисто-органические комплексы, чего нельзя сказать о гидрослюдах. Поэтому с нарастанием процесса гидрослюдизации всё большее количество возникающих битумоидов переходят в несвязанное с породой состояние. Следовательно, чем выше была температура прогрева пород под действием горячих обогащённых K^+ растворов, тем больше могло образоваться УВ, способных при благоприятных условиях к эмиграции из пласта.

Гидротермальные растворы переменного состава рождаются в глинах и периодически удаляются за пределы материнских толщ. При этом если отжигание седиментационных вод носит постепенный и длительный характер, то петрогенные воды поступают в водоносные горизонты скачкообразно, подчиняясь ритму пульсирующего стресса. Смектитовые глины в таких случаях приобретают функцию своеобразных компрессоров в возникающих природных тектонических насосах (А. Д. Коробов, Л. А. Коробова, 2011 г.). Сжимаясь и уплотняясь под действием возрастающего бокового давления, они периодически «сбрасывают» образующиеся в них газоводные растворы в участки относительно низких давлений – в зоны тектонических разломов и оперяющей их трещиноватости или в жёсткие пласты-коллекторы, как, например, в песчаники и гравелиты шеркалинской пачки Талинского месторождения.

Возникает вопрос: когда это могло происходить? Установлено, что в течение мезозоя активизация Западно-Сибирской плиты возобновлялась неоднократно. В частности, она имела место в средней юре (180–160 млн. лет), раннем мелу (неогене 145–120 млн. лет) и позднем мелу – раннем палеогене (100–60 млн. лет) (Ю. Н. Фёдоров и др., 2004). Из этого следует, что породы баженовской свиты (верхняя юра) переживали две (раннемеловую и позднемеловую – раннепалеогеновую), а фроловской (нижний мел) – лишь одну (позднемеловую – раннепалеогеновую) стадию тектонической активизации. Учитывая значительно большую мощность и обогащённость монтмориллонитом пород фроловской свиты по сравнению с баженовской в пределах Красноленинского свода,

необходимо считать основным поставщиком петрогенной воды на данной территории смектиты фроловской свиты. А раз так, то структурная перестройка, протекавшая 60–100 млн лет тому назад, была наиболее значимой для формирования гидротермальных систем исследуемого района.

Доказано (А. Д. Коробов, Л. А. Коробова, 2011 г.), что на Талинском месторождении (Красноленинский свод) существовало два этапа тектоно-гидротермальной активизации (ранний и поздний), различающихся по своей интенсивности и характеру минерагенеза. Поэтому в условиях Красноленинского свода на ранних этапах позднемеловой – раннепалеогеновой активизации, когда монтмориллонитовых глин в породах баженовской и фроловской свит оставалось ещё огромное количество, а пульсирующее боковое давление протекало в обстановке высокой тектонической напряжённости (часто повторяющийся характер стресса), «сбрасывание» больших масс возрождённой воды в пластовую систему, скорее всего, носило лавинообразный характер. Значительная растворяющая способность самой петрогенной воды, обогащённость её угольной и в меньшей степени серной кислотами (Т. А. Федорова, Р. А. Бочко, 1991 г.), а также очень высокая гидродинамика – всё это приводило к ультракислотному выщелачиванию пород, по которым циркулировали горячие растворы. Поэтому в зонах разрывных нарушений и оперяющей трещиноватости, захватившей наиболее проницаемые толщи – крупнозернистые песчаники и гравелиты пластов ЮК₁₀₋₁₁, – сформировались вторичные суперколлекторы, сложенные, главным образом, кварцем и опалом (подчиненное положение).

На некотором удалении от разломов в менее проницаемых породах шеркалинской пачки интенсивность преобразований снижалась, и на ранних стадиях активизации возникали кварц-каолинит-диккитовые и диккит-каолинит-кварцевые метасоматиты. Все вышеперечисленные гидротермально-метасоматические породы, контролируемые разрывными нарушениями и оперяющей трещиноватостью, отнесены нами (А. Д. Коробов, Л. А. Коробова, 2011 г.) к формации вторичных кварцитов.

Поздний этап позднемеловой – раннепалеогеновой активизации в районе Красноленинского свода отличался заметным ослаблением своей интенсивности. При этом превалирующее растворение на раннем этапе сменилось доминирующим минералообразованием на заключительном. Стресс сохранился, но заметно ослаб. Его повторяемость сильно растянулась во времени. Он, видимо, очень плавно нарастал и также плавно ослабевал. Характерной особенностью этого этапа является, в частности, широкое развитие регенерационного кварца. Последний нередко содержит многочисленные включения пузырьков нефти (Ю. П. Казанский и др., 1993 г.), что говорит о появлении её в минералообразующих горячих



водах заключительного этапа структурной перестройки. Исходя из предлагаемой нами модели, именно к этому времени иллитизация смектитов в нефтематеринских породах (баженовская и, не исключено, фроловская свиты) достигает своего максимума и сформировавшиеся нафтиды оказываются в наиболее несвязанном с породой положении, т. е. способными к активной миграции.

В этой связи необходимо напомнить, что пульсирующий стресс, выступавший на Краснотеннинском своде как природный тектонический насос, благоприятствовал быстрой эвакуации микронепти в ловушки (в том числе в суперколлекторы) с помощью возобновляемых порций петрогенной воды, не дав времени углеводородам разрушиться (окислиться).

Элизионный процесс и первичная миграция нефти в платформенных впадинах, не осложненных рифтогенезом

Процессы гидрослюдизации монтмориллонитов в платформенных впадинах, не осложненных рифтогенезом, как и в рифтогенных седиментационных бассейнах, также имели очень большое значение для создания условий активной миграции нефти из материнского пласта. Только осуществлялось это, по В. Н. Холодову (2006 г.), в элизионных системах, где главным движущим фактором вторичных преобразований является уплотнение глин (и отжимание вод) в ходе нисходящих тектонических движений. Трансформация смектита в иллит с высвобождением петрогенной воды, а также рождённых в глинах углеводородов обычно происходит на глубинах 3–4 км. Для того чтобы нефть как самостоятельная фаза пришла в движение (в геостатических условиях), необходимо накопление какого-то минимального её объёма, который бы обладал достаточной энергией, чтобы проложить себе дорогу в водозаполненной пористой среде. Исходя из соображений бассейнового моделирования образования УВ, необходимо накопление определённой критической массы нефти, чтобы она в виде мелких капель могла начать движение, преодолев капиллярное давление и прорвав поверхностную плёнку воды. Только при достижении определённой массы нефти сила всплывания обеспечивает начало движения (О. К. Баженова и др., 2000 г.). Но для этого должно собраться также значительное количество воды, провоцирующее всплывание.

Палеогидрогеологические построения, основанные на доминирующей роли элизионных процессов, предполагают, как отмечалось, преобразование глинистых пород с выделением больших объёмов поровой и кристаллизационной воды. Но этот процесс растянут во времени на сотни миллионов лет и является, по существу, стационарным (В. И. Дюнин, 2000 г.). В этой связи возникает закономерный вопрос: как могут сохраниться в

длительном контакте с водой капельки нефти с их огромной суммарной удельной поверхностью? Ведь даже крупные скопления нефти подвергаются весьма интенсивным изменениям в зоне водо-нефтяного контакта, который имеет небольшую удельную поверхность.

По мнению авторов статьи, это является серьёзным камнем преткновения в концепции осадочно-миграционного нефтеобразования, механизм реализации которого осуществлялся в платформенных впадинах, не осложнённых рифтогенезом. В поисках разрешения данного противоречия надо помнить, что и древние платформы (кратоны) в своей истории нередко переживали тектоническую активизацию, при которой элизионный процесс ускорялся и протекал с участием глубинных источников вещества и тепла. В качестве примера можно привести материалы по восточной части Восточно-Европейской плиты, где В. П. Морозов (2009 г.) обосновал нефтегазопроизводящую динамотермальную стадию развития осадочных (седиментационных) бассейнов. Я. Э. Юдович и М. П. Кетрис (2011 г.) считают, что осадочно-миграционная теория нефтеобразования (Н. Б. Вассоевич, 1986 г.) в свете современных данных вполне валидна, однако ее миграционная составляющая должна быть существенно модернизирована. Поэтому известное высказывание Н. Б. Вассоевича, что «нефть – детище катагенеза», с учетом новых данных о миграции УВ в зонах повышенной проницаемости, по мнению Я. Э. Юдовича и М. П. Кетрис, должно быть изменено: нефть – детище катагенеза осадочных толщ, плюс результат воздействия на них термальных флюидов, могущих существенно осложнять нормально-катагенетическую стадийность нефтегенерации.

Заключение

Проведённый анализ опубликованных и ранее полученных авторами оригинальных материалов позволяет утверждать следующее.

1. В зонах геодинамических аномалий (Краснотеннинский свод) режим пульсирующего стресса при повышенных температурах способствовал скачкообразному высвобождению межслоевой воды из смектитов верхнеюрско-нижнемеловых отложений в процессе их иллитизации. Сопряжено это было, вероятно, с поздне-раннепалеогеновой стадией тектонической активизации Западно-Сибирской плиты.

2. Участки крупных скоплений монтмориллонитовых глин, которые подверглись воздействию конвективного тепломассопереноса, на ранних этапах тектонической активизации, скорее всего, являлись источниками лавинообразного поступления петрогенной воды в общий водный баланс артезианской структуры или в коллектор. Петрогенная вода составляла основу возникающих при этом гидротермальных растворов.



3. Петрогенные горячие воды (гидротермы), обогащенные CO_2 , H_2SO_4 , отличались большой растворяющей способностью, агрессивностью и, циркулируя по породам шеркалинской пачки в режиме высокой гидродинамической активности, образовывали вторичные суперколлекторы.

4. Зарождающиеся в глинах гидротермальные растворы способствовали как преобразованию находящегося там рассеянного органического вещества в углеводороды, так и стремительной эмиграции УВ из материнских пород.

УДК 624.131

ОЦЕНКА КРИТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ФОРМОЙ ТЕХНОГЕННОГО РЕЛЬЕФА

Т. И. Кравченко, В. В. Филатов

Владимирский государственный университет
E-mail: tatyana.ttkachenko@yandex.ru

Статья посвящена решению плоской задачи об оценке критического усилия, возникающего в слоисто-горизонтальной модели слабой грунтовой среды под действием внешней нагрузки, эпюра которой имеет вид симметричной комбинированной треугольной и полубесконечной нагрузки.

Ключевые слова: модель грунтовой среды, симметричная нагрузка, эпюра внешней нагрузки, критическое давление.

Assessment of Critical Loads due to the Negative Form of Technogenic Relief

T. I. Kravchenko, V. V. Filatov

The article is devoted to the plane problem of appraisal critical effort, appearing in a flaky- horizontals model of a weak grunt environment under the influence of loading, the kind of which has a form of an symmetrical triangular and semi-infinite combined load.

Key words: model of soil medium, symmetrical load, plot external loads, critical pressure.

DOI: 10.18500/1819-7663-2015-15-4-44-48

При строительстве различных сооружений перемещаются значительные массы грунта, из которого формируется техногенный рельеф. Под действием веса грунта происходит изменение естественного напряжённого состояния нижележащей грунтовой среды. Поэтому возникает необходимость оценки критического давления, которое может выдержать данная среда.

В [1–3] решена задача об оценке критического усилия в модели грунтовой среды в виде однородного, тяжёлого, упругого полупространства под действием внешней нагрузки, приложенной к полупространству, эпюра которой представляет собой прямоугольный треугольник.

5. Ускоренная первичная миграция нефти, исключая её окисление и предполагающая формирование промышленных залежей, может быть связана, прежде всего, с этапами тектоно-гидротермальной активизации осадочных бассейнов независимо от того являются ли они рифтогенными или не осложненными рифтогенезом.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках базовой части темы «Геология» (код проекта 1582, гос. регистрация № 1140304447).



В настоящей работе рассмотрено решение аналогичной задачи. Но модель грунтовой среды представлена двумя плоско-параллельными слоями, лежащими на поверхности полупространства (рис. 1). Внешняя нагрузка имитирует отрицательную форму техногенного рельефа в виде равнобокой трапеции. В этом случае напряжение в любой точке $M(x, z)$ модели будет определяться весом плоско-параллельных слоёв, полупространства $\sigma_x^0 = \sigma_z^0 = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 [z - (h_1 + h_2)]$ и влиянием нагрузки P , где σ_x^0 и σ_z^0 – начальные составляющие напряжения, $\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 [z - (h_1 + h_2)]$ – давление от собственного веса слоёв грунта с учётом водонасыщенного слоя до уровня z .

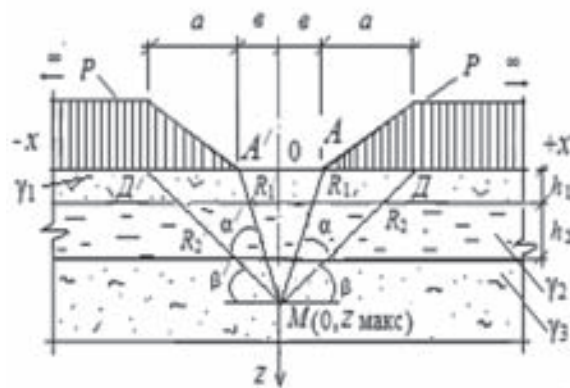


Рис. 1. Модель грунтовой среды и эпюра внешней нагрузки

Формулы главных напряжений, обусловленных действием симметричной комбинированной треугольной и полубесконечной нагрузки, имеют следующий вид [4]:



$$\left. \begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{P}{\pi a} \left[a(\beta + \beta') - \varepsilon(\alpha + \alpha') + x(\alpha - \alpha') + z \ln \frac{R_2 R_2'}{R_1 R_1'} \right] + \frac{Pz}{\pi a} \sqrt{\ln^2 \frac{R_2 R_2'}{R_1 R_1'} + (\alpha - \alpha')^2} + \\ &+ \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 [z - (h_1 + h_2)]; \\ \sigma_2 &= \frac{P}{\pi a} \left[a(\beta + \beta') - \varepsilon(\alpha + \alpha') + x(\alpha - \alpha') + z \ln \frac{R_2 R_2'}{R_1 R_1'} \right] - \frac{Pz}{\pi a} \sqrt{\ln^2 \frac{R_2 R_2'}{R_1 R_1'} + (\alpha - \alpha')^2} + \\ &+ \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 [z - (h_1 + h_2)], \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где P – внешняя нагрузки; x, z – координаты точки M ; $\alpha, \alpha', \beta, \beta'$ – углы видимости баз действия нагрузки; R_1, R_1' и R_2, R_2' – расстояния от точки $M(x, z)$ до точек A, D, A', D' баз внешней нагрузки; $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ – объёмный вес плоско-параллельных слоёв и полупространства; h_1, h_2 – мощности плоско-параллельных слоёв; $a = AD, a' = A'D', \varepsilon = OA$ и $\varepsilon' = O'A'$.

Подставим выражения (1) в формулу условия предельного равновесия [5]:

$$\sigma_1 - \sigma_2 = 2 \sin \varphi \left(\frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} + P_e \right), \quad (2)$$

где $P_e = C \operatorname{ctg} \varphi$ – давление связности; C – удельное сцепление связного грунта; φ – угол внутреннего трения грунта; эти характеристики взяты постоянными для полупространства согласно [5].

Получим следующее уравнение:

$$\frac{Pz}{\pi a \sin \varphi} \sqrt{\ln^2 \frac{R_2 R_2'}{R_1 R_1'} + (\alpha - \alpha')^2} - \frac{P}{\pi a} z \ln \frac{R_2 R_2'}{R_1 R_1'} - \gamma_3 z = \frac{P}{\pi a} \left[a(\beta + \beta') - \varepsilon(\alpha + \alpha') + x(\alpha - \alpha') \right] + \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 - \gamma_3 [(h_1 + h_2)] + C \operatorname{ctg} \varphi. \quad (3)$$

Решая уравнение (3) относительно z , получим

$$z = \frac{\left[a(\beta + \beta') - \varepsilon(\alpha + \alpha') + x(\alpha - \alpha') \right] + \frac{\pi a}{P} \{ \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 - \gamma_3 [(h_1 + h_2)] + C \operatorname{ctg} \varphi \}}{0,96 - \sin \varphi \ln \frac{R_2 R_2'}{R_1 R_1'} + \frac{0,4(\alpha - \alpha') - \pi a \gamma_3}{\sin \varphi} - \frac{P}{P}}. \quad (4)$$

Найдём углы видимости $\alpha, \alpha', \beta, \beta'$, при которых $z = z_{\max}$. Для этого продифференцируем уравнение (4) по $\alpha, \alpha', \beta, \beta'$ и приравняем результаты дифференцирования нулю:

$$\alpha = \frac{\pi a \gamma_3 \sin \varphi}{0,4P} - \frac{[(0,96 - \sin \varphi) \ln \frac{R_2 R_2'}{R_1 R_1'} + \alpha']}{0,4}; \quad (5)$$

$$\alpha' = \frac{(0,96 - \sin \varphi) \ln \frac{R_2 R_2'}{R_1 R_1'} - \frac{\pi a \gamma_3 \sin \varphi}{0,4P} + \alpha}{0,4}; \quad (6)$$

$$\beta = \frac{(x - \varepsilon)}{0,4a} \left[0,96 - \sin \varphi \ln \frac{R_2 R_2'}{R_1 R_1'} - \frac{\pi a \gamma_3 \sin \varphi}{P} \right] - \frac{\pi}{P} [\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 - \gamma_3 (h_1 + h_2) + C \operatorname{ctg} \varphi] + \frac{2\alpha' \varepsilon}{a} - \beta'; \quad (7)$$

$$\beta' = \frac{(x + \varepsilon)}{0,4a} \left[(0,96 - \sin \varphi) \ln \frac{R_2 R_2'}{R_1 R_1'} - \frac{\pi a \gamma_3 \sin \varphi}{P} \right] - \frac{\pi}{P} [\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 - \gamma_3 (h_1 + h_2) + C \operatorname{ctg} \varphi] + \frac{2\varepsilon \alpha}{a} - \beta. \quad (8)$$

При найденных значениях углов глубина развития критического усилия z будет равна z_{\max} , следовательно, формула (4) примет вид:

$$z_{\max} = \frac{\left[a(\beta + \beta') - \varepsilon(\alpha + \alpha') + x(\alpha - \alpha') \right] + \frac{\pi a}{P} \{ \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 - \gamma_3 [(h_1 + h_2)] + C \operatorname{ctg} \varphi \}}{0,96 - \sin \varphi \ln \frac{R_2 R_2'}{R_1 R_1'} + \frac{0,4(\alpha - \alpha') - \pi a \gamma_3}{\sin \varphi} - \frac{P}{P}}. \quad (9)$$

Для определения $P_{\text{кр}}$ поставим (9) в формулу [5]:

$$z_{\max} = \frac{0,88PB}{C_z}, \quad (10)$$

где $C_z = E/(1 - \nu^2)$ – коэффициент упругого полу-

пространства; $B = 2(a + \varepsilon)$ база действия нагрузки; ν – коэффициент Пуассона; E – модуль деформации, модули упругости полагаются постоянными для полупространства [6].

После выполненных преобразований, получим квадратное уравнение



$$\frac{1,76P^2}{\sin \varphi} [(0,96 - \sin \varphi) \ln \frac{R_2 R_2'}{R_1 R_1'} + 0,4(\alpha - \alpha')] - P \{ 1,76\pi a \gamma_3 + \frac{C}{a} [a(\beta + \beta') - \varepsilon(\alpha + \alpha') + x(\alpha - \alpha')] \} - \pi C_z [\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 - \gamma_3(h_1 + h_2)] + C \operatorname{ctg} \varphi = 0. \quad (11)$$

Приведём уравнение (11) к следующему виду:

$$MP^2 + NP + L = 0, \quad (12)$$

где $M = \frac{1,76}{\sin \varphi} [(0,96 - \sin \varphi) \ln \frac{R_2 R_2'}{R_1 R_1'} + 0,4(\alpha - \alpha')];$

$$N = -\{ 1,76\pi a \gamma_3 + \frac{C}{a} [a(\beta + \beta') - \varepsilon(\alpha + \alpha') + x(\alpha - \alpha')] \}; \quad (13)$$

$$L = -\pi C_z [\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 - \gamma_3(h_1 + h_2)] + C \operatorname{ctg} \varphi.$$

Решая уравнение (12), получим формулу для вычисления $P_{кр}$:

$$P_{кр} = \frac{N}{2M} \left[\left(1 - \frac{4ML}{N^2} \right)^{\frac{1}{2}} - 1 \right]. \quad (14)$$

Формулы (9) и (14) позволяют вычислять z_{\max} и $P_{кр}$ в полупространстве. В этих формулах z_{\max} и $P_{кр}$ зависят от большого количества физико-механических и геометрических характеристик модели. Придавая им различные значения, можно получить формулы для z_{\max} и $P_{кр}$ для различных вариантов моделей среды и эпюр внешней на-

грузки. Например, при $\varepsilon = 0$, т. е. когда точки А и А' совпадут с 0, эпюра будет иметь другой вид симметричной нагрузки; придавая ширине базы полубесконечной нагрузки определённое конечное значение, можно получить эпюру для симметричной треугольной и ленточной нагрузки; при $h_1 = h_2 = 0$ и ширине базы полубесконечной нагрузки равной нулю получим формулу z_{\max} и $P_{кр}$ для полупространства с различными видами эпюр внешней нагрузки, например, как в [1, 2] для нагрузки в форме прямоугольного треугольника и т. д. Зависимости $P_{кр}$ от удельного веса полупространства γ , удельного сцепления C и угла внутреннего трения φ приведены на рис. 2, а, б. Зависимости глубин развития критического усилия z_{\max} от тех же характеристик приведены на рис. 3 а, б. При расчёте принято $h_1 = h_2 = 0,3$ м, $\gamma_1 = 15,05$ кН/м³, $\gamma_2 = 10,3$ кН/м³, $a = 2$ м, $\varepsilon = 1$ м, коэффициент Пуассона для всех вариантов грунтовой среды $\nu = 0,13$.

Расчёт z_{\max} и $P_{кр}$ выполнялся при различных физико-механических характеристиках полупространства (таблица), соответствующих пластичным супесям.

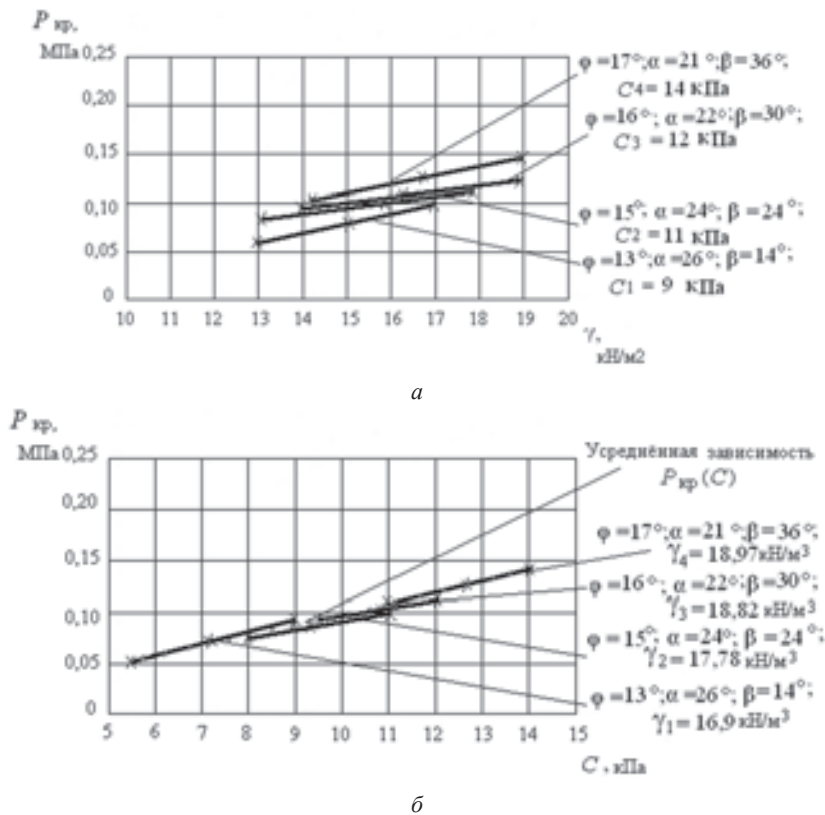


Рис. 2. Зависимость критической нагрузки $P_{кр}$ от удельного веса грунта γ при постоянных значениях удельного сцепления C (а); удельного сцепления грунта C при постоянных значениях удельного веса γ (б)

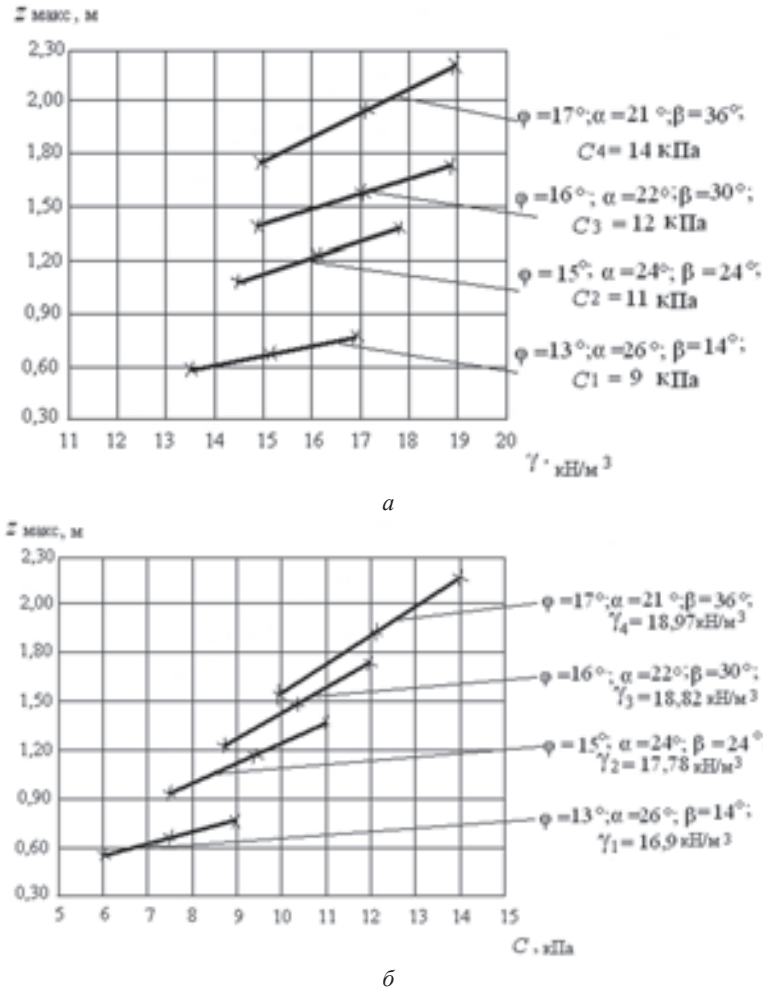


Рис. 3. Зависимость глубины развития критического усилия $z_{\text{макс}}$ от удельного веса грунта γ при постоянных значениях удельного сцепления C (а); удельного сцепления грунта C при постоянных значениях удельного веса γ (б)

Физико-механические показатели модели полупространства

| Супесь пластичная (3-й слой) следующих видов | Удельный вес γ , кН/м ³ | Угол внутреннего трения φ , ° | Удельное сцепление C , кПа | Модуль деформации E , МПа | Максимальная глубина критического усилия $z_{\text{макс}}$, м | Коэффициент упругого полупространства C_z , МПа |
|--|---|---------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--|---|
| 1-й | 16,90 | 13 | 9 | 15,8 | 0,75 | 16,07 |
| 2-й | 17,78 | 15 | 11 | 16,2 | 1,34 | 16,48 |
| 3-й | 18,82 | 16 | 12 | 16,6 | 1,73 | 17,0 |
| 4-й | 18,97 | 17 | 14 | 17,8 | 2,18 | 18,1 |

Из результатов расчётов следует, что:

- зависимости $P_{\text{кр}}$ от физико-механических характеристик полупространства являются квазилинейными, как и для случая, рассмотренного в [1,2];
- с ростом значений физико-механических характеристик происходит увеличение $P_{\text{кр}}$ и $z_{\text{макс}}$;
- точки с координатами $z_{\text{макс}}$, в которых усилие достигают критической величины ($P_{\text{кр}}$), находятся в полупространстве, поскольку всегда $z_{\text{макс}} > h_1 + h_2$;
- для зависимости $P_{\text{кр}}(\gamma)$ увеличение критического усилия происходит не только с ростом γ , но и с увеличением φ и C ; при этом угловой

- коэффициент (угол наклона графиков $P_{\text{кр}}(\gamma)$ к оси абсцисс) увеличивается с ростом φ и C ;
 - для зависимости $P_{\text{кр}}(C)$ увеличение критического усилия происходит в основном только с ростом C ; за счёт увеличения γ и φ критическое усилие изменяется не более чем на 10%; поэтому для всех рассмотренных значений γ и φ можно предложить единую (усреднённую) зависимость $P_{\text{кр}}(C)$.
- Всё это указывает на возрастание несущей способности грунтовой среды, причем значения углов видимости уменьшаются. Линейные зависимости $P_{\text{кр}}$ от φ , γ , C , а позволяют упростить вычисление критических усилий для треугольной



нагрузки. Аналитические зависимости и методика решения плоской задачи были использованы при расчётах на конкретных примерах в строительстве.

Библиографический список

1. Кравченко Т. И. Оценка предельного критического усилия на упруго-пластическую грунтовую среду от действия треугольной нагрузки // Изв. вузов. Горный журнал. 2012. № 5. С. 68–72.
2. Кравченко Т. И. Изучение и оценка предельного напряжённого состояния слабых грунтов оснований инженерных сооружений : дис. ... канд. техн. наук. Екатеринбург, 2013. 131 с.
3. Кравченко Т. И., Филатов В. В. Методика изучения предельного напряжённого состояния слабых грунтов // Материалы II Всесоюз. науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2013. С. 48–50.
4. Маслов Н. Н. Прикладная механика грунтов : учеб.-метод. пособие. М., 1949. 328 с.
5. Цытович Н. А. Механика грунтов : учеб.-метод. пособие. 4-е изд. М., 1983. 281 с.
6. СНиП 2.02.01–83. Основания зданий и сооружений // Строительные нормы и правила. М., 2000. 40 с.

УДК 552.53;553.632+551.247

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕКСТУР И СТРУКТУР КАЛИЙНЫХ, КАЛИЙНО-МАГНИЕВЫХ И МАГНИЕВЫХ СОЛЕЙ В ПРИКАСПИЙСКОМ СОЛЕРОДНОМ БАСЕЙНЕ

Г. А. Московский¹, О. П. Гончаренко¹, С. А. Свидзинский²,
О.-М. А. Радзиевская¹

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

²ООО «ЕвроХим-ВолгаКалий», Котельниково Волгоградской области
E-mail: SvidzinskySA@yandex.ru

Рассмотрена роль факторов, определяющих текстурно-структурные особенности калийных, калийно-магниевого и магниевого солей Прикаспийского солеродного бассейна. Показаны роль сохранения высококонцентрированной рапы в отдельных акваториях бассейна, значение постоянного подтока малосгущенной рапы, процессов высаливания хлористого натрия и хлористого калия, морфологии дна бассейна и влияние двух типов ритмичности седиментации (гало-генного и терригенного) и вторичных минералообразующих процессов. Охарактеризованы основные типы текстур пород.

Ключевые слова: галогенез, заключительные стадии, калийные, калийно-магниевого соли, рапа, текстуры и структуры пород.

Environment of Texture and Structure Formation in Potassium, Potassium-magnesium and Magnesium Salts within the Caspian Halogenic Basin

G. A. Moskovsky, O. P. Goncharenko, S. A. Svidzinsky,
O.-M. A. Radzievskaya

The paper deals with the role of the factors that determine the textural-structural peculiarities of potassium, potassium-magnesium and magnesium salts in the Caspian halogenic basin. Special reference is made to the role of highly concentrated brine preservation in certain basin water areas, importance of constant inflow of low condensed brine, salting-out of sodium and potassium chlorides, basin bottom morphology, the influence of two types of sedimentation rhythmicity (halogenic and terrigenous) and secondary processes of mineral formation. Principal types of rock textures are described.

Key words: halogenesis, final stages, potassium and potassium-magnesium salts, brine, rock structures and textures.

DOI: 10.18500/1819-7663-2015-15-4-48-54

нерных сооружений : дис. ... канд. техн. наук. Екатеринбург, 2013. 131 с.

3. Кравченко Т. И., Филатов В. В. Методика изучения предельного напряжённого состояния слабых грунтов // Материалы II Всесоюз. науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2013. С. 48–50.

4. Маслов Н. Н. Прикладная механика грунтов : учеб.-метод. пособие. М., 1949. 328 с.

5. Цытович Н. А. Механика грунтов : учеб.-метод. пособие. 4-е изд. М., 1983. 281 с.

6. СНиП 2.02.01–83. Основания зданий и сооружений // Строительные нормы и правила. М., 2000. 40 с.



Введение

Сильвиновые (сильвиниты), карналлитовые и бишофитовые породы, являясь продуктами заключительных стадий соленакопления, представляют собой особый вид полезных ископаемых эвапоритового генезиса, используемых для получения многих необходимых народному хозяйству соединений, основными компонентами которых служат калий и магний. Изучению состава, текстурных и структурных характеристик, а также условий формирования этих пород Прикаспия, Верхнекамского месторождения калийных солей и ряда других регионов в той или иной степени посвящены многочисленные работы исследователей. Обобщение всех данных о текстурно-структурных характеристиках этих пород приведено в работах Я. Я. Яржемского [1], В. В. Кольцовой, Я. Я. Яржемского [2], Я. Я. Яржемского с соавторами [3]. Строение и условия формирования бишофитовых пород рассматривалось в работах М. А. Жаркова с соавторами [4], М. Г. Валяшко, И. К. Жеребцовой [5], В. С. Деревягина с соавторами [6], Г. А. Московского с соавтором [7], О. П. Гончаренко [8] и др.

В последующие годы в процессе изучения калийных, калийно-магниевого и магниевого месторождений в основном Северо-Каспийского солеродного бассейна нами был накоплен большой фактический материал [9, 10, 11], значительно дополняющий и расширяющий сведения, содержащиеся в указанных выше работах. Приведенные здесь результаты исследований выполнены при изучении сильвинитов и карналлитовых пород Гремячинского месторождения калийных солей и поисковых участков (Равнинного, Дар-



гановского), в меньшей степени бишофитовых пород Светлоярского месторождения бишофита, карналлитовых пород Озинской солянокупольной структуры, сильвинитов Наримановского месторождения бишофита. При обобщении материалов использованы также результаты, полученные в процессе поисково-разведочных работ на Эльтонском месторождении калийных солей и по керну скважины 1К Краснокутской (северо-западное обрамление Прикаспийской впадины).

Факторы формирования текстур и структур пород заключительных стадий галогенеза

В галогенных породах заключительных стадий галогенеза основными составными частями являются кристаллы и агрегаты кристаллов галита, сильвина, карналлита, бишофита, ангидрита, скопления пелитового материала. В сульфатных калийно-магниевого месторождениях в составе пород появляются каинит, кизерит, полигалит и некоторые другие минералы. В изученных нами сильвинитах и карналлитовых породах часто на небольшом протяжении продуктивных интервалов их текстуры меняются существенно. То же можно сказать и об их структурах. Изменение облика пород (текстур) проявляется как по разрезу, так и по латерали, часто даже в пределах одного стратиграфического уровня (пласта и даже слоя). Резкие изменения текстурно-структурных характеристик вообще характерны для галогенных пород (а для пород заключительных стадий в особенности!) Это является, по всей видимости, следствием способности к перекристаллизации легкорастворимых минералов. Структуры калийных, калийно-магниевого и магниевого пород определяются, прежде всего, степенью идиоморфизма основных компонентов породы, зависящей от последовательности их кристаллизации, закономерностей дорастания (докристаллизации) при диагенезе, а также наличием или отсутствием зональных структур роста, признаков замещения одних минералов другими и ролью терригенных примесей, часто влияющих на размерность растущих кристаллов.

При изучении текстурных и структурных своеобразий калийных (сильвиниты), калийно-магниевого (карналлитовые и каинитовые породы) и магниевого (бишофитовые породы) отложений была использована следующая схема обработки материала:

- документация керна и анализ большеразмерных полированных препаратов-аншлифов;
- анализ текстур пород и структурных взаимоотношений минеральных агрегатов в сканированных изображениях петрографических шлифов, в том числе шлифов большого размера;
- изучение количественных соотношений различных компонентов породы, анализ их микротекстур, структур минералов, очерёдность

времени их образования, а также анализ фазового состава включений в минералах (как закономерных систем, так и различных минеральных и неминеральных примесей).

Основная часть исследований выполнялась с помощью поляризационного микроскопа Axioskop 40 Pol., цифровой камеры-приставки AxioCam MRc 5 и программного обеспечения AxioVision.

При изучении закономерностей состава, текстурно-структурных особенностей отложений заключительных стадий галогенеза возникает вопрос о факторах, определяющих формирование различных типов текстур и отражающихся в структурном облике минеральных агрегатов. Рассмотрим, какие же характеристики морфологии бассейна седиментации, особенности состава и эволюции рапы в нём, а соответственно реализации определённых моделей кристаллизации: криофильной, термофильной с галоклином и др. [11], могли обеспечить те или иные черты строения калие-, магниеносных интервалов галогенных разрезов.

Во-первых, основным фактором, определяющим текстурно-структурный облик калийных, калийно-магниевого и магниевого солей, по нашему мнению, являлось почти постоянное сохранение в седиментационном бассейне слоя рапы высокой концентрации. Во многих случаях устанавливается, что такой слой рапы сохранялся практически в процессе всего периода формирования продуктивных интервалов месторождений. Это подтверждается присутствием кристаллов сильвина или карналлита даже в слоях галит-ангидритового и ангидрит-пелитового состава, имеющих часто текстуру обломочной породы или даже седиментационной брекчии (рис. 1). Отсутствие концентрированной рапы и формирование калийных солей при испарении рапы в поверхностном слое фиксируются кристаллизацией мелких зёрен калийных или калийно-магниевого минералов, «лодочкового» галита с типичной зональной структурой.

Вторым значимым фактором является периодический приток в бассейн седиментации рапы богатой хлористым натрием с содержанием его на уровне середины галитовой стадии при наличии слоя концентрированной рапы (двухслойная модель). Это отражается постоянным присутствием (на всех стадиях, после галитовой) вкрапленности, корок и различной формы скоплений галита высаливания, характеризующегося идиоморфизмом кристаллов. Именно масштабная садка галита высаливания могла обеспечить формирование мономинеральных галититов, подстилающих основной сильвинитовый пласт Гремячинского месторождения [12, 13].

Третьим фактором представляется морфология дна бассейна, которая определяла на отдельных участках акватории временную ликвидацию двухслойности рапы. На влияние



этого фактора в той или иной степени обращали внимание М. Г. Валяшко с соавторами [14], В. И. Копнин [15]. Именно положение слоёв рапы разной концентрации в зависимости от рельефа дна могут определять преобладание садки галита или сильвина.

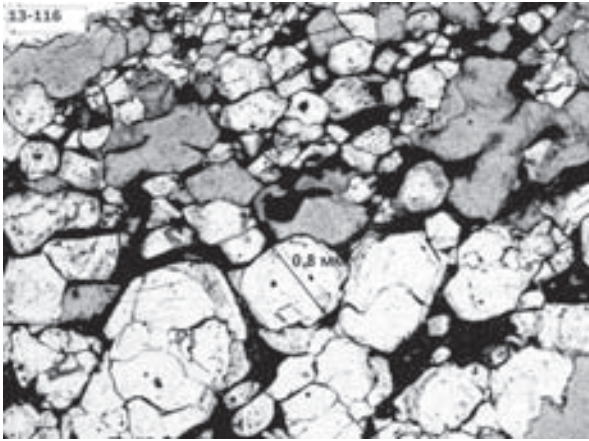


Рис. 1. Галитовый слой с существенным содержанием пелита (чёрное), корродированными кристаллами сильвина (серое); в галите видны следы его окатывания (?) и последующего дорастания. Шлиф без анализатора

Четвёртым фактором является периодическое смещение доминирования в седиментации от порядка растворимости компонентов к способностям высаливать «конкурентов» исходя из их кристаллохимических свойств. Высаливание хлористого натрия хлористым калием описано О. Раупом [16]. На карналлитовой стадии сгущения рапы садка сильвина определялась, видимо, не столько высокой концентрацией ионов калия в рапе, сколько высаливающей ролью ионов магния [12].

Пятым фактором, в той или иной степени суммирующим влияние всех предыдущих, является особенность ритмичности, связанной с изменением условий формирования продуктивных интервалов. В породах заключительных стадий галогенеза устанавливается ритмичность двух генетических типов, определяющих во многом качество полезного ископаемого. Первый тип ритмичности обуславливается самим галогенным процессом и отображается в чередовании пород различных стадий и фаз этого процесса, связан с сезонными колебаниями температур и состава рапы, что выражается в присутствии в сильвинитах закономерных чередований слоёв сильвина или карналлита с прослоями ангидритового, галит-ангидритового состава а также равномерно рассеянного в породе ангидрита. Второй тип ритмичности связан с поступлением ангидрита и пелитового материала извне как терригенных компонентов. Как показали наши исследования на Гремячинском месторождении, в составе нерастворимого остатка сильвинитов существенная роль принадлежит ангидриту

и пелитовому материалу. Ангидрит и пелитовый материал присутствуют в породе в различных соотношениях и слагают слои, линзы, рассеянные скопления, что определяет часто резкое уменьшение размеров кристаллов сильвина в результате существенного увеличения количества центров кристаллизации [7].

Шестым фактором, играющим существенное значение в становлении текстурно-структурных характеристик рассматриваемых образований, являются процессы постседиментационных (вторичных) замещений минералов. Среди вторичных процессов определяющая роль отводится: собирательной перекристаллизации минералов; донной докристаллизации (дорастанию) минералов; замещению одних минералов другими.

Текстуры и структуры калийных, калийно-магниевого и магниевых солей

Текстуры и структуры сильвинитов.

Общая характеристика текстур сильвинитов, приведённая Я. Я. Яржемским с соавторами [3], относится к материалам изучения калийных солей Верхнекамского месторождения, Припятской впадины и ряда других месторождений. Как показано Е. Э. Разумовской [17], А. А. Ивановым и М. Л. Вороновой [18], а позднее В. И. Копниным, Н. Е. Малоштановой [19], Н. М. Джиноридзе с соавторами [20], А. И. Кудряшовым [21] и другими исследователями, преобладающими текстурами сильвинитов Верхнекамского месторождения являются слоистые и полосчатые; массивные разновидности представлены так называемыми «пёстрыми» сильвинитами, генезису которых посвящено большое количество публикаций. Выделение основных текстурных типов сильвинитов на калийных месторождениях диктуется, прежде всего, необходимостью установления наиболее качественных разновидностей, их распределения в разрезах продуктивных пластов и роли нерастворимого остатка (главным образом, ангидрита, галопелита).

Среди всего многообразия пород, слагающих продуктивный сильвинитовый пласт погожской ритмопачки, и калиепроявлений в долиненной и луговой ритмопачках Гремячинского месторождения и поисковых участков Равнинного и Даргановского по составу, типоморфным особенностям и распространению можно выделить три основных промышленных типа слоистых разновидностей сильвинитов, различающихся по составу и текстурно-структурным характеристикам.

1. *Сильвиниты массивные* (в пределах слоёв толщиной 200–500 мм), крупнокристаллические с гипидиоморфнозернистой (гипидиоморфной), реже с гранобластовой структурой и разностями молочно-белыми, красновато-оранжевыми, светло-коричневыми, пятнистыми, содержащими весьма незначительные количества рассеянного



ангидрита и галопелита (рис. 2). С долей условности к этому же типу можно отнести молочно-белые средне-, мелкокристаллические сильвиниты.

2. *Сильвиниты слоистые* мелко-, среднекристаллические, оранжево-красные, коричневые, зеленовато-серые с высоким содержанием как рассеянной пелит-ангидритовой примеси, так и той, что распределяется в породе послойно, отдельными блоками, линзами и полосами.

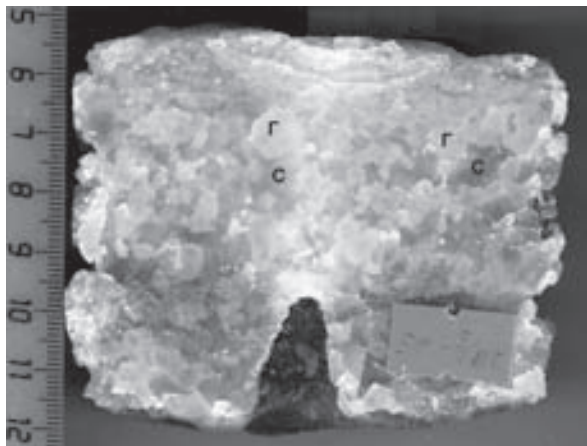


Рис. 2. Аншлиф сильвинита массивной текстуры. Гремячинское месторождение, скв. 28 (г – галит, с – сильвин)

3. *Сильвиниты ритмично-слоистые*, включающие в качестве элементов слоистой серии сильвин крупно-, среднекристаллический молочно-белый и светло-коричневый (первый тип), сильвиниты с повышенным содержанием пелитового материала (второй тип), а также слойки галитового или галит-ангидритового состава (рис. 3). Эти различия сильвинитов отражают, видимо, моменты перехода от доминирования чисто галогенной седиментации к седиментации с существенной ролью терригенного материала, и наоборот.

Кроме указанных выше трёх основных типов сильвинитов, существенно меньшее значение по распространённости имеют следующие различия.

1. *Сильвин-карналлитовые породы* крупнокристаллические, чаще всего молочно-белые, встреченные в ряде интервалов долиной ритмопачки на Даргановском поисковом участке и являющиеся результатом процесса высаливания сильвина в рапе карналлитовой стадии.

2. *Молочно-белый сильвин, имеющий метасоматический генезис по карналлиту*. Образует гнездообразные скопления и даже жильные тела молочно-белых кристаллов, реже светло-оранжевого и даже ярко-красного за счёт плёнок, каёмки и сгустков гидроокислов железа. Встречается в галититах, слоях галит-ангидритового состава.

3. *Молочно-белые сильвиниты массивной текстуры* с вкрапленностью синего галита, внешне аналогичные пестрым сильвинитам Верхнекамского месторождения.

Исходя из приведённых положений, по текстурно-структурным свойствам среди калиеносных пород следует выделять прежде всего слоистые и массивные. Условия формирования таких пород В. И. Копнин [15] связывал с температурным режимом в бассейне (возможность криофильной или термофильной седиментации). Более вероятно, что наибольшее влияние на характер формирования сильвинита оказывали следующие факторы: а) расслоение рапы, меняющееся от однослойной с пониженной концентрацией к двухслойной с различиями в концентрации (с так называемым галоклином) и однослойной с повышенной концентрацией; б) различия в строении дна бассейна; в) масштабы поступления и состав терригенного материала.

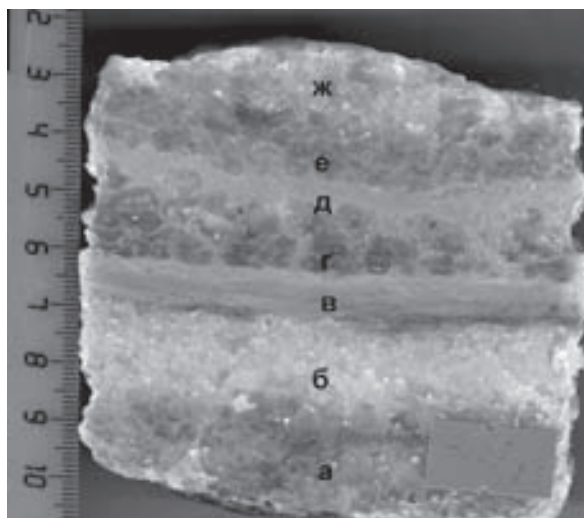


Рис. 3. Аншлиф ритмично-слоистой серии пород: а – сильвинит светло-коричневый, б – сильвинит молочно-белый, в – ангидрит-галитовая тонкослоистая порода, г – сильвинит, аналогичный слою «а», д – ангидрит-галитовая порода, аналогичная слою «в», е – сильвинит, аналогичный слою «а», ж – сильвинит светло-серый. Гремячинское месторождение, скв. 28

Текстуры и структуры карналлитовых пород. Карналлит-галитовые и карналлитовые породы представляют важный элемент разреза заключительных стадий галогенеза практически во всех изученных разрезах галогенных отложений. Эти породы на Гремячинском месторождении не столько сопровождают сильвиниты, сколько предшествуют ему в разрезе [12, 13]. Этот вывод, конечно, не подвергает сомнению последовательность стадий галогенеза, установленную М. Г. Валяшко [22]. Однако такое отступление от общих закономерностей галогенеза обусловлено, во-первых, перераспределением рапы различной стадии сгущения в отдельных акваториях солеродного бассейна и, во-вторых, существенной ролью процессов высаливания галита, приводящее, с одной стороны, к дополнительному накоплению хлорида калия в рапе, с другой – к образованию



галититов с вкрапленностью и жильными телами карналлита и вторичного сильвина.

Карналлиты массивной текстуры. Карналлиты массивной текстуры образуют обычно небольшие линзы в интервалах широкого развития карналлит-галитовых пород а наиболее чистые разности приурочены к подошве бишофитовых залежей или к интервалам солей, отлагавшихся из рапы на границе бишофитовой стадии. В последнем случае они представлены водяно-прозрачными разностями с включением своеобразных включений-овалоидов бишофита.

Карналлитовые породы с линзами, корками галита высаливания, каменная соль с вкрапленностью карналлита. Карналлитовые и карналлит-галитовые образования, как известно, являются самыми распространёнными породами заключительных стадий галогенеза, поэтому проникновение карналлитовой рапы в нижележащий галитовый или галит-ангидритовый осадок с образованием вкрапленности или даже жильных тел карналлита – достаточно обычное явление. Но ещё более существенную роль в образовании карналлит-галитового парагенезиса играет процесс высаливания галита рапой с высоким содержанием магния. Именно с масштабным высаливанием галита связано формирование галитовых корок и линз в карналлитовой породе и толщи галититов, подстилающих сильвинитовый горизонт Гремячинского месторождения.

Наши исследования показали, что карналлит в карналлит-галитовых породах является первично-седиментационным минералом. На это указывают присутствие минералов-узников в галите из карналлит-галитового парагенезиса и состав включений в них [7, 8, 23].

Слоистые карналлит-галитовые породы. Карналлитовые породы слоистой текстуры являются характерными типами калийно-магниевого пород (рис. 4). Они представляют чаще всего чередующиеся слои мелкозернистого карналлита, иногда слагаются агрегатами карналлитовых корок (рис. 5) с обязательными прослоями галита высаливания и линзовидными телами галит-ангидрит-пелитового состава. Нередко интервалы таких пород имеют брекчиевидные текстуры.

Карналлиты в ангидрит-галитовых и ангидрит-галопелитовых породах и жилноподобные тела в галититах. На восточном фланге Гремячинского месторождения, в долиненной ритмопачке встречены ангидрит-карналлитовые породы со значительной примесью пелитового материала. Характерным для этих интервалов является повышенное содержание ионов сульфата, что предопределило появление в парагенезисах полигалита, а иногда кизерита и каинита. Судя по взаимоотношению кристаллов карналлита и галопелита, карналлит начинал кристаллизацию одновременно с накоплением пелит-ангидритового вещества. Нередко в этих интервалах

встречаются ксеноморфные кристаллы молочно-белого шпатового сильвина, образовавшегося по карналлиту.

Текстуры и структуры бишофитовых пород. Особенности текстурно-структурного облика и состава бишофитовых пород рассматривались в работах В. В. Кольцовой [24], В. В. Кольцовой и Я. Я. Яржемского [2] и др. В них отмечалось, что бишофиты представлены массивными и слоистыми разностями. Присутствие в них примесей в виде прослоев ангидрита, карналлита, кизерита приводит к появлению тонкослоистых, брекчиевидных и других разностей. К сожалению, авторами обстоятельно изучены лишь бишофитовые породы Светлоярской структуры (в скв. 4Б) (результаты приводятся ниже). Бишофитовые породы, вскрытые здесь, характеризуются чаще всего разноморфным строением. Бишофит чаще представлен ксеноморфными крупными кристаллами, несколько вытянутым по слоистости, размером до 15–20 мм, но встречаются участки с меньшим размером кристаллов – 5–12 мм. В ассоциации с ним присутствует галит высаливания.

На границах большинства кристаллов бишофита, видимо на стадии раннего диагенеза, сформировались межзерновые каёмки и полости толщиной обычно 0,3–0,5 мм. Они иногда образуют более крупные узлы, особенно в участках скопления идиоморфных кристаллов галита высаливания и даже в прослоях галитита в бишофите. Основой выполнения этих полостей являются мелкие минеральные агрегаты – продукты раскристаллизации остаточной рапы и сгустки гуминового вещества желтоватого цвета в отраженном свете и, видимо, с примесью пелитового материала. Их размер составляет от 1–2 до 3–4 мм! Полости этих трещин заполнены тонкокристаллической массой сложного состава (карналлит+кизерит+бишофит) (рис. 6). В отдельных образцах в сгустках встречаются мельчайшие частицы пирита, а в наиболее крупных из них отмечается примесь окислов железа. Именно эти межзерновые полости дают фон окраски бишофитовой породы в штufe. В приконтактных участках и полостях на фоне крипнокристаллической массы часто просматриваются различные по величине кристаллы карналлита, кизерита а также минерализованные и гумусированные волокна водорослей. Кристаллы бишофита часто имеют вкрапленность мельчайших кристаллов карналлита (размером до 0,024 мм) и гнёзда кизерита, приуроченные к границам двойников бишофита. Последний встречается в бишофите в виде мелких розеток (до 0,04 мм). Возможно, часть пелитового материала представлена окисленными углеводородами. В основании бишофитоносного горизонта мелкие вкрапленники бишофита и карналлита встречаются в галитите, сложенном практически полностью галитом высаливания.

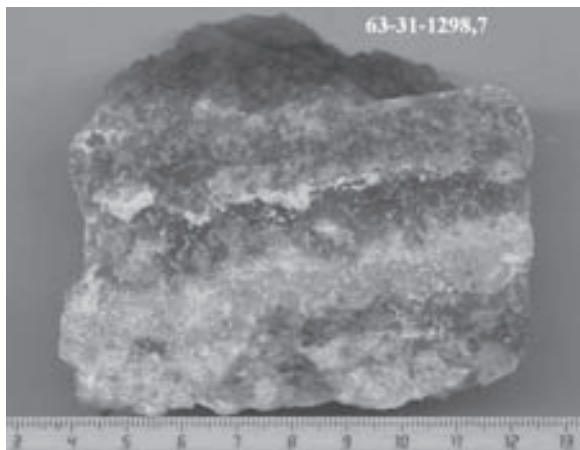


Рис. 4. Аншлиф карналлита слоистой текстуры. Гремячинское месторождение, Дарагновский участок, скв. 63

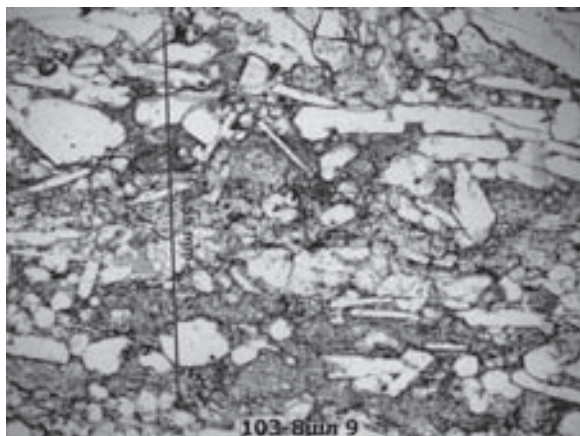


Рис. 5. Карналлитовая порода, сложенная корками карналлита. Перелюбский лицензионный участок, скв. 103. Шлиф, без анализатора

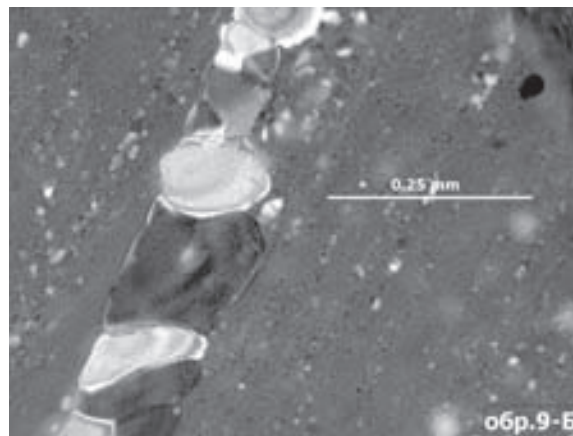


Рис. 6. Полость в кристалле бишофита, выполненная минералами кристаллизовавшиеся из остаточной рапы. Светлоярское месторождение бишофита. Шлиф, с анализатором

Заключение

Приведённый в статье материал относится главным образом к тушиковым участкам Северо-Прикаспийского солеродного бассейна. Он позволяет наметить наиболее значимые факторы, определявшие условия кристаллизации сильвинитов, карналлитовых и бишофитовых пород (а соответственно и причины различий их текстур и структур). Наиболее значимыми из них являются:

- перетоки рапы между отдельными акваториями (суббассейнами) солеродного бассейна и связанная с ними ритмичность галогенеза, в том числе периодически реализующиеся процессы выщелачивания ангидрита, галита, а иногда и сильвина линзами, жилоподобными телами карналлита, а также формирование выдержанных по площади ангидритовых и ангидрит-галитовых прослоев, отражающих временное опреснение рапы;
- волновая деятельность в суббассейнах, приводящая к перемещению не только пелитового материала и рассеянного ангидрита, но и уже отложившегося осадка; с этим явлением связано

образование брекчиевидных текстур сильвинитов, карналлитовых и галит-карналлитовых пород с существенной примесью пелитового материала и ангидрита;

- ритмичность в поступлении терригенного материала, обусловленная, главным образом, эоловым процессом; с поступлением терригенного материала связываются существенно падающая размерность кристаллов, появление плёнок и скоплений гидроокислов железа;
- тип седиментационной модели (однослойной с рапой малой степени сгущения, двухслойной с нижним слоем концентрированной рапы и др.); этим определяются структурные типы кристаллов и агрегатов галита, сильвина, карналлита и бишофита в массивных разностях пород;
- наложение син- и постседиментационных процессов на отложившийся осадок, определяемое положением участка соленакопления (береговая полоса, приподнятый участок дна и др.); процессы, связанные с близостью берега или с приподнятыми участками дна, выражаются в частичном растворении калийных или



калийно-магниевого солей, их избирательной коррозии и замещении карналлита сильвинитом; это определяется также временными опреснениями рапы за счёт воды, отжимаемой из пелита, либо колебаниями уровня верхнего слоя мало-гущённой рапы.

Библиографический список

1. *Яржемский Я. Я.* Калийные и калиеносные галогенные породы. Новосибирск, 1967. 136 с.
2. *Кольцова В. В., Яржемский Я. Я.* Материалы к петрографии пермских соляных отложений некоторых районов Волгоградского Поволжья // Тр. / ВНИИГ. 1969. Вып. 54. С. 80–86.
3. *Яржемский Я. Я., Протопопов А. А., Лобанова В. В.* Атлас структур и текстур галогенных пород СССР. Л., 1974. 231 с.
4. Бишофитовые отложения Приволжской моноклинали / М. А. Жарков, Т. М. Жаркова, Г. А. Мерзляков [и др.]. Особенности строения залежей бишофита и калийных солей. Новосибирск, 1980. Вып. 439. С. 4–32.
5. *Валяшко М. Г., Жеребцова И. К.* Специфика условий формирования отложений заключительных стадий галогенеза // Основные проблемы соленакпления. Новосибирск, 1981. С. 45–48.
6. Бишофиты Нижнего Поволжья / В. С. Деревягин, В. И. Седлецкий, Н. П. Гребенников [и др.]. Ростов н/Д, 1989. 95 с.
7. *Московский Г. А., Гончаренко О. П.* Минералогические показатели эволюции седиментации в калиеносном бассейне Гремячинского месторождения (Приволжская моноклинали) // Геология, география и глобальная энергия. 2012. № 4 (47). С. 55–58.
8. *Гончаренко О. П.* Калиеносность эвапоритовых бассейнов фанерозоя и особенности формирования отложений заключительной стадии галогенеза // Литология и полезные ископаемые. 2006. № 4. С. 422–433.
9. *Свидзинский С. А., Московский Г. А.* Поволжский бишофитоносный бассейн. Саратов, 2004. 104 с.
10. *Свидзинский С. А., Московский Г. А., Петрик А. И.* Геология, полезные ископаемые, перспективы промышленного освоения // Нижнепермская галогенная формация западной части Северного Прикаспия. Саратов, 2011. 280 с.
11. Текстурно-структурные особенности и условия образования калийных, калийно-магниевого и магниевого солей / Г. А. Московский, М. А. Барановская, С. А. Свидзинский [и др.]. Саратов, 2014. 92 с.
12. *Московский Г. А., Гончаренко О. П.* О роли процессов высаливания на заключительных стадиях галогенеза (на примере Гремячинского месторождения калийных солей) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2012. Т. 12, вып. 2. С. 74–78.
13. *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 сильвинитового горизонта // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2013. Т. 13, вып. 1. С. 87–96.
14. Литолого-фациальная зональность в строении пластов калийно-магниевого солей соляных куполов Прикаспия / М. Г. Валяшко, В. И. Борисенков, В. М. Бочаров [и др.] // Литология и геохимия соленосных толщ. Киев, 1980. С. 96–107.
15. *Копнин В. И.* Строение и генезис галитовых аномалий в калиеносных пластах южной части Верхнекамского месторождения калийных солей // Литология и полезные ископаемые. 1995. № 5. С. 500–512.
16. *Раун О.* Смещение рассолов : еще один механизм месторождений осадочных сульфатов и хлоридов // Первый Международный геохимический конгресс : в 4 т. М., 1973. Т. 4, кн. 1. С. 369–396.
17. *Разумовская Е. Э.* Описание соленосной толщи Соликамского месторождения // Тр. / Главное геол.-развед. правление ВСНХ СССР. Вып. 14. М. ; Л., 1931. 43 с.
18. *Иванов А. А., Воронова М. Л.* Верхнекамское месторождение калийных солей // Тр. / ВСЕГЕИ. Нов. сер. Т. 232. 1975. 219 с.
19. *Копнин В. И., Малоштанова Н. Е.* К вопросу о минеральном составе сильвинитовых руд Верхнекамского месторождения // Тр. / ИГиГ СО АН СССР. 1980. Вып. 439. С. 45–47.
20. Петроктонические основы безопасности эксплуатации Верхнекамского месторождения калийно-магниевого солей / Н. М. Джиноридзе, М. Г. Аристархов, А. И. Поликарпов [и др.]. СПб., 2000. 400 с.
21. *Кудряшов А. И.* Верхнекамское месторождение солей. Пермь, 2001. 430 с.
22. Отражение в петромагнетизме закономерностей распределения нерастворимого остатка по разрезу сильвинитового пласта Гремячинского месторождения / Г. А. Московский, А. Ю. Гужиков, М. В. Решетников [и др.] // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2010. Т. 10, вып. 1. С. 54–60.
23. *Петриченко О. И.* Включения в минералах как источник информации об условиях солеобразования // Геология и полезные ископаемые соленосных толщ. Киев, 1974. С. 70–73.
24. *Кольцова В. В.* Петрография, генетические типы разрезов нижнепермских галогенных отложений Волгоградского Поволжья. М., 1974. 133 с. Деп. в ВИНТИ 28.06.73, № 191/74.



УДК [551.21+551.735.1(282.255.32)]

РАННЕКАМЕННОУГОЛЬНЫЙ ВУЛКАНИЗМ НА ЮГО-ВОСТОКЕ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

Я. А. Рихтер¹, А. П. Пронин²

¹ Саратовский государственный университет
E-mail: tyr2760@yahoo.com

² ТОО «Компания Жаһап», г. Атырау, Казахстан
E-mail: kcr@zhahancompany.kz



Проблема палеозойского вулканизма юго-востока Прикаспийской впадины, несмотря на ее актуальность, осталась нерешенной. Полученные авторами результаты наиболее удовлетворительно объясняются с позиций тектоники плит как свидетельства субдукции и последующей коллизии, создавшей юго-восточное обрамление Прикаспийской впадины.

Ключевые слова: вулканогенный флиш, тейфроиды, аккреционная призма, вулканическая серия, субдукция.

The Early Carboniferous Volcanism in the Southeastern Precaspian Depression

Ya.A. Richter, A. P. Pronin

The problem of Paleozoic volcanism in the southeastern Precaspian depression remains unsolved despite its relevance. Obtained by the authors results can be most adequately explained from the plate tectonics standpoint as the evidence of subduction and subsequent collision that created the Precaspian Basin southeastern framing.

Key words: volcanogenic flysch, tephroids, accretionary prism, volcanic series, subduction.

DOI: 10.18500/1819-7663-2015-15-4-55-66

Долгое время само упоминание вулканогенных пород в контексте с геологией Прикаспийской впадины, не говоря уже о признании роли вулканизма в ее геологической истории, многим могло показаться нарочитым и парадоксальным, настолько это не соответствовало принятым представлениям. Тем не менее вулканические породы вовсе не случайны и не экзотичны для этой огромной структуры, они находят свое место в общей картине.

Присутствие вулканических пород среднего-позднего палеозоя на юго-востоке Прикаспийской впадины и прилегающих районах Северного Устюрта и п-ва Бузачи было обнаружено довольно давно при проведении геолого-разведочных работ на нефть и газ [1]. При изучении литологии подсолевых палеозойских отложений на востоке и юго-востоке Прикаспия было отмечено широкое распространение в них примеси пеплового материала, а такие известные исследователи, как Т. И. Гальянова, В. Н. Кривонос, В. В. Липатова, М. М. Файер указали на присутствие в разрезах прослоев пирокластических и вулканогенно-осадочных пород. В 80-е гг. XX в. было установлено заметное участие вулканогенных образований

в составе этих толщ, появились первые специальные работы о них [2, 3]. Позднее знания о них настолько расширились, что их стали учитывать в своих построениях геологи-тектонисты и литологи [4–6], Пилифосов и др., 1997, Пронин и др., 1997. Появились первые попытки объяснения их значения в геологической истории региона, гипотезы о месте и времени протекания вулканических процессов. В последние годы были созданы первые мобилистские модели формирования Прикаспийской впадины, в которых учитывалась роль вулканизма. В частности, вулканиды на юго-востоке впадины были интерпретированы как принадлежность островной вулканической дуги [7].

Однако изучение самих вулканидов было недостаточно глубоким и не шло дальше предварительных заключений, полученные результаты и первые выводы носили предварительный оценочный характер и относились к разнородному, подчас случайному материалу. В то же время необходимость более широкого и внимательного подхода к анализу природы вулканизма на юго-востоке Прикаспийской впадины стала очевидной. Приходится констатировать, что поставленная почти 20 лет тому назад проблема палеозойского вулканизма юга Прикаспийской впадины [8], несмотря на ее актуальность с позиций геодинамики, осталась нерешенной.

Авторы настоящей статьи, обсудив состояние проблемы, решили сделать еще одну попытку приблизиться к ее решению. А. Пронин в ходе многолетних исследований собрал значительный материал по вскрытым бурением вулканогенным породам и выявил некоторые закономерности их распространения. Я. Рихтер, занимавшийся вопросами геодинамики формирования Прикаспийской впадины, а до этого геодинамикой и палеозойским вулканизмом Южного Урала, пришел вслед за Ю. А. Воложем и В. М. Пилифосовым [5] к идее субдукционно-коллизионного происхождения границы Прикаспийской впадины и Устюртского микроконтинента [9]. Результаты исследования нижнекаменноугольных вулканидов посвящена настоящая статья.

В региональном структурно-тектоническом плане территория юго-востока Прикаспийской впадины подразделяется на несколько зон (рис. 1): I – Южно-Эмбинская (Южно-Эмбин-

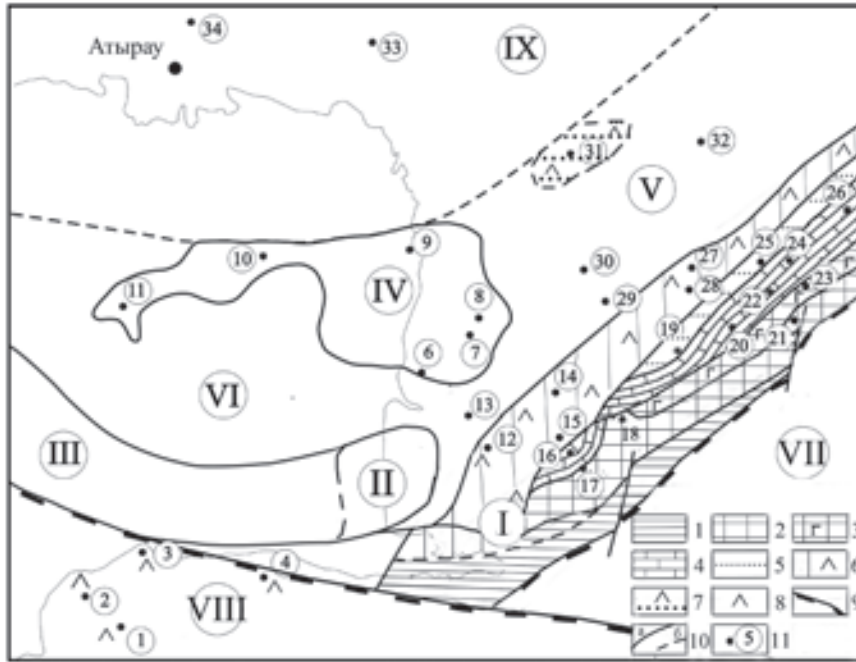


Рис. 1. Структурно-тектоническая схема юго-востока Прикаспийской впадины: Подзоны (тектонические пластины) Южно-Эмбинского поднятия и представленные в них на докунгурском срезе комплексы: 1 – Приустюртская, карбонатно-глинистые относительно глубоководные отложения C_2 - P_1 ; 2 – Мынсуалмасская, карбонатные отложения P_1 , дислоцированные и разбитые сбросами; 3 – Туресайская, грауваквовая флишеидная серия D_3 - C_1 (?); 4 – Южно-Эмбинская, карбонатные отложения C_1v_3 - P_1 («карбонатная платформа»); 5 – Тортайская, терригенные и вулканогенно-осадочные отложения C_1v - s - C_2b ; 6 – Елемес-Равнинная, вулканогенная флишеидная серия C_1v - s (туфы и тефроиды); другие участки развития вулканитов: 7 – район скв. Тюлюс П-1, прослой туфов в карбонатно-терригенных отложениях C_1 ; 8 – Бузачинское поднятие, толща лав и туфов $C_{1,2}$; остальные обозначения: 9 – тектонические границы Прикаспийской впадины, Устюрта и Туранской плиты; 10 – границы структурно-тектонических и фациальных зон, установленные (а) и предполагаемые (б); 11 – буровые скважины и их порядковые номера (даны в кружочке): 1. Бузачи Северный 7; 2. Каражанбас Северный П-1; 3. Арман П-1; 4. Каратурун Восточный П-1; 5. Южная 2; 6. Тенгиз 53; 7. Тенгиз 10; 8. Королевская 8; 9. Пустынный П-10; 10. Кашаган Восточный 1; 11. Кашаган Западный 1; 12. Пионерская 1; 13. Култук Северный 10; 14. Елемес 120; 15. Сазтюбе 1; 16. Сазтюбе П-2; 17. Сазтюбе Южное П-1; 18. Бекбулат 1; 19. Карай П-2; 20. Южно-Молодежная П-1; 21. Мынсуалмас Северный П-1; 22. Южно-Эмбинская 13; 23. Туресай 4; 24. Тортай 23; 25. Тортай 9; 26. Уртагау-Сарыбулак 1; 27. Равнинная 3; 28. Равнинная 8; 29. Карачунгул П-1; 30. Аккудук-Алахай П-1; 31. Тюлюс П-1; 32. Биикжал СГ-2; 33. Гурьевский свод П-3; 34. Тасым Юго-Восточный 1

ское поднятие), II – Южная, III – Махамбетская, IV – Тенгиз-Кашаганская, V – Маткен-Ушмолинская, VI – Морская, VII – Гурьевско-Шукатская. Во внешнем окружении рассматриваемого района находятся: VIII – Северо-Устюртский массив, IX – Бузачинское поднятие (пограничная структура Туранской плиты), XI – внутренняя часть Прикаспийской впадины.

Ключевое значение для геодинамического анализа истории формирования структур на юго-востоке Прикаспийской впадины и ее обрамления имеет Южно-Эмбинское поднятие. Его природа и строение трактуются совершенно различно, что приводит к невероятным построениям и противоречивым выводам. Однозначно трактуемых фактов по геологии этой территории немного.

Это, в первую очередь, материалы бурения подсолевого палеозойского комплекса – первичные материалы «разбивки» разреза по каротажу, не всегда подтверждаемые выборочным отбором керна, что, к сожалению, обусловило недостаточную изученность пород подсолевого комплекса в структурном и литолого-фациальном отношении. Во вторых, это материалы геофизических исследований (сейсморазведочных, магнитной съемки и других), результаты структурно-геологической интерпретации которых нередко отражают существовавшие в прошлом взгляды и теоретические установки геологов. Тем не менее эти материалы остаются важнейшими и практически единственными для суждения о глубинном строении земной коры на юго-востоке Прикаспийской впадины.



Наряду с проведением новых работ, за неимением лучшего, они могут быть использованы после обработки по новейшим методикам, что позволит в какой-то мере пересмотреть с современных позиций картину глубинного строения Южно-Эмбинского поднятия.

Глубинная структура Южно-Эмбинского поднятия изучена недостаточно и остается неясной. После работ 90-х годов прошлого столетия она ждет новых исследователей. Отметим лишь одну полузабытую публикацию, представляющую особый интерес с точки зрения геодинамики [5]. Ее авторами на основе материалов работ МОГТ и КМПВ и с помощью сейсмостратиграфического анализа было показано сложное гетерогенное строение поднятия, обусловленное его аккреционной природой. Основные выводы авторов остаются верными до сих пор. Нам важно здесь подчеркнуть, что проанализированные ими временные сейсмические разрезы Южно-Эмбинского поднятия демонстрируют еще одну особенность строения его земной коры, оставшуюся ими неохарактеризованной с геодинамических позиций. На профилях I (Азнагул – Бекбулаг), II (на ЮВ от Бекбулата) и IV (на ЮВ от Тортоль) в интервале 2,5–3,5 с мы видим отчетливое погружение на ЮВ под Устюрт горизонта «б» – кровли нижнепермской карбонатной толщи, разбитой сбросами и взбросами на отдельные блоки размером 1–3 км. В нижней части профиля III (Биикжал – Тортай – Мынсуалмас) на временах 4–5 с зафиксировано положение двух параллельных отражающих горизонтов, соответствующих кровле условно выделенных ниже-среднедевонско-нижнефранских и нижнепалеозойских отложений. Они установлены под Прикаспийской впадиной в районе Биикжала и не доходят до Тортая на Южно-Эмбинском поднятии, где их изображение прерывается, так как они оказываются ниже предельных глубин, соответствующих 5 с. Оба горизонта образуют пластину, погружающуюся на ЮВ в сторону Устюрта (под Южно-Эмбинское поднятие) и разбитую на блоки сбросами и взбросами. Эти подробности, выявленные ранее [5], для нас важны как индикаторы положения зоны субдукции и деформаций осадочных комплексов Прикаспийской плиты в ходе развивавшейся её коллизии с Устюртским микроконтинентом. Очевидно, что весь объем биклинали между двумя пластинами (нижнепермской наверху и нижнепалеозойско-среднедевонской внизу) принадлежит структуре мощной аккреционной призмы, созданной в процессе коллизии.

В пределах Южно-Эмбинского поднятия выделяются узкие линзовидно-чешуйчатые пластины (подзоны), которые разделены системой сбросов и взбросов, параллельных Северо-Устюртскому разлому: Приустюртская, Мынсуалмасская, Туресайская, Южно-Эмбинская, Тортайская и Елемес-Равнинная (см. рис. 1). Как правило, они отличаются по составу и возрасту слагающих их

пород. Нас будут интересовать в дальнейшем те из них, которые содержат вулканогенные породы.

Необходимо отметить, что положение вулканогенных и вулканогенно-осадочных образований в разрезах не всегда ясно, их принадлежность к тому или иному стратону нередко устанавливается методом корреляции разрезов скважин. Поэтому в представлениях о стратиграфических соотношениях вулканитов и толщ граувакковых песчаников с окружающими осадочными отложениями достоверно установленного возраста сохраняется значительная неопределенность. Наиболее надежно зафиксировано стратиграфическое положение вулканогенных толщ в пределах нижнего отдела каменноугольной системы, в составе визейского и серпуховского ярусов. Есть также указание на присутствие вулканитов в московском ярусе среднего отдела той же системы. В целом ниже-среднекаменноугольные терригенно-вулканогенные образования с размывом перекрываются нижнепермскими отложениями (скважины Молодежная, Равнинная, Тортай, Шолькара и др.). Второй эпохой вулканизма в районе Южно-Эмбинского поднятия считается раннепермская, по аналогии с Устюртом, где вулканиты встречаются среди ассельско-сакмарских и артинских отложений [2].

Давно и традиционно полагается, по аналогии с зилаирской свитой Южного Урала и Мугоджар, что в строении Южно-Эмбинского поднятия участвуют более древние вулканогенно-осадочные толщи, определяемые как флишоидные граувакковые. По представлениям некоторых современных исследователей, граувакковые комплексы позднего девона – раннего турне и позднего турне – раннего визе юго-востока Прикаспия в значительной степени сложены продуктами размыва андезитовых лав в виде пачек, пластов, слоев, нередко с примесью пирокластического материала. Уменьшение размеров зерен и количества вулканогенного и пирокластического материала в направлении от свода Южно-Эмбинского поднятия в дистальную часть бассейна свидетельствует о том, что источники сноса располагались к югу от Южно-Эмбинской области [10]. Об этом также однозначно свидетельствуют и данные сейсморазведки, согласно которым указанные граувакковые комплексы имеют клиноформное строение с падением к северо-западу. Они обычно рассматриваются в целом как мощные серии (порядка нескольких километров) и не расчленены из-за проблем корреляции частных разрезов по скважинам. Непосредственно эти отложения вскрыты скважинами в «осевой части» Южно-Эмбинского поднятия. Жанапу 10,11, Мынсуалмас П-1, П-2, П-3 и Терескен П-1. По геологическому положению в «осевой части» или «ядре» структуры поднятия им отводится самое низкое положение в общем разрезе. Важно отметить, что породы этой формации интенсивно дислоцированы, и не исключено, что оценки ее общей мощности мо-



гут быть завышенными. Возраст их оценивается весьма условно, из тех же соображений сходства с зилаирской свитой, как верхнедевонско-нижнекаменноугольный.

Вулканогенные породы нижнекаменноугольного возраста в пределах Южно-Эмбинского поднятия прослежены в составе мощной вулканогенно-осадочной толщи, вскрытой буровыми скважинами в Елемес-Равнинной подзоне (Пионерские 1 и 2, Сазтюбе 3, Юбилейная 1, Восточный Арман 2, Аиршагыл 3, Елемес 8, Равнинные 2 и 3 до скважин Аккудук П-1 и Шолькара 3). Среди них преобладают породы вулканогенного флиша, представленные кристаллолитокластическими разностями тефроидов, переслаивающихся с пачками вулканомиктовых песчаников и конгломератов, алевролитов и аргиллитов. Широко отмечается также примесь кристаллокластики в алевролитах и песчаниках в виде остроугольных осколков фенокристов плагиоклаза. Для нижней части разреза, условно относимой к визейскому ярусу, характерны кристаллолитокластические и кристаллокластические тефроиды, а в осадочных породах отмечается постоянная примесь пеплового материала. Тефроиды и связанные с ними вулканомиктовые образования, несмотря на общую большую площадь их распространения, характеризуются выдержанностью в составе и внешнем облике. В разрезах перечисленных скважин кристаллолитокластические разности наиболее распространены, и часто целые интервалы отбора керн (3–5 м) представлены только ими. Мощность пачек тефроидов достигает десятков метров (например, в разрезе скв. Равнинная 3 на глубине 3910–4000 м она составляет 90 м). Тефроиды представлены псефитовыми и псаммитовыми разностями, размер обломков колеблется от 0,2–0,5 до 2–5 мм. Форма их в основном остроугольная, реже угловато-изометричная. В составе обломков резко преобладают вулканический материал (90–95% форменной части): андезитово-базальтовые и андезитовые порфириты с вкрапленниками плагиоклаза и моноклинного пироксена – авгита, многочисленные обломки фенокристаллов плагиоклаза и авгита, реже – базальтической роговой обманки, редко отмечаются обрывки основной массы вулканических пород интерсертальной, гиалопилитовой, пилотакситовой структуры, обломки кристаллов кварца и биотита. Подчиненное значение имеют зерна осадочных пород (5–10%), они представлены обломками кремнистых пород, известняков и алевролитов. Цемент туфов хлоритовый, участками с реликтами частиц витрокластического облика.

Наряду с описанными породами в визейских отложениях распространены кристаллокластические тефроиды андезитового состава, обычно представленные в виде прослоев толщиной от 5–10 до 20–50 см и в основном сложенные кристаллами серицитизированного и альбитизированного плагиоклаза, при почти полном отсут-

ствии литокластов и кристаллокластов пироксена. Детальным изучением установлено, что для кристаллолитокластических тефроидов характерна градационная, массивная текстура с элементами оползания, косою однонаправленной слоистостью, а для кристаллокластических – горизонтально-слоистая текстура. Кроме того, были выделены туфоконгломераты, в которых возрастает содержание обломков известняков и кремнистых пород (до 20–50%) на фоне вулканического материала, характерного для кристаллолитокластических тефроидов. В составе других вулканомиктовых пород встречаются обломки и обломочные зерна кварцитов, ортоклаза, кварца и биотита.

Кристаллолитокластическая тефра приносилась турбидными потоками вместе с обломками кремнистых пород, кварцитов и известняков с континентальной окраины Устюртского микроконтинента и причлененной к ней Южно-Эмбинской аккреционной призмы и попадала в состав тефроидов и сопровождающих осадочных вулканомиктовых образований. Витро- и кристаллокластика в составе пепловых туч приносилась воздушным путем и осаждалась в пределах зоны в спокойной гидродинамической обстановке, пройдя толщу воды. Таким образом, кристаллолитокластические тефроиды и кристаллокластические туфы имеют единый источник.

К северу от полосы, в которой встречены совместно кристаллолитокластические и кристаллокластические тефроиды (линия Елемес-Равнинная-Аккудук-Шолькара) в пределах соседней Маткен-Ушмолинской зоны, среди аргиллитовой толщи присутствуют лишь тонкие прослои витрокластических и кристаллокластических тефроидов толщиной от 10 до 50 см, внешне очень похожих на алевролиты и аргиллиты (скважины Карачунгул П-1, Ушмола 15, Улькентобе Юго-Западное 8, Биикжал СГ-2). Среди них, а также в разрезах скважин Елемес-Равнинной зоны, обычно выше туфов и тефроидов, завершая их разрез, залегают прослои кремнистых пород – радиоляритов и спонголитов.

Вулканические породы серпуховского времени в Южно-Эмбинском поднятии зафиксированы в скв. Южное Сазтюбе Г-3, где в интервале 5020–4835 м выделена туфогенно-обломочная пачка, представленная неравномерным чередованием туфоконгломератов, известняков с примесью пеплового материала, псаммитовых и алевро-пелитовых тефроидов. Породы в основном зеленовато-сероцветные, реже красноцветные. Состав обломков грубообломочных разностей смешанный: наряду с обломками эффузивных пород встречаются обломки кремнистых пород и биогермно-коралловых, детрито-биоморфных (криноидно-фораминиферово-водорослевых) органогенно-комковатых известняков. Последние разности содержат обрывки мшанок, обломки кораллов, брахиопод и фораминиферы. В интервалах 4959–4964, 5000–5005 м встречены про-



слои литокристаллокластических псаммитовых тефроидов. В интервале 4920–4925 м описаны известняки, в которых 20–30% составляют окатанные обломки вулканических пород, осколки кристаллов пироксена, полуокатанные зерна кварца, изометричные зерна полевого шпата. Красноцветность пород обусловлена наличием глинисто-железистого вещества, возможно, образовавшегося при разложении пеплового материала. Весь комплекс осадков этой толщи отнесен авторами к образованиям подводного склона и его подножия, формирующимся за счет размыва и переноса мустьевыми и зерновыми потоками материала шельфовых отложений. Важно, что в других скважинах Южно-Эмбинского поднятия, расположенных ближе к границе с Устюртским микроконтинентом, вскрыты только мелководно-шельфовые серпуховские отложения. В пределах Турсайской и Мынсуалмасской подзон вулканогенные образования нижнего карбона не установлены; здесь представлены более древние граувакковые толщи, условно относящиеся к верхнему девону – нижнему карбону. Они достигают здесь огромной мощности – более 2000 м (скв. Сев. Мынсуалмас П-1).

В собственно Южно-Эмбинской подзоне на докунгурском срезе выступают мощные толщи известняков, имеющих возраст от поздневизейского до сакмарско-ассельского; среди них обнаруживаются признаки перерыва по отсутствию московского яруса и части верхнекаменноугольных отложений. Считается, что этот комплекс сходен по типу разреза с Тенгиз-Кашаганской зоной и, возможно, принадлежал карбонатной платформе. Проявления яркого вулканизма в этой подзоне не установлены.

В Тортайской подзоне нижнекаменноугольные отложения (в составе визейского и серпуховского ярусов) вскрыты буровыми скважинами Караой П-1 (вскрытая мощность 850 м), Тортай П-1 (ок. 700 м) и др. Особенности строения этих толщ на разных площадях заключаются в различном соотношении вулканогенных и терригенных пород, а среди последних – грубообломочных псефитовых и псаммито-алевро-пелитовых пород, а также в характерном изменении содержания вулканогенного материала. Грубообломочные терригенные породы наиболее заметную роль играют на площади Тортай. Это мелкогалечные конгломераты и гравелиты. Галька и гравий в них в основном изометричные, реже уплощенные, окатанные и полуокатанные, редко угловатые. По составу преобладают кремнистые породы, сложенные микротонкозернистым халцедоном и скелетными остатками радиолярий, углисто-кремнистые породы, яшмовидные породы с тончайшими прожилками светло-серого кальцита и халцедона. В подчиненном количестве отмечаются кварц, единичные обломки хлоритизированных туфов среднего состава, обломки неопределимых вулканических пород. Известняки представлены в

незначительном количестве. Породы очень плотные, крепкие, с широким развитием конформных контактов между обломками, иногда отмечаются следы вдавливания одних обломков в другие. Цемент поровый, кремнисто-глинистый. Изредка на контактах обломков отмечается кальцитовый вторичный цемент, образовавшийся за счет растворения обломков карбонатов и перераспределения карбонатного вещества. Для прослоев песчаников характерны постепенные переходы от мелкозернистых разностей в кровле до среднезернистых в подошве. Обломочная часть их характеризуется полимиктовым составом, но с резким преобладанием зерен кварца и кремнистых пород (до 70%), значительно реже встречаются средние и кислые эффузивы, глинистые породы, обломки тонкозернистых доломитов. Цемент их обычно контактово-порового типа, полиминеральный, преимущественно кремнистый, кремнисто-глинистый. Глинистые пачки сложены темно-серыми, зеленоватыми аргиллитами с тонкой алевроитовой примесью. Разрез толщи завершается прослоями туфов и тефроидов андезитового состава.

Вглубь Прикаспийской впадины, на запад и северо-запад от Южно-Эмбинского поднятия псефо-псаммитовые отложения замещаются пелитовыми породами, прослеживаясь среди них в виде тонких пачек мощностью до 1–5 м. В скв. Аккудук-Алахай П-1 для визейских отложений характерны аргиллиты с прослоями песчаников грауваккового состава, с осадочными текстурами, свойственными для турбидитов, такими как прямая градационная, горизонтальная, однонаправленная косая слоистость для песчаников и горизонтальная слоистость с элементами оползания для аргиллитов. Песчаники в виде тонких прослоев также широко распространены в районе скв. Биикжал СГ-2.

Пирокластический материал отмечается и в разрезе карбонатных отложений нижнего карбона Тенгиз-Кашаганской зоны, которые накапливались в активных гидродинамических условиях мелководья. В скв. Тенгиз 32, расположенной на северном фланге карбонатной платформы, в интервале 5458–5465 м встречены темно-серые туфоаргиллиты с прослоями серого алевропесчаника. Они отнесены по комплексу фораминифер к тульско-алексинскому горизонту визейского яруса (определения М. М. Марфенковой). Разложенный тонкообломочный материал имеет пепловую природу и скорее всего по составу соответствует андезитам. Аналогичные породы вскрыты в разрезе скважин Каратон 3 (интервал 4425–4431 м), Тенгиз 22 (интервал 4607–4633 м). Кроме того, повсеместно вскрываемая внутри карбонатных комплексов высокорadioактивная пачка, сложенная вулканомиктовыми алевро-аргиллитами и алевропесчаниками, располагается на границе тульского и алексинского горизонтов визе. Возможно, именно этот горизонт следует считать индикатором интенсивного раннекаменноугольного вулканизма



в юго-восточной части Прикаспийской впадины, поскольку в отложениях серпуховского яруса и среднего карбона Тенгиз-Кашаганской зоны вулканогенные породы также характеризуются повышенными значениями радиоактивности.

Среди отложений башкирского яруса вулканогенных образований в пределах Южно-Эмбинского поднятия не установлено, но имеются данные о их присутствии в разрезе московского яруса в виде прослоев литокристаллокластических туфов, коррелируемых с горизонтами повышенной радиоактивности, выделенными по данным гамма-каротажа в разрезе среднего карбона Тенгиз-Кашаганской зоны (А. П. Пронин, И. А. Серебрякова, 1997 г.).

Более значительные проявления синхронного вулканизма отмечены южнее, за пределами Прикаспийской впадины, на полуострове Бузачи в скв. Северный Каражанбас П-1, где вулканогенные образования установлены в составе карбонатно-аргиллитово-вулканогенной толщи, вскрытой в интервале 2978–4128 м [6]. В нижней и средней частях разреза их толщи преобладают вулканогенные породы: андезитовые, реже (в кровле толщи) кварцевые порфириды. Покровы мощностью от 16–18 м до 58–156 м чередуются с пачками глинисто-карбонатных пород и карбонатизированными туфами. Монолитные тела вулканогенных пород по мощности достигают 20–40 м. Подобная же толща отмечена в скв. Култай Г-4 (интервал 1950–2705 м). Формирование этих образований отнесено к раннему карбону, так как на них налегают фаунистически охарактеризованные известняки средне-верхнекаменноугольного возраста [6]. Тем не менее эти вулканы продолжают традиционно относить к верхнему карбону – нижней перми, по аналогии с однотипными вулканическими образованиями Северного Устья [11]. В скв. Арман П-1 встречены кристаллокластические туфы, схожие с вулканогенными породами, вскрытыми скважинами юго-востока Прикаспийской

впадины. В скв. Восточный Каратурун П-1 в отличие от разреза скважины Северный Каражанбас П-1 и Арман П-1 в отложениях нижнего карбона отмечены только туфопесчаники и известняки с примесью туфогенного материала.

По предварительным данным измерений магнитной восприимчивости тефроиды Южно-Эмбинского поднятия относятся к слабомагнитным породам. Уровень значений магнитной восприимчивости, в основном обеспечивающейся содержанием ферромагнетиков, для тефроидов из скв. Сазтубе 3 и туфов из скв. Тюлюс 1 составляет всего около $25\text{--}28 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ. Это не свойственно более поздним вулканическим образованиям – лавам и туфам Махамбетской зоны (скв. Калам-кас-море 3) и Южно-Эмбинской подзоны (скв. Бекбулат 1), для которых характерна гораздо более высокая магнитная восприимчивость (устное сообщение А. Ю. Гужикова, см. также [12]).

Таким образом, детальное исследование вулканогенных пород, типичных для разреза Южно-Эмбинского поднятия, показало следующие их особенности:

- заметное преобладание алевро-псаммитовых кристаллолитокластических туфов и тефроидов андезито-базальтового и андезитового состава, с незначительной примесью витрокластиков и мельчайших обломков стекловатых шлаков (рис. 2, 3);

- для тефроидов, описанных ранее как кристалло-литокластические туфы, характерен «сгруженный» характер однородного тефрогенного материала андезито-базальтового состава, представленного угловатыми и округло-изометричными литокластами и кристаллокластами плагиоклаза алевритовой и псаммитовой фракций, до 2–3 мм в поперечнике, и среди них – отдельными угловато-изометричными обломками андезитовых и андезито-базальтовых порфиритов величиной до 10–15 мм (см. рис. 2, а, рис. 3, б);

- для этих же пород выявлено преобладающее

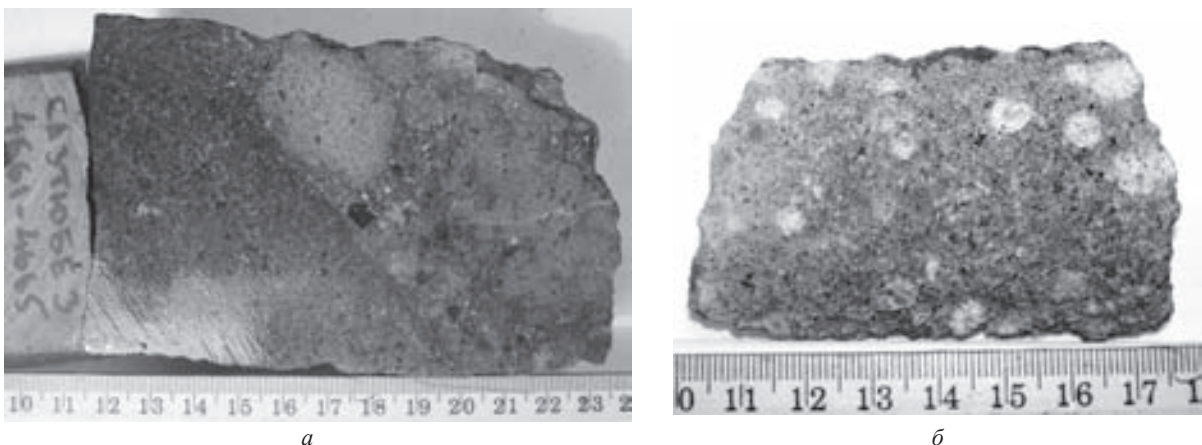


Рис. 2. Образцы керна буровых скважин, вскрывших вулканические образования: а – псефитовый тефроид андезито-базальтового состава. Крупные литокласты округло-изометричных очертаний плотно примыкают друг к другу. Скв. Сазтубе 3. Глубина 4661–4665 м; б – псаммитовый кристаллолитокластический туф базальтового состава. Скв. Тюлюс П-1. Глубина 5700–5707 м

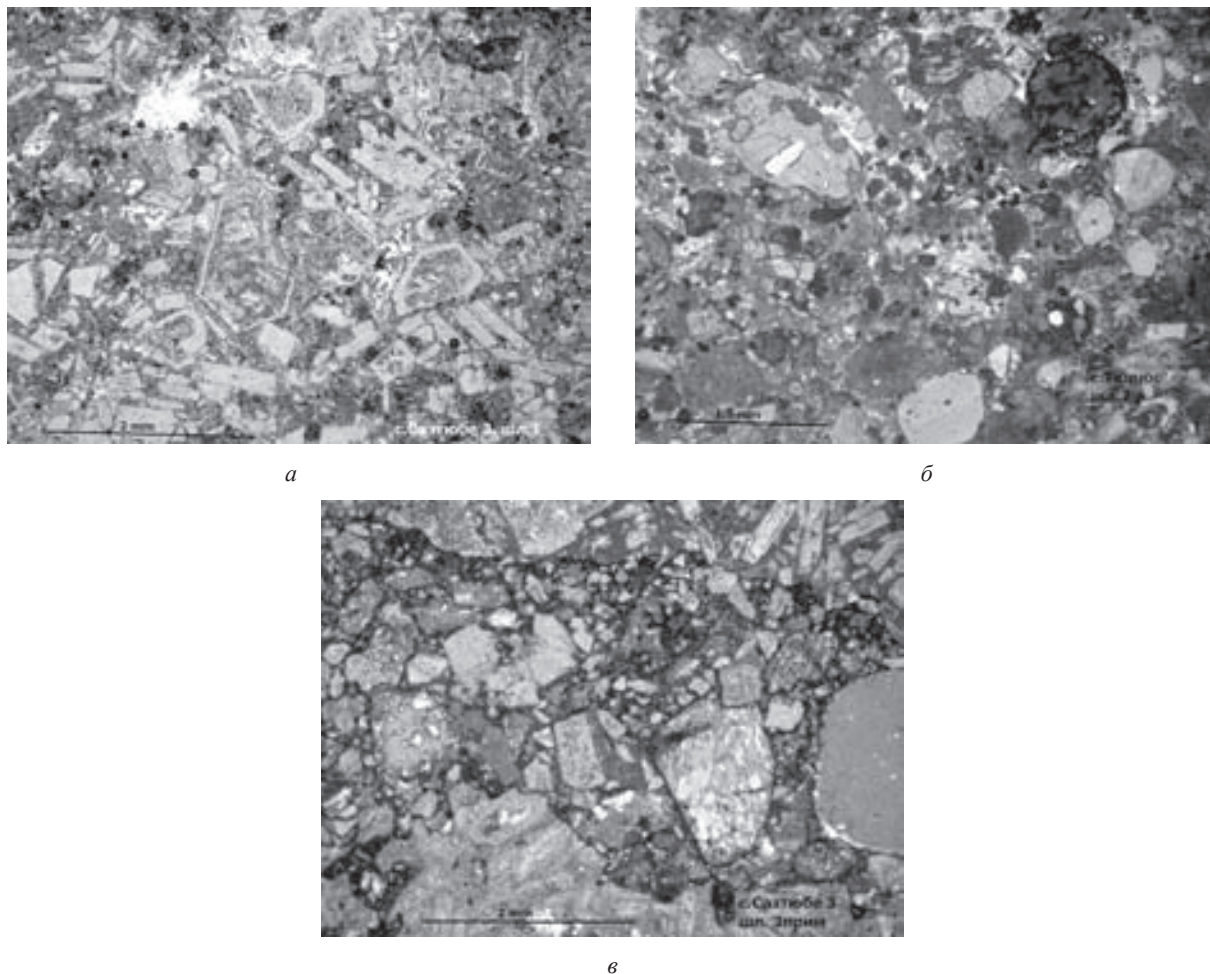


Рис. 3. Петрографические шлифы вулканических пород Южно-Эмбинского поднятия: *а* – псаммитовый кристаллокластический туф андезитового состава. Скв. Сазтубе 3. Глубина 4661 м; *б* – псаммитовый кристаллокластический туф базальтового состава, цеолитизированный (белое, в цементе). Скв. Тюлюс П-1. Глубина 5700–5707 м; *в* – псефо-псаммитовый кристаллолитокластический тефроид. Заметны сгруженность обломочного материала и граница двух слоев (наверху). Скв. Сазтубе 3. Глубина 4665 м

распространение характерных градационно-слоистых текстур осадения и сортировки обломочного материала по величине обломочных зерен (см. рис. 3, *б*). Ритмичная повторяемость однотипно построенных многослоев в таких толщах придает им характерный флишеидный облик;

- для тефроидов и кристалло-литокластических туфов характерна слабая магнитная восприимчивость, отличающая их от синхронных вулканических образований п-ва Бузачи;

- отсутствие среди обломочных пород шлаково-литокластических и агломератовых грубообломочных туфов, свойственных для прижерловых фаций вулканических аппаратов центрального типа;

- отсутствие лав и экструзий, субвулканических тел и даек.

Перечисленные особенности состава и текстур обломочных пород свидетельствуют о некоторой переработке и сортировке обломочного материала, возможных при транспортировке в

составе турбидных потоков. Пониженная магнитная восприимчивость пород может быть вызвана потерей значительной доли тяжелых минералов (и магнетита в первую очередь) при переносе рыхлого вулканического материала (тефры) турбидными потоками. Такие образования следует относить к тефроидам. Они слагают мощные толщи характерной формации вулканогенного флиша. Как известно, они накапливаются на внешней стороне современных вулканических островных дуг и активных континентальных окраин, в погружениях сопровождающих их глубоководных желобов. В дальнейшем их накопления наращивают надсубдукционный клин и образуют аккреционную призму. Аналогичные образования установлены в древних складчатых поясах. В нашем случае эта ситуация оказывается вполне реальной, она согласуется с другими результатами геодинамического анализа [13].

Несколько особняком, внутри Прикаспийской впадины, на значительном удалении от Южно-



Эмбинского поднятия оказывается участок скв. Тюлюс 1. Здесь на глубине около 5100 м под толщей кунгурских гипсов и ангидритов были вскрыты аргиллиты и алевролиты нижней перми и маломощная терригенно-карбонатная толща среднего-верхнего карбона, под которой с глубины 5544 м залегают аргиллиты и алевролиты с прослоями кристаллолитокластических туфов пироксен-плагиоклазовых базальтовых порфиритов (в интервале 5700–5707 м и вблизи забоя). По сравнению с вулканитами Южно-Эмбинской структуры данные породы менее заметно изменены: это слабая цеолитизация и хлоритизация витрокластической компоненты цемента, при этом в них сохранился моноклинный пироксен (см. рис. 2, а, 3, б).

Обломочный материал туфов Южно-Эмбинского поднятия достаточно однороден и принадлежит базальтам, андезито-базальтам и андезитам. Основной тип эффузивной породы – пироксен-плагиоклазовый андезит. К нему примыкают второй тип – пироксен-плагиоклазовый базальтовый порфирит и близкий к последнему андезито-базальтовый порфирит. Сравнительно редки пироксен-роговообманковые андезиты, содержащие базальтическую роговую обманку (нередко с включениями авгита) (см. рис. 3, а).

Среди плагиоклаз-пироксеновых андезитов обычны авгитовые разновидности, но вполне возможны, судя по хлорит-серпентиновым псевдоморфозам, и гиперстен-авгитовые. Пироксены базальтов и андезито-базальтов, как правило, представлены авгитом, нередко зональным. Тефроиды скв. Сазтюбе 3 сложены в основном обломочным материалом плагиоклазовых андезитов, содержащих немногочисленные хлоритовые псевдоморфозы по пироксену. Для пород в целом

характерны серицитизация и альбитизация плагиооклазов, появление кальцита в центральной части зональных фенокристов плагиооклаза, иногда также вместе с опаловидным кварцем в пустотах и в цементе тефроидов.

Выбор петрографического материала, предназначенного для анализов, был ограничен кругом таких пород, как тефроиды и туфы однородного состава, редко – включениями самих обломков порфиритов и пирокластов в этих породах. Такая особенность отобранного материала, по-существу, вынужденная, позволила получить естественно осредненную и более общую оценку химизма самой вулканической ассоциации. Результаты валового химического анализа и определения содержания некоторых редких и рассеянных элементов приведены в табл. 1, 2.

Общей особенностью химизма южно-эмбинских вулкаников является низкое содержание титана и железа при умеренно-повышенном глинозема. По соотношению фемических компонентов ($Fe_2O_3 + FeO + MgO$) и щелочей ($K_2O + Na_2O$) четко выявляется известково-щелочная серия магматитов от базальтов до андезито-дацитов (рис. 4). Назовем ее южно-эмбинской вулканической серией. В некоторых случаях заметны нарушения в нормальном распределении щелочей, вызванные позднейшими процессами альбитизации и серицитизации плагиооклазов, но в целом эти отклонения не нарушают общего баланса щелочей.

Весьма показательно распределение содержания редких и рассеянных элементов в вулканических породах Южно-Эмбинского поднятия (рис. 5). По сравнению с мантийными базальтами срединно-океанических хребтов в ее породах обнаруживается обогащение так называемыми литофильными элементами, ионы которых при

Таблица 1

Химический состав вулканических пород юго-востока Прикаспийской впадины, вес. %

| Компоненты | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO ₂ | 48,18 | 60,98 | 54,15 | 46,49 | 54,17 | 51,56 | 61,40 | 47,96 | 46,74 |
| TiO ₂ | 0,67 | 0,61 | 1,01 | 0,86 | 0,52 | 1,11 | 0,61 | 0,71 | 0,87 |
| Al ₂ O ₃ | 12,62 | 17,70 | 15,10 | 14,17 | 13,10 | 15,07 | 17,10 | 13,87 | 11,39 |
| Fe ₂ O ₃ | 3,95 | 3,35 | 3,19 | 3,47 | 1,85 | 4,58 | 1,80 | 4,78 | 6,07 |
| FeO | 4,28 | 0,54 | 3,81 | 5,24 | 3,02 | 2,69 | 2,05 | 4,56 | 3,81 |
| MnO | 0,18 | 0,04 | 0,18 | 0,11 | 0,13 | 0,11 | 0,12 | 0,46 | 0,18 |
| MgO | 9,67 | 1,34 | 5,20 | 11,58 | 6,83 | 5,74 | 1,70 | 9,02 | 11,49 |
| CaO | 7,10 | 1,86 | 5,11 | 2,85 | 5,56 | 5,73 | 4,10 | 4,72 | 5,04 |
| Na ₂ O | 2,14 | 9,51 | 5,25 | 1,55 | 3,90 | 3,53 | 4,89 | 2,65 | 2,49 |
| K ₂ O | 2,97 | 0,66 | 1,80 | 3,53 | 1,14 | 4,10 | 3,11 | 3,00 | 1,04 |
| P ₂ O ₅ | 0,65 | 0,20 | 0,55 | 0,52 | 0,37 | 0,77 | 0,23 | 0,58 | 0,41 |
| П.п.п. | 7,20 | 2,92 | 4,15 | 9,20 | 8,96 | 4,46 | 2,47 | 7,43 | 9,96 |
| Сумма | 99,61 | 99,71 | 99,50 | 99,57 | 99,55 | 99,45 | 99,58 | 99,74 | 99,49 |

Примечание. 1 – скв. Тюлюс 1, глуб. 5700–5707 м, туф базальтового состава; 2 – скв. Юбилейная 1, глуб. 4467–4474 м, тефроид андезитового состава альбитизированный; 3 – с. Юбилейная 1, глуб. 4855–4862 м, тефроид андезитового состава; 4 – скв. Пионерская 1, глуб. 4791–4798 м, туф базальтового состава; 5 – скв. Пионерская, глуб. 4994–5000 м, тефроид андезитового состава; 6 – скв. Арман П-1, глуб. 3590–3597 м, туф андезито-базальтового состава; 7 – скв. Каражанбас П-1, глуб. 3354–3356 м, андезит; 8 – скв. Елемес 8, глуб. 4755–4760 м, тефроид базальтового состава; 9 – скв. Равнинная 3, глуб. 3910–3915 м, туф базальтового состава. Химические анализы произведены в Лаборатории химико-аналитических исследований ГИН РАН (г. Москва) С. М. Ляпуновым.



Таблица 2

Содержание редких и рассеянных элементов в вулканогенных породах юго-востока Прикаспийской впадины, ppm

| Компоненты | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|------------|------|------|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|
| Rb | 120 | 27 | 55 | 97 | 30 | 140 | 130 | 92 | 37 |
| Sr | 760 | 550 | 540 | 580 | 560 | 880 | 680 | 860 | 540 |
| Y | 20 | 9 | 19 | 16 | 16 | 17 | 24 | 18 | 18 |
| Zr | 120 | 70 | 110 | 77 | 130 | 220 | 180 | 130 | 140 |
| Nb | 6 | 6 | 8 | 5 | 8 | 17 | 8 | 8 | 10 |
| Ba | 1400 | 3700 | 640 | 690 | 770 | 1600 | 750 | 1100 | 670 |
| Mo | ≤ 1 | ≤ 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Pb | 22 | 19 | 25 | 18 | 24 | 33 | 9 | 31 | 19 |
| Th | 13 | 10 | 12 | 11 | 9 | 33 | 9 | 11 | 10 |
| U | 8 | 5 | 8 | 7 | 8 | 12 | 5 | 10 | 4 |
| V | 170 | 64 | 210 | 190 | 87 | 180 | 71 | 170 | 180 |
| Cr | 550 | 310 | 150 | 740 | 310 | 92 | 30 | 370 | 710 |
| Co | 58 | 31 | 27 | 44 | 26 | 37 | 32 | 32 | 43 |

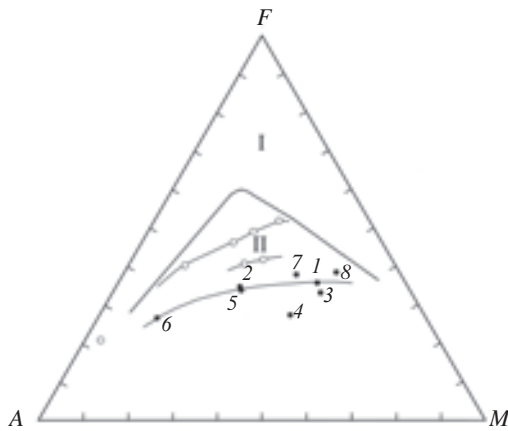


Рис. 4. Петрохимическая диаграмма *AFM* ($A - \sum Na_2O + K_2O$, $F - \sum Fe_2O_3 + FeO$, $M - MgO$): заливные кружки – вулканы южно-эмбинской серии (номера образцов см. в табл. 1), пустые кружки – вулканы валерьяновской серии Тургайского прогиба; цифры I и II обозначают поля толеитовых и известково-щелочных вулканитов соответственно

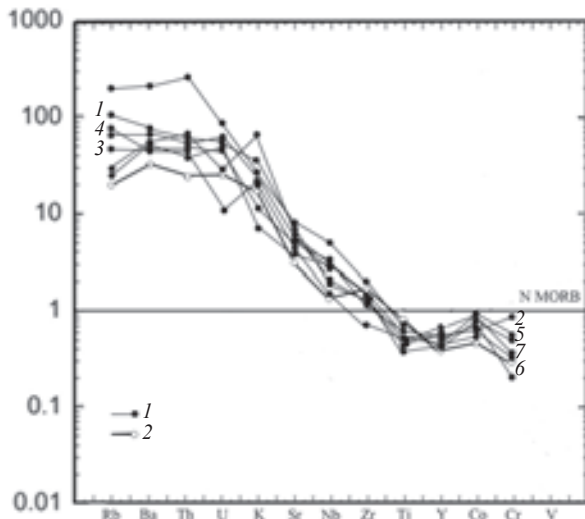


Рис. 5. Распределение содержания редких и рассеянных элементов в вулканиках южно-эмбинской серии, нормированных по отношению к базальтам срединно-океанических хребтов (MORB): 1 – вулканы южно-эмбинской серии; 2 – вулканы валерьяновской серии Тургайского прогиба (номера образцов см. в табл. 1).

относительно крупных размерах обладают высоким химическим потенциалом в присутствии водосодержащего флюида: K, Rb, Th, U, Ba, Sr. Слабый эффект обогащения характерен для Nb и Zr, а содержание Ti, Y, Co и Cr остается на уровне мантийной нормы океанических базальтов или чуть ниже ее. Последнее согласуется с отмеченной пониженной железистостью вулкаников южно-эмбинской серии, в первую очередь её базальтов. Такая картина, как известно, характерна для вулкаников – базальтов и их производных – островных вулканических дуг и активных континентальных окраин. Для сравнения на рис. 4, 5 приводятся графики трендов одновозрастной и близкой по положению известково-щелочной серии известной в Зауралье валерьяновской серии.

Собственно вулканические породы нижнего карбона – лавы и туфы андезитов – известны южнее, за пределами Прикаспийской впадины, в зоне ее обрамления (р-н п-ва Бузачи, скважины Каражанбас Северный П-1 и Култай 4). Они могут представлять фрагмент вулканического пояса, располагавшегося к востоку от Южно-Эмбинского поднятия и служившего источником накопления его мощной тефроидной толщи. Этот фрагмент оказался по другую, южную, сторону крупнейшего разлома в этом регионе, отделяющего Прикаспийскую впадину и смежный с ней Устюртский массив от Туранской эпигерцинской плиты, при этом смещенным к западу вдоль него по сравнению с остальной частью пояса на Устюртском массиве.

Таким образом, вулканы п-ва Бузачи следует сопоставлять с близкими им по составу и фациям вулканическими породами Устюртского массива. В основании его осадочного чехла, по данным геофизических работ и глубокого бурения, предполагается широкое развитие вулканогенных образований позднекаменноугольно – раннепермского возраста [11]. В последние годы для этой же территории появились новейшие данные сейсморазведки МОГТ-2Д по усовершенствованной методике (ОАО «Саратовнефтегеофизика»), интерпретация которых вместе с данными глубокого бурения позволила уточнить



геологическое положение вулканогенных толщ и предположить их принадлежность к нижнему структурному ярусу переходного комплекса, залегающего на древнем фундаменте. Территориально эти вулканиды наиболее близки к описанным на п-ве Бузачи (они находятся примерно в 350 км на ВЮВ), прослеживаясь затем по данным бурения вплоть до западного побережья Аральского моря на расстоянии 250 км. Наиболее очевиден досреднепермский возраст этих образований – по условиям залегания под базальными слоями пермско-триасовой пестроцветной формации, но совершенно неясны нижняя возрастная граница вулканогенной толщи и общий временной интервал ее формирования. Имеются лишь отдельные указания на присутствие в прослоях осадочных пород микрофауны гжелского яруса верхнего карбона и ассельского яруса нижней перми.

По-прежнему единственными являются давно опубликованные сведения о петрографии и петрохимии вулканидов, вскрытых скважинами на Восточном Устюрте, в пределах Узбекистана [14]. Основываясь на этих данных, можно полагать, что, несмотря на значительные вторичные изменения, вулканиды Восточного Устюрта представляют типичную известково-щелочную эффузивную серию, дифференцированную в пределах составов базальт – андезит-базальт – андезит, возможно, до состава дацита. В разрезе толщ мощностью до нескольких сотен метров преобладают лавы и туфы базальтовых и андезитовых порфиритов, что указывает на центральный тип извержений, а краснокаменные изменения многих вулканидов свидетельствуют о субаэральной обстановке их накопления. Вулканизм в начале формирования вулканогенной толщи происходил в морских условиях небольших глубин, о чем свидетельствует развитый в низах толщи парагенезис пирокластов с прослоями тонкослоистых туффитов и нормально-осадочных кремнисто-карбонатных пород, содержащих микрофауну. В дальнейшем вулканические процессы протекали в наземных условиях, и основная масса порфиритов и пирокластов образовалась в наземных условиях.

К сожалению, для интересующего нас Северо-Западного Устюрта, пограничного с Прикаспийской впадиной, даже таких отрывочных данных мы не нашли. Нам остается присоединиться к мнению В. И. Попкова, что в западной части Северного Устюрта по материалам высокоточной аэромагнитной съемки можно предположить «присутствие в домезозойском разрезе мощных эффузивных линз основного и среднего состава, совпадающих в плане с современными платформенными депрессиями» [11, с. 33]. Наблюдаемые в пределах этих депрессий положительные аномалии регионального магнитного поля не могли быть созданы слабомагнитными породами осадочного чехла. Результаты расчетов глубины залегания аномалиеобразующих магнитных тел согласуются

с данными сейсморазведки и указывают на их приуроченность к доверхнепермской части геологического разреза, где предполагается развитие пород вулканогенной толщи. Это в полной мере поддерживается данными по распространению вулканогенных пород верхнего палеозоя в пределах Восточного Устюрта, рассмотренными нами ранее.

Существенно важно обратить внимание на некоторые особенности разреза пород, вскрытых бурением на территории Южно-Эмбинского поднятия. В составе образований нижнего карбона неоднократно отмечались обломочные породы – конгломераты, гравелиты, песчаники, содержащие переотложенный вулканический материал. Они встречаются вместе с алевролитами и аргиллитами, в пределах отдельных чашек образуя постепенные переходы к ним и таким образом намечая ритмичную градационную слоистость, характерную для типичных турбидитов. Однако нередко в той же скважине и чаще в соседних скважинах эта картина нарушается и вместо флишеидных толщ появляются терригенные и карбонатные породы, принадлежащие к фациям других глубин и обстановок. К этому необходимо добавить теперь установленное в ряде мест присутствие вулканидов в виде однородных толщ пирокластов и тефроидов базальт-андезитового состава. В керне многих скважин отмечаются многочисленные признаки нарушенного залегания и интенсивной дислоцированности пород (наклонное, вплоть до вертикального положение слоистости, зеркала скольжения, сланцеватость, микросбросы и сдвиги). Присутствие турбидитов различного состава и фаций глубинности, закономерное чередование их с образованиями мелководных и глубоководных фаций терригенных и карбонатных отложений, участие в разрезах вулканогенных образований, огромная общая мощность дислоцированных толщ – все это позволило предложить новую модель их формирования – модель аккреционной призмы [13].

Установленный нами новый тефроидный тип вулканогенно-осадочных пород Южно-Эмбинской поднятия вместе с первичными пирокластическими образованиями свидетельствует о переработке и переносе огромных масс вулканического материала и быстром его накоплении на морском дне у подножия континентального склона. Тесная ассоциация тефроидов с первичными пирокластами, также водноосажденными, указывает на близкое расположение вулканической области и синхронный вулканизм. Характерные текстуры сгруживания обломочного материала в тефроидах, ритмичный характер слоистости флишеидной толщи и ее огромная мощность типичны для формации так называемого вулканогенного флиша. Такие формации возникают вдоль активных континентальных окраин и вулканических островных дуг. Их образования входят в состав аккреционных призм,



наращивающих край континента или островной дуги. Таким образом – первоначально как аккреционная призма – возникла и сформировалась структура Южно-Эмбинского поднятия, впоследствии вошедшая в состав внешнего обрамления эпигерцинской Прикаспийской впадины. Характерно, что в северо-западном направлении на протяжении нескольких десятков километров мощность тефроидных накоплений постепенно уменьшается, так же как и величина зерен обломочного материала. Тефроиды затем замещаются нормально осадочными терригенными образованиями, типичными для больших глубин аргиллитами с прослоями кремней и алевролитов.

Выявленные петро- и геохимические особенности вулканитов Южно-Эмбинского поднятия лучше всего объясняются с позиций тектоники литосферных плит как результат коллизии Прикаспийской плиты и Устюртского микроконтинента, при продолжающемся поглощении субокеанической коры первой плиты в ходе субдукции. В мантии надсубдукционного клина под действием потока тепла и водосодержащих флюидов, регенерированных при метаморфизме поглощаемого слэба субокеанической плиты, возникали очаги плавления и появлялись расплавы. В этой ситуации благодаря потоку тепла и флюида формировались различные магмы, состав которых соответствовал известково-щелочным глиноземистым базальтам и андезито-базальтам, а также андезитам. Все они были обогащены рядом редких и рассеянных элементов, играющих роль специфических индикаторов магматического процесса в условиях субдукции и коллизии. Примеров тому достаточно много, мы сошлемся на вулканическую серию валерьяновской свиты визейско-серпуховского возраста в Зауралье, сформировавшуюся в ходе коллизии структур Уральского палеоостроводужного пояса с Казахстанским континентом.

Зона субдукции была приурочена к окраине Устюртской микроплиты, под которую в раннекаменноугольную эпоху погружалась субокеаническая плита Прикаспийской впадины, а в более поздние эпохи, вплоть до середины пермского периода, продолжалось их столкновение в условиях коллизии и орогении. От этого времени сохранилась крупная асимметрично построенная структура Южно-Эмбинской аккреционной призмы, приуроченная к граничной сутуре глубинного разлома между Устюртским массивом и Прикаспийской впадиной.

Нам известны другие точки зрения и альтернативные гипотезы, объясняющие появление вулканитов в пределах Прикаспийской впадины. Наиболее популярной гипотезой в настоящее время является предположение о существовании внутри впадины вулканической островной дуги, ориентированной вдоль ее юго-восточного борта и приуроченной к зоне субдукции, погружающейся на запад [7]. Не вдаваясь в подробную

критику этой гипотезы (“модели”), укажем лишь на отсутствие признаков существования такого объекта – самой островной дуги внутри впадины. Ни что, кроме неоднозначной интерпретации данных аэромагнитных съемок, не может свидетельствовать данному объекте. Сами эти данные и результаты расчетов глубины расположения магнитовозмущающих тел и их толщины могут трактоваться иначе [15], тем более, что известные нам результаты измерений свидетельствуют о сравнительно низкой магнитной восприимчивости вулканогенных образований, находящихся на юго-востоке Прикаспийской впадины. Скорее всего, известные здесь гравитационный максимум и интенсивная положительная магнитная аномалия обусловлены более высоким, чем в центральной части впадины, положением её фундамента (на уровне 7–9 км от поверхности). По нашим представлениям, находящимся в согласии с данными региональных геофизических исследований и геодинамического анализа, его состав соответствует габбро-базальтовому слою океанической коры.

Мы благодарны всем коллегам, предоставившим свои материалы и участвовавшим в обсуждении различных аспектов сложнейшей и мало изученной проблемы вулканизма на юго-востоке Прикаспийской впадины, а также его геодинамической роли в формировании структур ее обрамления. Наши исследования не планировались и никем, к сожалению, не финансировались. Мы пользовались лишь моральной поддержкой наших коллег, что уже само по себе немало. Разумеется, мы осознаем, что находимся скорее в начале пути при изучении вулканизма на юго-востоке Прикаспийской впадины, поэтому будем чрезвычайно признательны всем, кто найдет возможным обсудить затронутые нами вопросы и выскажет критические замечания.

Библиографический список

1. Карцева О. А., Кирюхин Л. Г. Верхнепалеозойские отложения Устюрта // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1974. Т. 39, вып. 6. С. 5–12.
2. Соловьев Б. А., Юрель Г. Н., Павлинова Н. В. Роль вулканических процессов в формировании подсолевого комплекса на юго-востоке Прикаспийской впадины // Изв. вузов. Геология и разведка. 1991. № 1. С. 16–23.
3. Попков В. И. Палеозойский вулканогенно-осадочный комплекс северо-запада Туранской платформы // Разработка нефтегазовых месторождений. М.: ВНИОЭНГ, 1992. Вып. 4. С. 11–16.
3. Пронин А. П., Серебрякова И. А. О наличии московских отложений в Тенгиз-Кашаганской зоне юго-востока Прикаспийской впадины // Недра Поволжья и Прикаспия. 2015. Вып. 81. С. 27–34.
4. Арабаджи М. С., Безбородов Р. С., Бухаров А. В. Прогноз нефтегазоносности юго-востока Прикаспийской синеклизы. М.: Недра, 1993. 160 с.



5. Пилифосов В. М., Воцалевский Э. С., Васильев Б. А. Тектоника области сочленения Прикаспийской впадины и Северного Устюрта // Геология Казахстана. 1996. № 1. С. 66–78.
6. Пронин А. П., Турков О. С., Калмуратова С. А., Милькина Н. В. Новые данные об условиях образования палеозойских отложений п-ва Бузачи // Геология Казахстана. 1997. № 4. С. 43–52.
7. Гаврилов В. П., Леонова Е. А., Руднев А. Н. Геодинамическая модель геологического строения и нефтегазоносности Прикаспийской впадины // Геология нефти и газа. 2009. № 3. С. 2–10.
8. Пилифосов В. М., Воцалевский Э. С., Азербайев Н. А., Пронин А. П. Проблема палеозойского вулканизма юга Прикаспийской впадины // Геология Казахстана. 1997. № 1. С. 4–10.
9. Рихтер Я. А. О коллизионной природе структур юго-восточного обрамления Прикаспийской впадины // Тр. / НИИ геологии Саратов. ун-та. Нов. сер. Т. 6. 2000. С. 5–15.
10. Абилхасимов Х. Б. Условия формирования природных резервуаров подсолевых отложений Прикаспийской впадины и оценка перспектив их нефтегазоносности : автореф. дис. ... д-ра геол.-минер. наук. М., 2009. 40 с.
11. Попков В. И. Позднепалеозойский вулканизм Туранской плиты // Геология, география и глобальная энергия. 2010. № 3 (38). С. 30–35.
12. Гужиков А. Ю., Пронин А. П. О возможных источниках магнитных аномалий юга Прикаспийской впадины // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2015. Т. 15, вып. 3. С. 37–46.
13. Рихтер Я. А. Внутриплитная региональная геодинамика : Прикаспийская впадина и ее обрамления. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2012. 116 с.
14. Лабутина Л. И. Распространение эффузивных пород в верхнем палеозое в кара-калпакской части Устюрта // Вопросы литологии, фаций, палеогеографии и геохимии нефтегазоносных отложений Узбекистана. Ташкент : ФАН, 1978. С. 66–72.
15. Сегалович В. И., Волож Ю. А., Антипов М. П., Васильев О. А. Природа Северо-Каспийской гравитационной аномалии // Геотектоника. 2007. № 3. С. 30–45.



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Басамыкин Сергей Сергеевич, магистрант 1-го года обучения географического факультета Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: VOLNII13@mail.ru.

Галстян Гаянэ Арменовна, аспирант кафедры физической географии и ландшафтной экологии географического факультета Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: gga-90@mail.ru.

Гончаренко Ольга Павловна, заведующий кафедрой петрографии и минералогии геологического факультета Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, доктор геолого-минералогических наук. E-mail: GoncharenkoOP@mail.ru.

Гусев Виктор Александрович, заведующий кафедрой геоморфологии и геоэкологии географического факультета Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент. E-mail: geograp-nauka@yandex.ru.

Демакина Ирина Игоревна, научный сотрудник лаборатории агрометеорологии ФГБНУ Научно-исследовательский институт сельского хозяйства (НИИСХ) Юго-Востока (г. Саратов), кандидат сельскохозяйственных наук. E-mail: raiser_saratov@mail.ru.

Затонский Виктор Александрович, инженер 2-й категории учебной лаборатории геоинформатики и тематического картографирования географического факультета Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: viktorzatonsky@yandex.ru.

Иванова Галина Федоровна, доцент кафедры метеорологии и климатологии географического факультета Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, кандидат географических наук. E-mail: vialol@mail.ru.

Коробов Александр Дмитриевич, заведующий кафедрой 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: korobad@yandex.ru.

Кравченко Татьяна Ивановна, заведующий лабораториями кафедры сопротивления материалов Владимирского государственного университета имени А. Г. Столетова и Н. Г. Столетова (г. Владимир), кандидат технических наук. E-mail: tatyana.ttkachenko@yandex.ru.

Левицкая Нина Григорьевна, заведующий лабораторией агрометеорологии ФГБНУ Научно-исследовательский институт сельского хозяйства (НИИСХ) Юго-Востока (г. Саратов), кандидат сельскохозяйственных наук. E-mail: levickie@rol.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.

Михайлова Евгения Владимировна, аспирант кафедры физической географии и ландшафтной экологии географического факультета Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: Evgenia270598@mail.ru.

Молочко Анна Вячеславовна, доцент кафедры геоморфологии и геоэкологии географического факультета Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, кандидат географических наук. E-mail: farik26@yandex.ru.

Московский Георгий Александрович, профессор кафедры петрографии и минералогии геологического факультета Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, доктор геолого-минералогических наук. E-mail: MoskovskyGA@info.sgu.ru.

Пичугина Наталья Валентиновна, доцент кафедры физической географии и ландшафтной экологии географического факультета Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, кандидат географических наук. E-mail: pichuginan@mail.ru.

Преображенский Юрий Владимирович, ассистент кафедры экономической и социальной географии географического факультета Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, кандидат географических наук. E-mail: toprofag@yandex.ru.

Проказов Михаил Юрьевич, старший преподаватель кафедры физической географии и ландшафтной экологии географического факультета Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: fiz-kafedra@yandex.ru.

Пронин Алексей Петрович, менеджер по анализу керн-на ТОО «Компания Жакан» (г. Атырау, Казахстан). E-mail: kcr@zhahancompany.kz.

Радзиевская Ольга-Мария Александровна, аспирант геологического факультета Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: dekanatgeol@sgu.ru.

Рихтер Яков Андреевич, профессор кафедры общей геологии и полезных ископаемых геологического факультета Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, доктор геолого-минералогических наук. E-mail: tyr2760@yahoo.com.

Свидзинский Сергей Александрович, главный специалист отдела главного геолога ООО «ЕвроХим-ВолгаКалий» (г. Котельниково, Волгоградская область), доктор геолого-минералогических наук. E-mail: SvidzinskySA@yandex.ru.

Филатов Владимир Викторович, профессор кафедры сопротивления материалов Владимирского государственного университета имени А. Г. Столетова и Н. Г. Столетова (г. Владимир), доктор геолого-минералогических наук. E-mail: v.filatov@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Basamikin Sergey Sergeevich, Saratov State University, geographical faculty, master-student. E-mail: VOLNII13@mail.ru

Demakina Irina Ivanovna, Agricultural Research Institute for South-East Region (ARISER), laboratory of agrometeorology, researcher. E-mail: raiser_saratov@mail.ru.

Galstyan Gayane Armenovna, Saratov State University, geographical faculty, department of physical geography and landscape ecology, post-graduate student. E-mail: gga-90@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 geomorphology and geoecology, associate professor, head of department. E-mail: geograf-nauka@yandex.ru.

Ivanova Galina Fedorovna, Saratov State University, geographical faculty, department of meteorology and climatology, associate professor. E-mail: vigalol@mail.ru.

Filatov Vladimir Viktorovich, Vladimir state University named after Alexander G. and Nicholas G. Stoletovs, department of «Mechanics of materials» (Vladimir), professor. E-mail: v.filatov@yandex.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: korobad@yandex.ru.

Kravchenko Tatiana Ivanovna, Vladimir state University named after Alexander G. and Nicholas G. Stoletovs, laboratories of the department «Mechanics of materials» (Vladimir), head of laboratories. E-mail: tatyana.ttkachenko@yandex.ru.

Levitskaya Nina Grigorievna, Agricultural Research Institute for South-East Region (ARISER), laboratory of agrometeorology, head of laboratory. E-mail: levickie@rol.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.

Mikhaylova Evgeniya Vladimirovna, Saratov State University, geographical faculty, department of physical geography and landscape ecology, post-graduate student. E-mail: Evgenia270598@mail.ru.

Molochko Anna Vyacheslavovna, Saratov State University, geographical faculty, department of geomorphology and geoecology, associate professor. E-mail: farik26@yandex.ru.

Moskovsky Georgiy Aleksandrovich, Saratov State University, geological faculty, department of petrography and mineralogy, professor. E-mail: MoskovskyGA@info.sgu.ru.

Pichugina Natalia Valentinovna, Saratov State University, geographical faculty, department of physical geography and landscape ecology, associate professor. E-mail: pichuginan@mail.ru.

Preobrazhenskiy Yuriy Vladimirovich, Saratov State University, geographical faculty, department of economical and social geography, associate professor. E-mail: topofag@yandex.ru.

Prokazov Mikhail Yurievich, Saratov State University, geographical faculty, department of physical geography and landscape ecology, senior teacher. E-mail: fiz-kafedra@yandex.ru.

Pronin Aleksey Petrovich, TOO «Zhakhan Company» (Republic of Kazakhstan, Atyrau), core analysis manager. E-mail: kcr@zhahan-company.kz.

Radzievskaya Olga-Mariya Aleksandrovna, Saratov State University, geological faculty, post-graduate student. E-mail: dekanat-geol@sgu.ru.

Richter Yakov Andreevich, Saratov State University, geological faculty, department of general geology and minerals, professor. E-mail: tyr2760@yahoo.com.

Svidzinskiy Sergey Aleksandrovich, main specialist of main geologist department of «EuroKhim-VolgaKaliy» (Volgograd region, Kotelnikovo). E-mail: SvidzinskySA@yandex.ru.

Zatonskiy Viktor Aleksandrovich, Saratov State University, geographical faculty, educational laboratory of geoinformatic and the-matically mapping, 2nd category engineer. E-mail: viktorzatonsky@yandex.ru.



Подписка на I полугодие 2016 года

Индекс издания по каталогу ОАО Агентства «Роспечать» 36010.

Раздел 21 «Науки о Земле. Экология».

Журнал выходит 4 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

