



ГЕОГРАФИЯ

*Светлой памяти
Эдуарда Аркадьевича Молоствовского
посвящается*

УДК[502.3:631.416.8] (470.44 – 25)

СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ТЕХНОГЕННЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ САРАТОВА

В.Э.Макаров, Э.А.Молостовский¹, Б.А.Новаковский¹, О.В.Суровцева,
А.Н.Чумаченко

Саратовский государственный университет,
кафедра физической географии и ландшафтной экологии
E-mail: gis@sgu.ru

¹Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
кафедра геоэкологии
E-mail: chumach@sgu.ru

В статье рассмотрены структура и динамика ореолов техногенных геохимических аномалий на территории Саратова по результатам исследований за последние пятнадцать лет.

Ключевые слова: экологический мониторинг, техногенные геохимические аномалии, урбо-ландшафтное районирование, геоинформационное картографирование.

Structure and Dynamics of Saratov City Geochemical Fields

V.Z. Makarov, E.A. Molostovskiy, B.A. Novakovskiy, O.V. Surovtseva,
A.N. Chumachenko

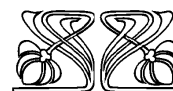
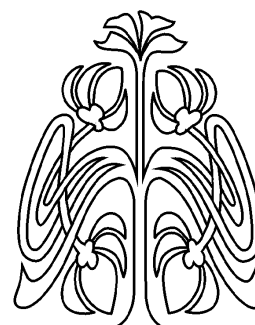
This article represents structure and dynamics of anthropogenic geochemical anomalies halos within Saratov city territory as a result of the last 15th years research.

Key words: ecological monitoring, anthropogenic geochemical anomalies, urbollandscape zoning, GIS mapping.

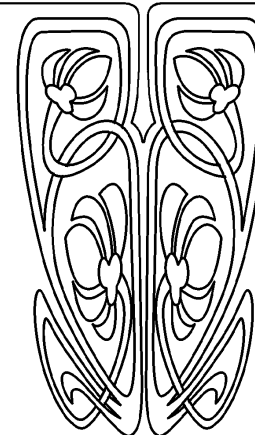
Постановка проблемы. В современном мире основная часть населения проживает в крупных и крупнейших городах и мегалополисах. Саратов относится к числу крупнейших городов Нижнего Поволжья. В двойном городе Саратов-Энгельс проживает более 1100 тыс. жителей.

В Саратове на площади в 310 км² сосредоточены крупные предприятия химии, нефтехимии, нефтепереработки, стройиндустрии, машиностроения, энергетики, имеющие федеральное значение. На территории города размещено более 500 промышленных площадок, находятся нефтяной промысел и подземное газохранилище, работают два аккумуляторных завода.

Отметим, что в Саратове в настоящее время наблюдается процесс обострения экологических проблем, связанный с известным ослаблением контроля за выполнением природоохранных мероприятий на промышленных и транспортных предприятиях, резким увеличением плотности транспортного потока на городских улицах, хаотичной застройкой и уплотнением исторического центра и, как следствие, загрязнением воздушного бассейна города, хронической нехваткой средств на обновление инженерной инфраструктуры и жилого фонда, сокращением и без того малого количества зеленых насаждений общего пользования и пр.



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





Поэтому постоянное наблюдение за экологической ситуацией в городе является актуальной, требующей постоянного внимания проблемой городского муниципалитета и общественности.

Некоторые результаты ранее выполненных ландшафтно-геохимических исследований. В начале 90-х гг. прошлого столетия в Саратове была предпринята первая и пока, к сожалению, единственная попытка комплексного и достаточно глубокого изучения состояния санитарно-гигиенической и геоэкологической обстановки в городе. Речь идет о специализированной экологической программе «Экологический мониторинг Саратова» (ЭМоС), принятой городскими властями в 1992 году. Полевые и камеральные работы носили комплексный характер и включали разнообразные геоэкологические исследования на модельных площадках и полигонах-трансектах, специализированные микро- и мезоклиматические наблюдения, литохимическое и гидрохимическое опробование, неоднократную снегогеохимическую съемку, геоморфологические наблюдения, геоботанические и биоиндикационные исследования, гидрологические и гидрогеологические изыскания, социологические опросы, медико-экологический анализ, историко-архивные разыскания. Наиболее детальные были выполнены сотрудниками географического (лаборатория урбоэкологии и лаборатория геоинформатики и тематического картографирования) и геологического факультетов СГУ в Саратове и пригородной зоне.

В процессе выполнения этих работ В.З. Макаровым с сотрудниками лаборатории урбоэкологии была разработана и проверена на практике концептуальная основа и методология комплексного геоэкологического изучения урбанизированных территорий [1]. Предложенный Макаровым подход урболандшафтного районирования территории города, элементарной таксономической единицей которого является урболандшафтный участок, взят за основу при выделении ключевых участков исследования Саратова во все последующие годы. Важнейшее внимание в 90-е гг. было уделено разработке концепции геоинформационного эколого-географического картографирования городов, методов и приемов создания природно-экологических, техногенно-экологических и социально-экологических карт городов с применением ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования Земли [2, 3].

Выполнение программы ЭМоС позволило получить значимые практические результаты. В частности, были изучены и картографированы основные свойства и формы проявления урбогенеза на территории Саратова и других крупных городов, подтвержден уже известный высокий уровень техногенной концентрации химических элементов, превращающий городскую территорию в единый геохимический ореол рассеяния,

выявлена высокая контрастность, своеобразная «пятнистость» геохимических аномалий на городской территории и в ближнем пригороде, обнаружена, с одной стороны, активная динамика переноса и перераспределения загрязняющих веществ между удаленными друг от друга «грязными» и «чистыми» участками, а с другой – локально-точечный и локально-линейный характер высоких уровней загрязнения на промышленных площадках, городских свалках и вокруг них, а также вдоль транспортных коридоров и в овражно-балочной сети. Это свидетельствует о сложных процессах миграции загрязняющих веществ, связанных с особенностями природно-ландшафтных и градопланировочных факторов, со спецификой промышленного производства и состоянием коммунального хозяйства Саратова.

Неоднократные снегогеохимические и литохимические съемки городской территории обнаружили явное преобладание *нейтрально-щелочных* показателей в почвенном покрове и снеговой воде, что свидетельствует об *урбогенном защелачивании* природных сред, несмотря на известные «кислые» выбросы двуокиси серы при работе предприятий теплоэнергетики. Преобладание щелочного буфера в почвах Саратова является положительным фактором, так как ограничивает миграционную подвижность опасных биоцидов, например свинца. Результаты этой работы использованы в различных отчетах, докладах и научных публикациях [4].

В 2000 г. литохимическое исследование почв и грунтов территории Саратова было продолжено сотрудниками НИИ геологии СГУ совместно со специалистами Музея В.И.Вернадского РАН [8] в рамках соглашения с «Институтом устойчивых сообществ» (ISC, США). Проведенные работы позволили нам сформулировать следующие выводы.

1. Анализ распределения валовых концентраций тяжелых металлов по территории Саратова выявил приоритетные для данного города элементы-загрязнители. Это кадмий, свинец, цинк, медь, никель.

2. Выявлена высокая степень подвижности указанных металлов 1–2-го класса опасности, что требует незамедлительной реакции природоохранных служб. Были выделены сильно подвижный кадмий (41% подвижных форм), цинк и свинец (соответственно, 21,75% и 21,7% проб).

Наиболее загрязненными оказались промышленные, селитебные и промышленно-селитебные участки, приуроченные в основном к элювиально-аккумулятивному типу геохимических ландшафтов [5].

Результаты почвенно-геохимических работ. В 2007 г. сотрудниками лаборатории урбоэкологии и регионального анализа и лаборатории геоэкологии географического и геологического факультетов СГУ по заказу Комитета охраны окружающей среды и природопользования Саратовской области было осуществлено ещё одно



эколого-геохимическое обследование почв на территории Саратова с целью определения их загрязнения солями группы тяжёлых металлов (1–3-го класса опасности) и нефтепродуктами. Подчеркнем, что обследование городских земель для оценки их загрязнения нефтепродуктами было выполнено впервые. Исследования проводились под научным руководством профессора В.З. Макарова, ответственными исполнителями работ были профессор Э.А. Молоствовский и профессор А.Н. Чумаченко. Отбор почвенных проб, их привязка на местности, документальное оформление и пробоподготовка осуществлялись студентами-практикантами СГУ Е.Н. Михеевым, И.Ю. Ивановой и А.В. Величко под руководством и при непосредственном участии И.Ю. Фролова, М.В. Решетникова. Им всем авторы данной статьи приносят глубокую благодарность.

Методика исследований определялась содержанием технического задания, государственными стандартами по контролю загрязнения почв и методическими рекомендациями по проведению эколого-геохимических исследований. Согласно этим документам необходимо было:

- провести геохимическое обследование почв и почвогрунтов в разных урбандшафтных зонах территории г. Саратова;

- провести оценку современного эколого-геохимического состояния (ЭГС) городских почв по отношению к ПДК, ОДК и фоновым параметрам;

- установить соотношение современного ЭГС почв и почвогрунтов городской территории с ЭГС прошлых лет в различных урбандшафтных выделах;

- построить серию эколого-геохимических карт;

- создать почвенно-экологическую карту и синтетическую ландшафтно-геохимическую карту городской среды по данным аналитических карт.

- создать геоинформационную эколого-геохимическую модель территории Саратова.

В подготовительный период были проанализированы отчётные материалы литогеохимических исследований 1992–1993 гг. и 2000 года. На их основе с учётом положения и интенсивности известных аномалий тяжёлых металлов, рельефа, розы ветров и урбандшафтной структуры города разработана схема опробования.

В соответствии с задачами исследования было определено семь репрезентативных полигонов (рис. 1). Четыре наиболее крупных полигона расположены в районах, где в процессе предыдущих исследований были выявлены устойчивые площадные аномалии тяжёлых металлов высокой интенсивности. Три полигона были заложены в относительно чистых окраинных районах много- и малоэтажной жилой застройки. Ниже приводятся краткие характеристики полигонов обследования, включённых в литохимическое опробование.

Полигон № 1 площадью 8–10 км² расположен близ южной границы города на вершине и склонах

горы Увек (контуры полигона образуют почти правильный четырёхугольник). На территорию полигона попадают посёлки: Нефтяной, Новый Увек, Увек Береговой и Увек Ивановский, а также Увекская нефтебаза и санитарно-защитная зона ОАО «Саратовский НПЗ».

Полигон № 2 общей площадью 11,5 км² расположен в северной части Заводского района в зоне промышленных предприятий ОАО «Завод АИТ», ОАО «Саратовский авиационный завод», ОАО «Литий-Элемент» и др. Его контуры вытянуты вдоль берега Волгоградского водохранилища. На территории полигона расположены жилые посёлки Юриш, Лесопильный, Улеш и жилые микрорайоны многоэтажной застройки. Полигон пересекает железная дорога со станциями Саратов-3, Лесопильный и Князевка.

Полигон № 3 площадью 13 км² расположен в Кировском и Фрунзенском районах с захватом части Волжского района. В него входит большая часть густонаселённого исторического центра города, а также территории посёлков Завокзальный, 1-й Пугачёвский, Детский парк и парк Липки, скверы по улицам Астраханская и Рахова; площадки промышленных предприятий «Электроисточник», «Серп и Молот», железнодорожных станций Саратов-1, Саратов-2, Локомотивное депо.

Полигон № 4 площадью 14 км² расположен в северной части Ленинского района города, в зоне предприятий группы компаний «Объединённые стекольные заводы Саратова», ГНПП «Контакт», ОАО «Рефлектор». На эту территорию попадают также жилые районы 5-го и 6-го кварталов, пос. Северный, ВСО и Елшанка.

Полигон № 5 площадью 3 км² расположен в средней части склона Лысогогорского плато, в жилых районах 2-й и 3-й Дачной. Промышленные предприятия отсутствуют.

Полигон № 6 площадью 3,5 км² расположен в районе Соколовой горы и включает пос. Соколовогорский, Новосоколовогорский, совхоз «Комбайн» и микрорайон Юбилейный. На водораздельной части Соколовой горы расположен парк Победы, на восточном склоне – нефтепромысел (Соколовогорский) и садовые участки.

Полигон № 7 площадью 5,5 км² расположен в северной части города. Включает пос. Мирный и Солнечный. Промышленные предприятия здесь практически отсутствуют.

На этих полигонах было отобрано 100 литогеохимических проб, что позволило выполнить в общей сложности 1200 аналитических определений, состав которых распределился следующим образом:

- определение валовых содержаний Cu, Zn, Cd, Ni, Pb, As, Hg – 700 анализов;

- определение концентраций подвижных форм Cr, Cu, Zn, Ni – 400 анализов;

- определение нефтепродуктов – 100 анализов.

Аналитические работы выполнялись в аккредитованных лабораториях Государственной

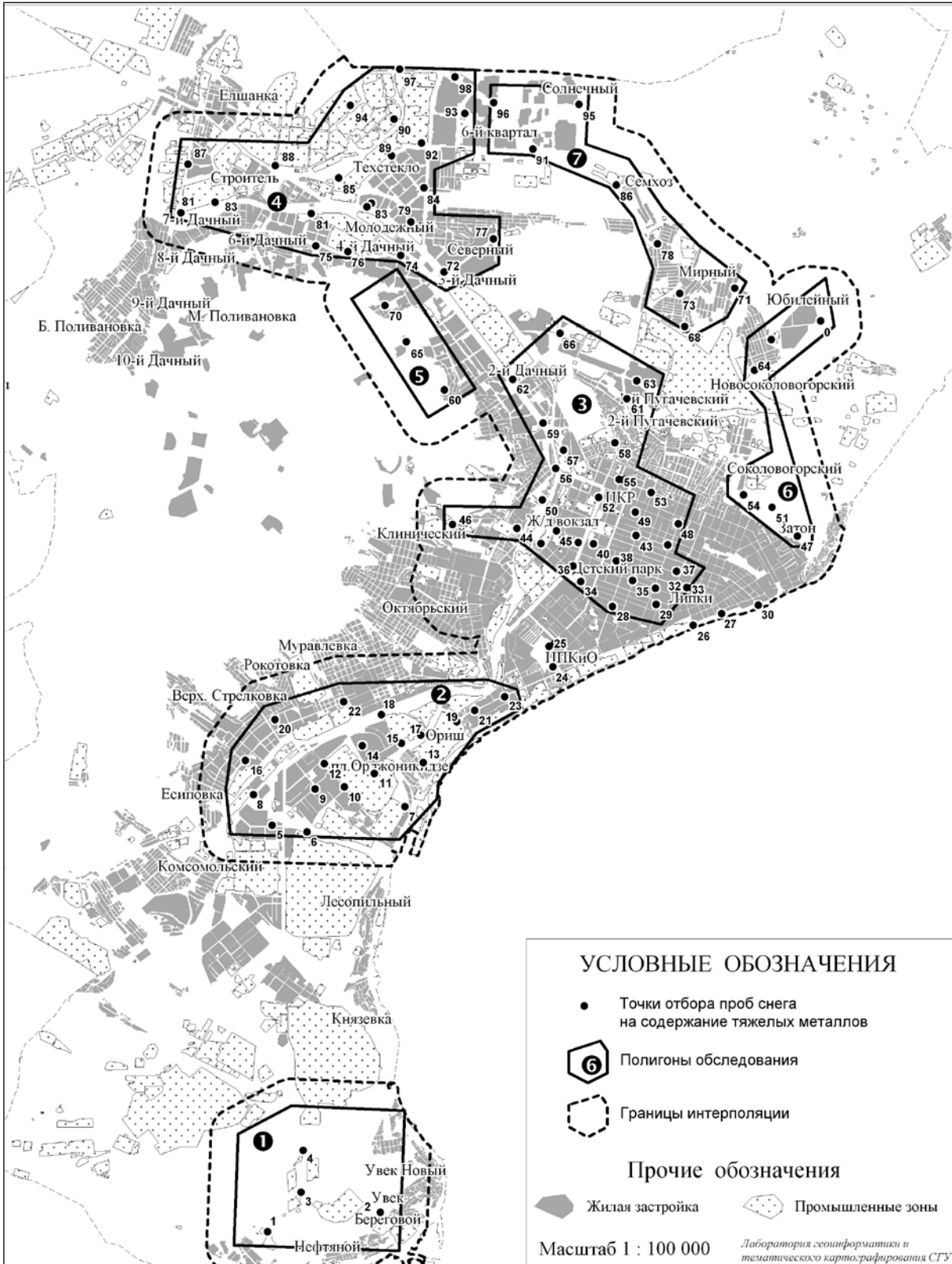


Рис. 1. Карта фактического материала



станции агрохимической службы «Саратовская» и филиале «ЦЛАТИ по ПФО».

На основе полученных аналитических результатов были составлены детальные геохимические карты 7 исследовательских полигонов масштаба 1:20 000 и подготовлены обобщающие схемы масштаба 1:100 000 на всю территорию города (рис. 2).

В качестве примера рассмотрим полученные результаты по некоторым химическим элементам и их ассоциациям.

Ртуть – валовая форма. Ртуть обнаружена во всех пробах в концентрации от 0,02 до 1,25 мг/кг при фоне в 0,026 мг/кг. В 63% почвенных проб содержание ртути не достигает трёхфонового порогового уровня (0,078 мг/кг), от которого определялись геохимические аномалии.

Её воздействием в той или иной мере затронуты все 6 административных районов города, но в основном это южные части Кировского, Фрунзенского, Волжского и Октябрьского районов. Подавляющее большинство проб с повышенным содержанием ртути было отобрано на территории исторического центра города. Геохимическая аномалия полностью охватывает центр города. Юго-восточный край аномалии примыкает к городской набережной, где прослеживается более чем на 5 км от устья Глебучевого оврага до пос. Улеши. От Набережной Космонавтов аномалия протягивается к северо-западу почти до 2-й Дачной остановки. Общая площадь аномалии – 25–27 км².

Главная аномалия обладает концентрической зональностью, с последовательным снижением величины K_c от 30–50 единиц в ядре до 3–5 на периферии. На общем фоне выделяется несколько локальных и точечных аномалий с K_c равным 5–10 единицам, которые в совокупности с локальными незагрязнёнными участками формируют сложную мозаичную структуру основного ртутного поля Саратова. Основная часть изученной территории практически не затронута ртутным загрязнением за исключением двух слабоинтенсивных точечных аномалий на полигонах № 4 и № 7 в Ленинском районе.

Причина широкого загрязнения исторического центра города ртутью не имеет однозначного объяснения. Впервые центральная аномалия в близкой конфигурации и интенсивности была установлена при почвенно-геохимических работах в рамках программы ЭМоС в 1992–1993 гг., когда в качестве возможного источника выбросов была названа СарГРЭС, но это предположение не было подтверждено фактическим материалом. В 1994 г. саратовским городским Комитетом по охране окружающей среды были проведены специальные исследования, по выяснению причин ртутного загрязнения центрального района Саратова. Были выявлены многочисленные рассеянные источники локального загрязнения почв ртутью за счёт выбросов из вытяжных систем учебных лабораторий, разбитых термометров в

детских учреждениях и больницах, выброшенных ртутных ламп и пр. [9].

Отсутствие ртутных аномалий на территориях Заводского и Ленинского районов исключает возможность загрязнения центральной части города за счёт сторонних промышленных выбросов. Аномалия имеет, несомненно, местное происхождение и возникла вследствие элементарной санитарной небрежности населения.

Интенсивность аномалии, установленная по сопоставлению с местным фоновым уровнем, не представляет сколько-нибудь значимой токсикологической опасности, поскольку максимальное содержание ртути не достигает уровня предельно допустимых концентраций.

Мышьяк – валовая форма. Мышьяк обнаружен во всех почвенных пробах в концентрациях от 1,5 до 8,8 мг/кг при местном фоне 2,5 мг/кг. В 19% проб его концентрация ниже фоновых, у 64% содержание мышьяка не достигает двойного фона (5мг/кг), который был принят в качестве порогового уровня для выделения аномалий. К разряду аномальных с $K_c > 2$ единиц относятся 17% проб, которые в основном сосредоточены в северной и северо-восточной частях городской территории в пределах Ленинского и Волжского районов (Елшано-Гусельская равнина, Соколовогорское плато). Основная часть проб с повышенным содержанием мышьяка была отобрана на полигонах № 4, 6 и 7. На центральном полигоне № 3 обнаружены 2 точечные аномалии. В почвах южной и центральной частей города (Заводской, Октябрьский и Кировский районы) мышьяк присутствует в концентрациях ниже порогового уровня.

В зоне повышенного загрязнения зарегистрирована цепочка локальных (от 2 до 3,5 км²) аномалий, которая трассируется по крутой дуге через полигоны № 6, 7 и 4 от Соколовогорского поднятия до Золотой долины в северо-западной части Ленинского района. Все аномалии отмечены слабой интенсивностью со значениями K_c в пределах 2–3 единиц.

Поскольку фоновая концентрация мышьяка (2,5 мг/кг) превышает его ПДК (2 мг/кг), при построении геохимических карт был использован второй показатель. Построенные на базе ПДК карты геохимических аномалий позволили выявить в центральной части города (полигон №3) дополнительно несколько точечных аномалий с $K_c = 2–3$ ПДК. Основная зона загрязнения отчётливо выделяется в форме описанной выше дуги шириной от 1 до 2 км, которая прослежена на протяжении около 15 км от Соколовой горы до Золотой долины. В этой зоне $K_{c, \text{пдк}}$ варьирует в пределах от 2 до 3 ПДК с локальными разобщёнными аномалиями с K_c в 3 и более ПДК.

Столь масштабное загрязнение городской территории соединениями мышьяка установлено впервые. При работах 1992–1993гг. эмиссионным спектральным анализом были выявлены 10 рассеянных по всему городу кадмиевых аномалий в

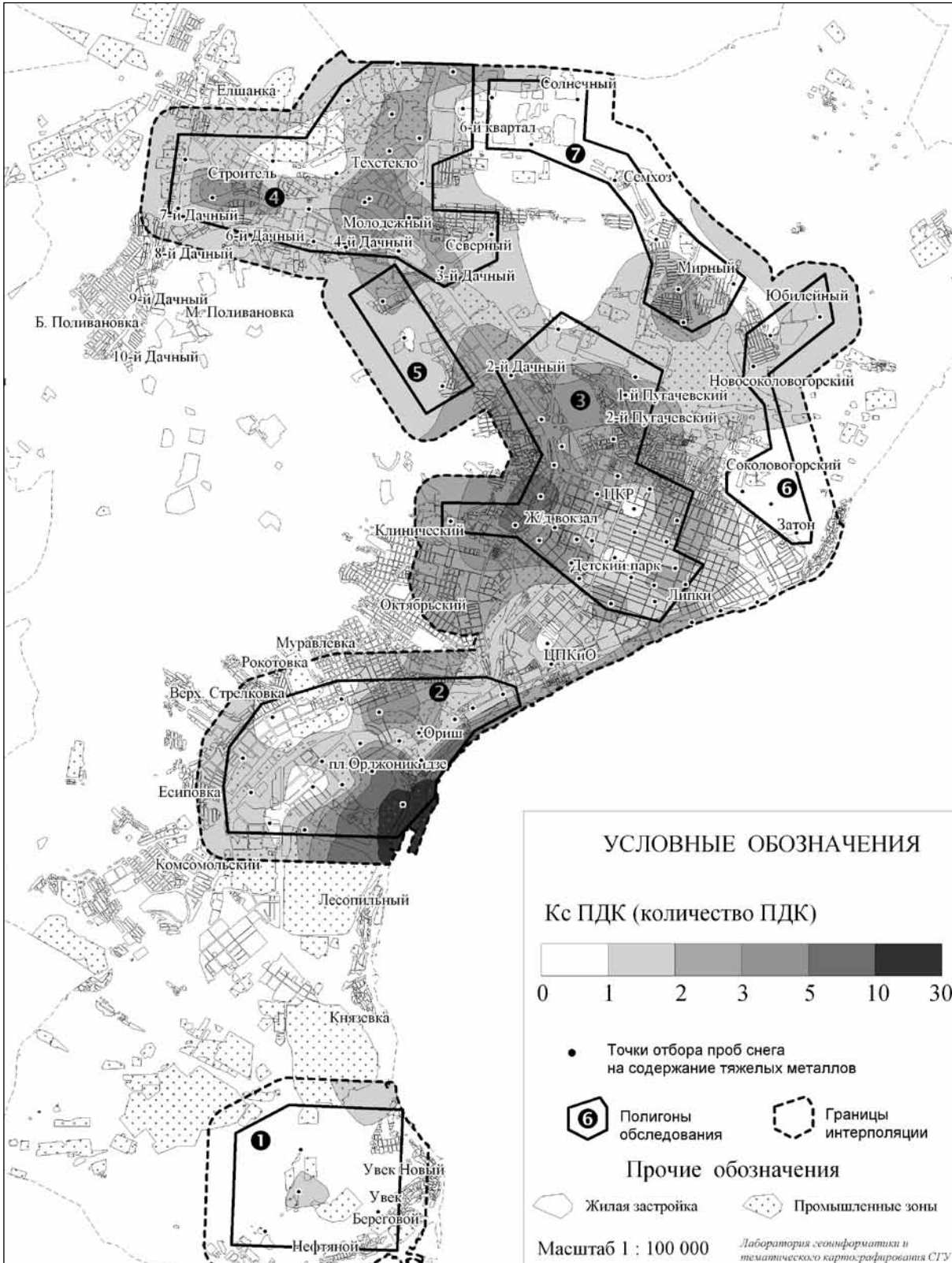


Рис. 2. Превышение ПДК свинца



концентрациях с двукратным превышением фона. Сделать сколько-нибудь внятные выводы на этом материале было невозможно, а при почвенно-геохимических работах в 2000 г. мышьяк не определялся. Для выявления возможных источников загрязнения территории города мышьяком необходимы дополнительные, более детальные исследования.

Кадмий – валовая форма. Кадмий обнаружен во всех пробах в концентрациях от 0,27 до 50,4 мг/кг при фоновом значении в 0,23 мг/кг. Большая часть (54 %) проб содержит кадмий в концентрациях меньших порогового уровня (0,69 мг/кг). В основной массе резко выделяется группа из двух десятков проб с интенсивным кадмиевым загрязнением – от 2 до 50 мг/кг.

На обследованной части городской территории выделены четыре пространственно разобщённых аномалии кадмия.

Аномалия № 1 площадью около 6 км² выделена на вершине горы Увек в пределах полигона № 1 по четырём точкам. Точные контуры её не установлены. Аномалия имеет концентрически зональную структуру с $K_c = 219$ в центральной части. На периферии коэффициенты концентрации постепенно снижаются до порогового значения ($K_c = 3$). Район полигона № 1 представляет собой многолетнюю залежь с плотным разнотравно-злаковым покровом и редкими кустарниками. На удалении 0,6–0,8 км от точек отбора расположены ёмкости Увекской нефтебазы. Промышленные предприятия отсутствуют.

Аномалия № 2 находится в северной части Заводского района в пределах крупного промышленного узла в составе заводов АИТ, САЗ, Зуборезных станков и др. В непосредственной близости от предприятий расположены жилые кварталы и многочисленные детские учреждения. Установленная при настоящих работах площадь кадмиевой аномалии превышает 10 км², что практически равноценно территории полигона № 2. Отчётливо выражен концентрически зональный характер техногенного загрязнения, центром которого являются ОАО «Завод автономных источников тока» (ЗАИТ) и ОАО «Литий-элемент». В центральной части аномалии, в санитарно-защитной зоне ЗАИТ, K_c приближается к 200 единицам, на периферии, в 1,5–2 км от центра, коэффициенты концентрации снижаются до значений, близких к пороговому уровню.

Аномалия № 3 фактически является продолжением аномалии в пределах исторического центра города, где занимает западную часть полигона № 3. Она представлена субмеридиональной неправильной формы полосой с извилистыми контурами, которая прослеживается на 10 км от берега Волгоградского водохранилища до южной границы Ленинского района. Ширина аномальной зоны в южной части достигает 1,5–2 км, на северном её окончании сужается до 0,5 км. Интенсивность загрязнения почв кадмием в пределах аномалии

№ 3 невелика. Значения K_c в её пределах варьируют в пределах от 3–5 единиц от фона, лишь в районе расположения завода «Электроисточник» намечается локальная аномалия площадью около 1 км² с K_c до 29 единиц.

Аномалия № 4 находится в северо-западной части Ленинского района в границах полигона № 5. Пространственно сопряжена с промзонами заводов «Контакт», «Рефлектор» и др. Аномалия незначительной интенсивности ($K_c = 3–5$ единиц), её площадь порядка 2–2,5 км².

Единичные точечные аномалии кадмия близ пороговой интенсивности, выявленные в разных районах города, не имеют сколько-нибудь заметного значения для техногенного геохимического поля города. Геохимическая карта кадмия, построенная на базе предельно допустимых концентраций, сходна с картами, за основу построения которых взята концентрация природного фона.

Предприятия-загрязнители для большинства аномалий очевидны. Аномалии № 2 и № 3 являются производными аэрозольных выбросов завода автономных источников тока (ЗАИТ). Локальная аномалия на полигоне № 3 возможно связана с заводом «Электроисточник», источник аномалии № 4 – одно из предприятий ВПК Ленинского района. Достоверный источник образования интенсивной аномалии № 1 не установлен. Отсутствие промышленных предприятий в этом районе даёт основание для предположения о вторичном характере этой аномалии и её возможной связи со старыми несанкционированными захоронениями промышленных отходов.

Сопоставление современной карты с материалами литогеохимической съёмки 2000 г. свидетельствует о сохранении общей структуры геохимического поля кадмия на всей городской территории. Различия в деталях неизбежны из-за неравноценности фактологической базы – 500 проб в 2000 г. на 100 проб в 2007 году.

В целом намечается явный спад загрязнения городских почв кадмием по сравнению с предыдущими съёмками, который наиболее ощутим в центральной и северной частях города, удалённых от завода автономных источников тока.

Свинец – валовая форма. Свинец является одним из наиболее распространённых металлов в геохимическом поле Саратова. Его присутствие установлено во всех проанализированных пробах в концентрациях от 0,37 до 42 мг/кг, при этом в 15% проб его содержание не достигает порогового уровня, равного трём фоновым концентрациям ($K_c = 3\Phi = 25$ мг/кг). В основной массе (55%) проб K_c варьирует от 3 до 10 фоновых содержаний. Значительная (30 %) группа проб с повышенным содержанием свинца (K_c от 10 до 42) сосредоточена обычно в центральных частях крупных аномалий.

В общем поле свинцового загрязнения отчётливо индивидуализирована лишь аномалия на г. Увек. Она занимает центральную и северо-



западную часть полигона №1. Аномалия слабой интенсивности ($K_c = 3-6$), её площадь около 3 км^2 .

По материалам литогеохимической съёмки 2000 г. Увекская аномалия узкой полосой пунктирно прослеживается до северной части Заводского района, где сливается с аномальной зоной у пос. Юриш. При работах 2007 г. этот слабозагрязнённый участок протяжённостью около 5 км не обследовался.

Основная часть изученной территории находится в пределах единого геохимического поля, которое включает территории полигонов № 2, 3, 4 полностью и полигонов № 5, 6 и 7 частично. Южная часть геохимического поля совпадает территориально с полигоном №2 на севере Заводского района. Здесь полоса повышенных содержания свинца ($K_c = 3-10$) прослеживается к северо-востоку вдоль берега Волги на протяжении 8 км вплоть до устья Глебучева оврага.

От берега р. Волги аномальная зона трасируется к северо-западу вдоль денудационного уступа Лысогорского плато на протяжении 12 км вплоть до 6-й Дачной остановки. Её суммарная площадь приближается к 70 км^2 , но полностью главное свинцовое поле не оконтурено. На его восточном фланге намечается полоса минимального загрязнения ($K_c = 3-5$), фрагменты которой зарегистрированы на полигонах № 6 и № 7. На основной территории поля значения K_c лежат в пределах 5–10 единиц.

В пределах полигонов № 2, 3, 4 выделяются три зоны повышенного загрязнения. Южная зона представлена локальной ($2-3 \text{ км}^2$) аномалией, расположенной близ берега Волги у пос. Юриш. В её центральной части $K_c = 40$, на флангах он последовательно снижается с 19 до 5 единиц.

Основная зона повышенного свинцового загрязнения выявлена в западной части полигона № 3 в виде субмеридиональной полосы размером $1-1,5 \times 5 \text{ км}$, прилегающей к промзоне завода «Электроисточник». Коэффициенты концентраций в пределах этой наиболее крупной аномалии варьируют в пределах 10–20 единиц.

Третья локальная (около 2 км^2) аномалия с K_c в интервале 10–15 единиц зарегистрирована на полигоне № 4 в северо-западной части Ленинского района. Пространственно она тяготеет к промзоне заводов «Контакт», «Рефлектор» и др. Карта, построенная на основе предельно допустимых концентраций, по конфигурации и структурно близка к карте, базирующейся на фоновых показателях. Загрязнение основной части городской территории варьирует в интервале 1–1,5 ПДК, в перечисленных выше аномалиях – от 3 до 5 ПДК и лишь в южной аномалии в одной точке достигает 10 ПДК.

Согласно нормативам при оценке загрязнения земель валовыми формами свинца при концентрации меньше 1 ПДК последние относятся к категории допустимого загрязнения, концентрации от ПДК до 125 мг/кг классифицируются как низкий уровень загрязнения. При 4 ПДК валового

содержания свинца выявленные ореолы относятся к разряду слабозагрязнённых площадей. Анализ составленных карт позволяет сказать, что жилые районы города попадают в зоны допустимого и низкого уровней загрязнения.

Сопоставление результатов проведённых исследований с данными 2000 г. свидетельствует о существенном снижении уровня загрязнения городских земель валовыми формами свинца. Эта тенденция проявлена в существенном сокращении площадей повышенного ($10-30$ фонов) загрязнения и значительном спаде значений K_c в центральных частях наиболее интенсивных аномалий.

Так, по данным 2000 г., в аномалии на севере Ленинского района имелось несколько ядер с $K_c > 30$, а зона с $K_c = 10-30$ достигала 15 км^2 . В 2007 г. значения K_c в 30 и более фоновых значений здесь вообще не установлены, а зона с $K_c = 10-30$ сократилась до $2-2,5 \text{ км}^2$.

В аномалии завода «Электроисточник» исчезли мелкие аномалии-сателлиты с $K_c > 30$, а площадь зоны с $K_c = 10-30$ сократилась более чем втрое, с 25 до $6-7 \text{ км}^2$.

Цинк – подвижные формы. Цинк входит в группу из четырёх металлов, для которых согласно техническому заданию проводилось определение валовых и подвижных форм нахождения. Цинк в подвижной форме зарегистрирован во всех пробах в концентрациях от 0,08 до 104 мг/кг при фоновом содержании 0,41 мг/кг.

Геохимические поля цинка в валовой и подвижной формах идентичны по площади и конфигурации, но поле подвижного цинка характеризуется более сложной дифференциацией и повышенным уровнем загрязнения.

Выделяются четыре аномалии распределения подвижных форм.

Аномалия №1 (Увекская) площадью в $4,5 \text{ км}^2$ в центральной части имеет $K_c = 28,7$, ближе к периферии он снижается до 5,9 и менее.

Аномалия № 2 на севере Заводского района площадью более 11 км^2 пространственно тяготеет к территориям САЗ и ЗАИТ. Небольшая (около 1 км^2) зона повышенного загрязнения ($K_c = 32-43$) примыкает к берегу Волги, в основной части аномалии на площади около 9 км^2 K_c варьирует от 11 до 27 единиц.

Аномалия № 3 представляет собой сложно-дифференцированное поле интенсивного загрязнения, которое прослеживается на протяжении 6 км от берега р. Волги до южной части Ленинского района. Матрица аномального поля образована зоной относительно умеренного загрязнения с K_c от 10 до 50 единиц.

На этом фоне отчётливо выделяется крупная (до 20 км^2) бинарная аномалия № 4 с двумя изолированными ядрами с $K_c = 172$ и 297. Первое – западное – ядро примыкает к промзоне завода «Электроисточник», второе находится на 2 км восточнее, в селитебном районе исторического



центра города. По периферии зоны максимального загрязнения значения K_c снижаются до 30 единиц.

В северной части Ленинского района в пределах полигонов № 4, 5 и 7 на общем повышенном ($K_c > 10$) уровне намечается несколько локальных аномалий с K_c от 50 до 70 единиц.

Повышенные концентрации подвижных форм цинка характерны не только для промышленных зон, но и селитебных районов практически всего города.

При построении карты подвижных форм цинка относительно ПДК были зарегистрированы лишь четыре разрозненные точки с уровнем загрязнения в 1–1,2 ПДК и одна точка с $K_c = 4$ ПДК. Таким образом, практически вся территория города по содержанию подвижных форм цинка относится к первому (допустимому) уровню загрязнения.

Подобным образом было проанализировано содержание в почвах всех исследуемых химических элементов и их ассоциаций, сделаны соответствующие выводы о размещении аномалий и их сравнение с аномалиями прошлого геохимического опробования.

Одним из результатов работы стало создание карт *суммарного загрязнения почв (Z_c) тяжёлыми металлами (ТМ)*. Были построены четыре карты суммарного загрязнения (Z_c) для валовых и подвижных форм ТМ с расчётами уровня загрязнения от фоновых значений – Z_c фон и предельно (ориентировочно) допустимых концентраций Z_c ПДК и Z_c ОДК.

Согласно карте *суммарного загрязнения валовыми формами ТМ относительно фоновых концентраций ТМ* большая часть городской территории относится к разряду слабого загрязнения с Z_c фон.вал < 16 . На этом фоне выделяются три зоны повышенного загрязнения, которые трассируются по дуге вдоль денудационного уступа Лысогорского плато от Центральной УЛЗ Заводского района до Трофимовской УЛЗ на севере Ленинского района. Южная аномальная зона занимает часть полигона №1 и большую часть полигона № 2. Небольшое ядро ($0,5 \times 0,5 \text{ км}^2$) очень опасного загрязнения ($Z_c > 128$) расположено несколько к северу от промзоны ЗАИТ. К разряду опасно загрязнённых, со значениями Z_c 32–128, относится и территория площадью около $1,5 \text{ км}^2$, примыкающая к промзоне завода «Электроисточник».

Карта Z_c ПДК, ОДК по валовым формам даёт основание отнести исследованную территорию к разряду допустимо загрязнённых с $K_c < 16$. Локальная аномалия с опасным и умеренным загрязнением установлена лишь в Заводском районе, возле промзоны ЗАИТ.

Карта *суммарного загрязнения подвижными формами ТМ относительно фона (Z_c фон)* свидетельствует о неблагоприятной экологической обстановке на большей части городской территории, которая почти полностью входит в зону опасного загрязнения с Z_c в пределах 32–128.

На общем фоне выделяется несколько локальных зон чрезвычайно опасного загрязнения: точечная аномалия на вершине г. Увек, вероятно, обусловленная свалкой мусора, образованной в прошлые годы; территория в зоне влияния бывшего кожевенного завода; участки возле промзоны завода «Электроисточник», в районе улиц Куत्याкова, Посадского и других, прилегающих к Центральному рынку, железнодорожному вокзалу, пос. Юбилейный, в застройки между ул. Астраханской и Рахова, неподалеку от Детского парка и в некоторых других местах.

При анализе распределения значений Z_c **подвижных форм тяжёлых металлов относительно ПДК (ОДК)** выяснилась практическая стерильность городской территории по этому показателю. Наиболее внушительно выглядит точечная аномалия на горе Увек ($Z_c = 5–7$ ПДК). В центральной части города локальная слабая аномалия с $Z_c = 2–3$ ПДК зафиксирована в районе завода «Электроисточник», две точечные аномалии такой же интенсивности обнаружены в районах жилой застройки.

Сопоставление карт Z_c ПДК, составленных в 2000 г. и 2007 г., однозначно указывает на сильное уменьшение уровня загрязнения тяжёлыми металлами. Этот вывод подтверждается исчезновением крупной зоны чрезвычайно опасного и опасного загрязнения в Ленинском районе и существенным сокращением площадей в центре чрезвычайно опасного загрязнения города и на севере Заводского района. Следует заметить, что при однонаправленном тренде трансформации геохимического поля валовые и подвижные формы ТМ сохраняют прежние соотношения – загрязнение городских почв подвижными формами ТМ по результатам исследований в 2007г. относительно фонового уровня было и остаётся более интенсивным, нежели валовыми формами.

Загрязнение территории города нефтепродуктами. Обследование загрязнения территории города нефтепродуктами проводилось как в пределах полигонов, так и на трёх участках активного нефтяного загрязнения: на Увекской нефтебазе с прилегающим железнодорожным терминалом, в санитарно-защитной зоне нефтеперерабатывающего завода и на территории Соколовгородского нефтепромысла. Построены карты *«надфонового» содержания нефтепродуктов по полигонам* и карты *превышений допустимого уровня на территории города*.

Максимальные концентрации нефтепродуктов в почвах и грунтах отмечаются на территории наливного железнодорожного терминала у НПЗ (84270 мг/кг , $K_c = 84,2$), на верхнем ярусе Увекской нефтебазы (20300 мг/кг , $K_c = 20,3$), у «Саратовводоканал» (17970 мг/кг , $K_c = 17,9$), у нефтеулавителя на Увекской нефтебазе (14380 , 14870 , 17360 мг/кг , $K_c = 14,3$, $14,8$, $17,3$ соответственно).

Значительное нефтяное загрязнение почв выявлено в селитебной зоне города: на перекрестках



ул. Большой Казачьей и ул. Пугачевская (13250 мг/кг, $K_c = 13,2$), ул. Соколова и ул. Чапаева (12898 мг/кг, $K_c = 12,8$), на ул. Большая Горная у д/с № 18 (10760 мг/кг, $K_c = 10,7$). Высокие концентрации отмечены и на территории Соколовогорского месторождения (7704 и 10442 мг/кг, $K_c = 7,7$ и 10,4). На остальной территории города загрязнение нефтепродуктами несколько ниже, хотя и остается в основном достаточно высоким. Сильно загрязнены нефтепродуктами почвы и грунты центральной части города на участке от ул. Рабочая – ул. Астраханская до ул. Чапаева – ул. Соколова (полигон № 3) – более чем в 5 раз. Несколько ниже (до 3 раз) загрязнение в районе ул. Б. Горная – ул. Танкистов – ул. Жуковского. Достаточно сильное загрязнение отмечено в пределах полигона № 7 (5,2–6,5 раза) в районе пос. Мирный – пос. Солнечный. Несколько ниже загрязнение в районе промзоны на севере Ленинского района (полигон № 4) – от 3,4 до 4,5 раз.

В целом необходимо отметить определенный пространственный характер распределения повышенного содержания нефтепродуктов на территории города. На юге загрязнение отмечается на восточном склоне г. Увек ($K_c = 1–20$). Севернее загрязнены северные склоны возвышенности, на которой расположен испытательный аэродром САЗ ($K_c = 3–20$ раза). Далее зона нефтяного загрязнения тянется узкой полосой (~ 500 – 700 м) вдоль берега р. Волги до центральной части города, где покрывает практически весь исторический центр города ($K_c = 1–13$). Пространственно обособлена зона повышенного содержания, связанная с Соколовогорским нефтепромыслом ($K_c = 3–10$). Достаточно слабо загрязнен Ленинский район в пределах полигона № 4 ($K_c = 2–3$). Более сильное загрязнение отмечается в пос. Солнечном и в северной части пос. Мирного ($K_c = 3–5$) (полигон № 7). Наименее загрязненным является полигон № 5 в верхней части склона Лысогорского плато, в районе 3-й Дачной. Такая пространственная конфигурация позволяет говорить как о явных крупных загрязнителях городской среды нефтепродуктами, таких как Увекская нефтебаза, Соколовогорский нефтепромысел и множестве мелких, рассеянных по территории города. Однако ряд проб, отобранных около АЗС, действующих не один десяток лет, не показали существенного превышения концентраций нефтепродуктов относительно близлежащих точек.

Вопрос об источниках нефтяного загрязнения центральных районов города требует дальнейшего изучения.

В настоящее время трудно судить, какой из источников выбросов играет ведущую роль. Но следует отметить, что основные концентрации нефтепродуктов в почвах зарегистрированы в районах с интенсивным движением автотранспорта.

Полученные сведения указывают на значительную распространенность скрытого загрязнения почв нефтепродуктами. Оно выявляется лишь в процессе аналитических определений проб, которые

при отборе не вызывают никаких подозрений. Высокие концентрации нефти обнаружены на вполне визуально благополучных участках южного склона Увекской гряды, где расположены хранилища одноименной нефтебазы. Не обнаруживают внешне следов загрязнения и почвы центральных районов города, где выявлены многочисленные аномалии с концентрациями нефтепродуктов в $K_c = 3–5$.

Заключение. Системное геоэкологическое изучение Саратова, начавшееся в первой половине 1990-х гг. по программе ЭМоС, позволило составить достаточно полное представление о техногенном геохимическом поле в почвах городской территории. В течение последующих семи лет город не получал достоверной геохимической информации о состоянии его территории.

Работы по эколого-геохимическому изучению почвенного покрова Саратова, выполненные в 2007 г., имеют принципиальное значение как в научно-прикладном, так и в организационно-управленческом плане:

- 1) с их постановкой в Саратове началось восстановление регулярной системы эколого-геохимического мониторинга, необходимого для принятия обоснованных природоохранных решений и обеспечения устойчивого развития города;
- 2) получены материалы, свидетельствующие о кардинальных изменениях в структуре геохимического поля города, значительном сокращении его загрязнении солями токсичных тяжелых металлов (Pb, Zn, Cu, Cd, Ni, Cr, Hg и As) за период 2000–2007 годов;
- 3) впервые получены данные о широком развитии на городской территории процесса загрязнения почв нефтепродуктами.

Перечисленные сведения имеют немаловажное значение для ориентации дальнейших эколого-геохимических исследований в условиях изменившейся техногенной обстановки.

Полученные результаты свидетельствуют о значительной мобильности техногенного лито-геохимического поля тяжелых металлов и способности почв к быстрому самоочищению. Эта тенденция свойственна всем тяжелым металлам и отчетливо проявлена на всех модификациях карт Зс. В итоге Саратов, который 7–10 лет тому назад относился к группе городов активного загрязнения, в настоящее время перешел в категорию умеренно и слабо загрязненных объектов соединениями тяжелых металлов.

На сегодня большинство промышленных предприятий перестали быть источником загрязнения тяжелыми металлами. В этом плане полностью сохранили своё негативное значение лишь заводы «Электроисточник» и ЗАИТ, которые остаются экологически опасными в плане выбросов свинца, кадмия и никеля.

В сложившейся обстановке представляется целесообразным определить изменения в структуре экологического мониторинга. Основными объектами наблюдения должны оставаться два



упомянутых выше предприятия, промзоны которых и прилегающие территории должны подвергаться регулярному детальному обследованию почв в масштабе 1:10000 на специфические для них металлы Cd, Ni, Pb. На остальной территории, как показывает опыт, можно ограничиться выборочными обследованиями почв через 5–6 лет. Тем не менее представляется оправданным смещение акцента на снеговую съёмку, результаты которой дают важную информацию о загрязнении природной среды в реальном режиме времени. Для получения информации о наличии тяжёлых металлов снеговую съёмку можно проводить только в зонах заводов «Электроисточник» и ЗАИТ и их промышленных площадок. В общегородском масштабе номенклатура загрязнителей, подлежащих определению, должна быть пополнена нефтепродуктами, фенолом и рядом других специфических веществ.

УДК [004:504:553.98] (470.44)

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ УСТОЙЧИВОСТИ ТЕРРИТОРИИ К ЗАГРЯЗНЕНИЮ НЕФТЬЮ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ (на примере районов промышленной добычи нефти в Саратовской области)

А.В. Молочко

Саратовский государственный университет,
кафедра геоморфологии и геоэкологии
E-mail: farik26@yandex.ru

Проведенное районирование территории промышленной нефтедобычи в Саратовской области с использованием геоинформационных технологий дает возможность выделять в рамках района исследования ареалы с разной устойчивостью к нефтяному загрязнению в зависимости от их принадлежности к типу местности и природной зоне.

Ключевые слова: добыча нефти, Саратовская область, устойчивость территории, нефтяное загрязнение, геоинформационные системы.

Regionalization of Saratov Region commercial Oil Production Region according the Territory resistance of Oil Pollution with GIS Supporting

A.V. Molochko

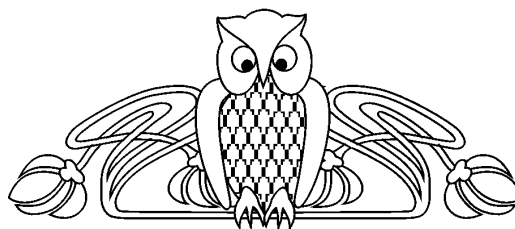
The regionalization of Saratov region commercial oil production region supporting with GIS is made possible to mark out (within the research region) several areas with different resistance to oil pollution subject to area types and native zones.

Key words: commercial oil production, Saratov region, territory resistance, oil pollution, GIS.

С каждым годом ухудшающееся геоэкологическое состояние Саратовской области при-

Библиографический список

1. Макаров В.З. Ландшафтно-экологический анализ крупного промышленного города / Под ред. Ю.П. Селивёрстова. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2001.
2. Чумаченко А.Н. Эколого-географическое картографирование городов // Взаимодействие картографии и геоинформатики. М.: Научный мир, 2000.
3. Макаров В.З., Новаковский Б.А., Чумаченко А.Н. Эколого-географическое картографирование городов. М.: Научный мир, 2002.
4. О состоянии окружающей природной среды Саратовской области в 1997 году. Саратов, 1998.
5. Форма нахождения тяжёлых металлов в почвах г. Саратова и природоохранные решения / Ред. кол. С.П. Балашова и др. Саратов: Научная книга, 2001.



водит к необходимости проведения мер по его стабилизации и возможному улучшению, а также выявлению территорий, наиболее подверженных геоэкологическому риску. Поскольку нефтяная отрасль выступает одним из источников подобных рисков, проблема районирования территории промышленной нефтедобычи становится одним из наиболее важных вопросов в решении геоэкологических задач [1]. Для решения подобных задач целесообразно использование современных геоинформационных технологий, позволяющих существенно усовершенствовать процессы сбора, моделирования и визуализации геоэкологической информации, построения на основе ее обработки прогноза развития ситуации и выработке рекомендаций по дальнейшему использованию территорий.

Нефтедобывающая отрасль по суммарному годовому риску возникновения аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, а также возникновению чрезвычайных ситуаций, способных привести к существенному влиянию на окружающую природную среду и человека, занимает одно из первых мест среди всех отраслей материального производства [2]. Нефтяная отрасль Саратовской области не является исключением.

Нефтедобывающая отрасль в Саратовской области существует уже более 55 лет. В настоящее время ежегодная добыча нефти в области составляет более 1400 тыс. т [3]. Основным до-



бывающим предприятием является ОАО «Саратовнефтегаз» [4].

Несмотря на существенные перспективные запасы углеводородного сырья, промышленная добыча территориально сосредоточена лишь в нескольких районах области – Саратовском, Татишевском, Лысогорском, Красноармейском, Энгельсском, Ровенском, Советском, Новобураском и Базарно-Карабулакском [1].

Способность территории противостоять нефтяному загрязнению (показатель устойчивости) основывается на самовосстановлении и саморегуляции природных комплексов, способных по-разному противостоять антропогенным воздействиям и сохранять свои свойства [5].

Природные зоны и подзоны, а также входящие в их состав ландшафтные районы характеризуются различными зональными, гидроклиматическими, ботаническими, почвенными характеристиками и, соответственно, обладают различной экологической устойчивостью и способностью к самоочищению и самовосстановлению [6].

Степень распространения и влияния нефтяного загрязнения на территорию в большей степени зависит от приуроченности месторождений к различным типам местности, а также природным подзонам с характерными для них климатическими условиями, особенностями растительного и почвенного покрова, степенью проявления экзогенных геологических процессов, рельефом и т.д. [5].

Условно, по генезису, на изучаемой территории промышленной нефтедобычи можно выделить пойменные, террасовые, долинный, склоновые и приводораздельные типы местности (рис. 1).

В связи с климатическими, орографическими и гипсометрическими особенностями территории логично будет вести речь отдельно о правобережных и левобережных районах

Левобережье Саратовской области

В Левобережном районе выделяются Приволжский район (включающий в себя волжские террасы и пойму) и район Низкой Сыртовой равнины (захватывающий всю остальную территорию левобережной части области в границах района промышленной нефтедобычи).

Приволжский район левобережного региона промышленной нефтедобычи.

Этот район, тянущийся вдоль левого берега Волгоградского водохранилища, является наиболее уязвимым в геоэкологическом отношении. Он охватывает месторождения, расположенные на волжских террасах и формирующейся пойме.

Низкая и высокая поймы р. Волги на исследуемой территории района промышленной нефтедобычи полностью затоплены водами Волгоградского водохранилища [7, 8]. Однако за счет активной работы водного потока идет фор-

мирование новой высокой поймы, сложенной песчаными аккумулятивными отложениями на месте первой надпойменной террасы. Поэтому в данной статье первая надпойменная терраса и формирующаяся высокая пойма будут считаться синонимами. Высокая формирующаяся пойма выражена не везде [9]. Абсолютные отметки высоты колеблются от 20–25 м на севере до 5–6 м на юге. В период весеннего половодья пойменная часть водохранилища ежегодно затопливается водой. Более того, поверхность формирующейся высокой поймы отличается большим количеством стариц, небольших проток. Весеннее половодье, близость грунтовых вод, легкий механический состав почв и грунтов, уклон территории, активные оползневые и абразионные процессы создают на пойме благоприятные условия для проникновения загрязняющих веществ в поверхностные и подземные воды, а скорость течения, преобладающее направление ветра и время года – для распространения нефтяного пятна по акватории водоема.

Террасовый тип местности характерен для палеотеррас р. Волги. Волжские палеотеррасы в зоне промышленной нефтедобычи представлены второй и третьей хвалынскими и четвертой хазарской террасами [7, 8, 9]. Вторая надпойменная терраса практически повсеместно прослеживается на левом берегу р. Волги. Абсолютные высоты ее в северной части достигают 37 м, снижаясь к югу до 25 м. Терраса в основном сложена песками, суглинками и супесями, которые в редких участках бронированы шоколадными глинами. Третья надпойменная терраса прослеживается на отметках 30–55 м. Она сложена рыхлыми отложениями (песками и супесями). Грунтовые воды повсеместно расположены на небольшой глубине и способствуют быстрой инфильтрации возможного загрязнения через почвы легкого механического состава. Четвертая надпойменная терраса представлена озерно-аллювиальными отложениями. Ее высотное положение составляет 60 м и выше.

К Приволжскому району относится основное число месторождений, располагающихся в 2 различных типах ландшафтов: северная часть — в типично степном низменном слабо-расчлененном ландшафтном районе волжских пойменных террас на глинистых, суглинистых темно-каштановых почвах под типчаково-ковыльными степями и сельхозугодьями на них [10, 11]; южная часть – в сухостепном низменном слабо-расчлененном ландшафтном районе Низкого Сыртового Заволжья с суглинистыми каштановыми почвами под типчаково-ковыльными ассоциациями, а также на солонцеватых светло-каштановых почвах и солонцах под полынно-злаковыми ассоциациями.

Основное влияние на степень устойчивости данной территории к нефтяному загрязнению

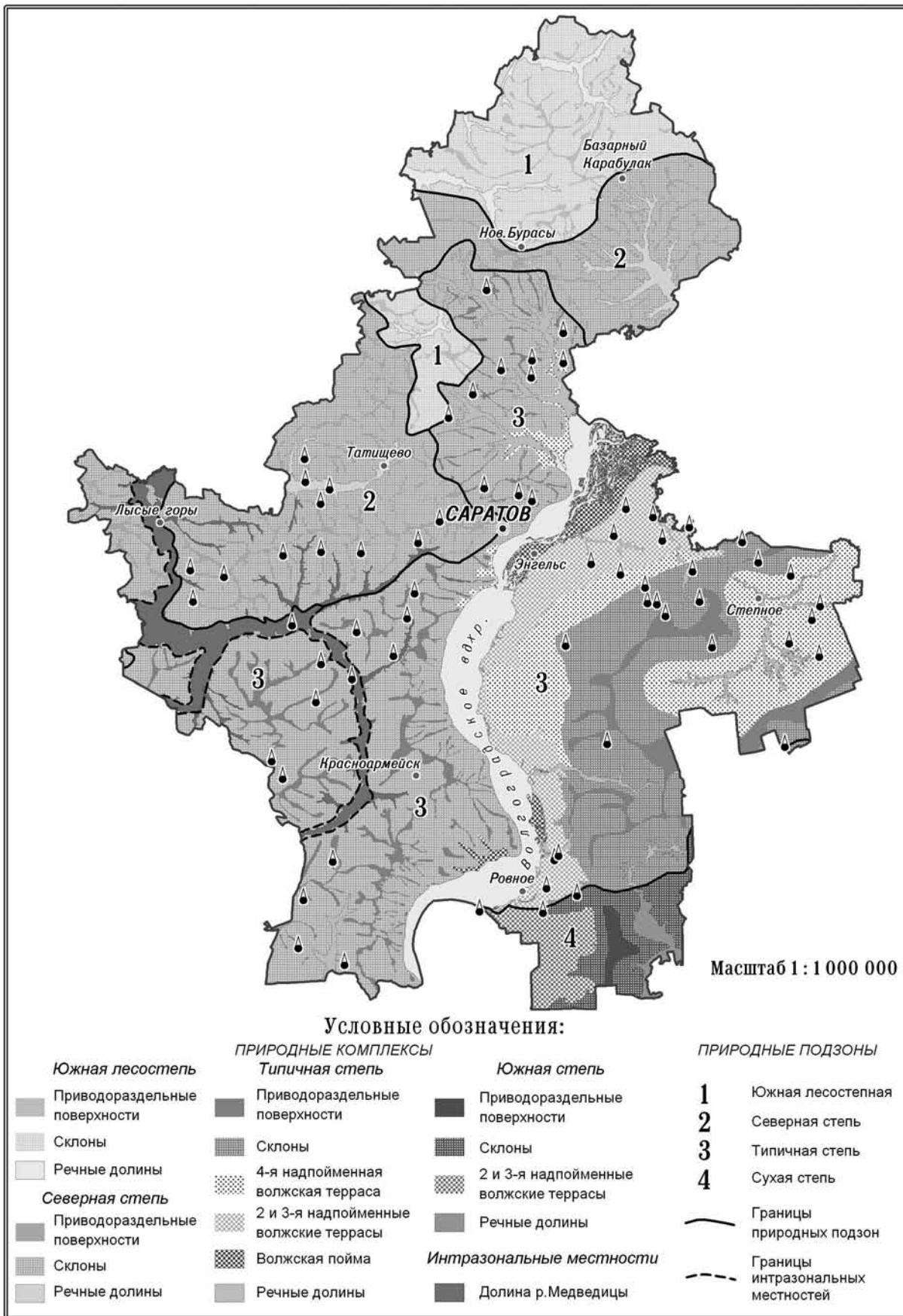


Рис. 1. Типы местности района промышленной добычи нефти и нефтепродуктов в Саратовской области



будут оказывать следующие факторы: во-первых, прибрежное положение территории по отношению к Волгоградскому водохранилищу с риском подтопления в период половодья; во-вторых, наличие плоскостного смыва ввиду слабой расчлененности рельефа [12]; в-третьих, засоление почвы, которое является существенным фактором риска повышения коррозионных свойств почв; в-четвертых, смена ландшафтных районов с типичной степи на сухую степь, изменение типов почв с темно-каштановых (относительно плодородных) на светло-каштановые и солонцы [11, 13]. Уменьшение разнообразия растительного покрова выступает существенным фактором геоэкологического риска, поскольку в сухой подзоне всегда будут преобладать процессы концентрации загрязнителей или продуктов их нейтрализации.

При оценке устойчивости природных комплексов к нефтяному загрязнению особое значение имеют свойства почв. Почвы могут выполнять защитную роль по отношению к природным водам, атмосфере и растительности [5, 14]. Например, гумусовые горизонты являются геохимическими барьерами, в которых накапливаются нефтепродукты и легкорастворимые соли, не проникая в глубь почвенного профиля. При анализе северной и южной частей района была выявлена тенденция к сокращению толщины гумусового слоя в почвенном профиле от темно-каштановых почв к светло-каштановым и солонцам.

Район Низкой Сыртовой равнины охватывает меньшее количество месторождений. В основном это южный вариант подзоны типичной степи. Почвы здесь темно-каштановые с пятнами южных черноземов на водоразделах. Преобладает типчаково-ковыльная степь с ксерофитным разнотравьем [11]. Данный район более устойчивый к нефтяному загрязнению чем предыдущий, поскольку основная часть месторождений расположена либо на приводораздельных поверхностях, либо на переходных между приводораздельных к склоновым, либо на пологих склонах Низкой Сыртовой равнины.

Правобережье Саратовской области

Для правобережных районов, в отличие от Заволжья, характерны более значимые отметки высот, связанные с расположением территории на восточных отрогах Приволжской возвышенности [7]. Густо расчлененная оврагами и балками, ступенчатая и многоярусная по рельефу, неоднородная по выходам на поверхность горным породам Приволжская возвышенность отличается разнообразием ландшафта [11].

Для анализа правобережной части промышленного района добычи нефти важно подразделить территорию на 3 генетических типа местности:

1) долинный – распространен по долинам крупных рек. Возможность паводкового подъема уровня воды, а также эрозионные и оползневые процессы делают данный тип местности довольно неустойчивым к нефтяному загрязнению. В природном отношении к этому типу относится интразональная местность р. Медведицы, а также частично северостепная и лесостепная природные подзоны [11, 13]. Здесь интенсивно протекают процессы плоскостной и линейной эрозии, оползнеобразования, что является показателем неустойчивости природной среды к антропогенным воздействиям [12]. Кроме того, для данного типа местности характерно, так же как и для пойменного, весеннее половодье, в период которого происходит интенсивное затопление территории с развитием благоприятных условий, способствующих быстрому проникновению нефти и нефтепродуктов в геологическую среду, инфильтрации в грунтовые воды.

2) склоновый тип характерен для склонов Приволжской возвышенности, оврагов и балок, уступов, спускающихся к Волгоградскому водохранилищу, а также склонов долин крупных рек. Он характеризуется повышенной активизацией процессов плоскостного смыва, линейной и боковой эрозии, осыпных и обвальных процессов [12]. В зависимости от крутизны и экспозиции склонов, а также климатических особенностей вышперечисленные процессы могут проявляться с разной степенью интенсивности. Соответственно, данный тип местностей тоже можно отнести к неустойчивому. К нему относится большая часть месторождений района промышленной добычи нефти.

Склоновый тип местности наблюдается во всех ландшафтных районах Правобережья за исключением интразональных типов местности долин рек. Поэтому можно вести речь о том, что на степень устойчивости территории со склоновым типом местности к нефтяному загрязнению влияют 2 фактора: величина крутизны склонов (которая может способствовать активизации экзогенных процессов и, соответственно, приводить к увеличению возможности проявления геоэкологических рисков) и климатические условия (в особенности степень увлажненности территории), определяющие условия рассеивания и нейтрализации загрязняющих веществ в почвах, водных объектах и зоне аэрации. Избыточно влажная и влажная подзоны характеризуются преимущественным рассеиванием загрязняющих веществ, в недостаточной влажной подзоне могут иметь место как процессы рассеивания, так и накопления загрязнений, а в сухой подзоне всегда будут преобладать процессы концентрации загрязнителей или продуктов их нейтрализации [5]. На территории Правобережных районов промышленной добычи нефти засушливость климата возрастает по направлению с севера на юг. Следовательно, на территориях лесостепной зоны условия более



благоприятны для рассеивания загрязняющих веществ, чем в типично степной зоне. Однако общее количество месторождений с типично степным ландшафтом больше, чем с северостепным и лесостепным. Поэтому можно данный тип местности подразделить исходя из ландшафтных особенностей на склоновый лесостепной – наиболее устойчивый к загрязнению среди склоновых типов местности, склоновый северостепной, обладающий устойчивостью к загрязнению, типично степной – менее устойчивый к загрязнению и склоновый приволжский подуступный – наименее устойчивый к загрязнению за счет больших уклонов и активизации абразионных, эрозионных и оползневых процессов.

3) приводораздельный тип – распространен в меньшей степени.

Такой тип местности отличается наибольшей устойчивостью к загрязнению ввиду глубокого залегания грунтовых вод (что исключает попадание в них загрязняющих веществ с земной поверхности), сменой при движении с северо-востока на юго-запад черноземов под богато-разнотравно-типчаково-ковыльными ассоциациями, оподзоленных черноземов под сельхозугодьями, обыкновенных черноземов под сельхозугодьями, маломощных малогумусных черноземов под разнотравно-типчаково-ковыльными ассоциациями и южных солонцеватых черноземов под типчаково-ковыльными слабокомплексными ассоциациями [11].

Наиболее уязвимым с точки зрения устойчивости ландшафтов к нефтяному загрязнению является пойменный тип местности. Весеннее половодье, близость грунтовых вод, преобладающий механический состав почв и грунтов, уклон территории, активные оползневые и абразионные процессы, характерные в большей степени для правобережных участков, создают на поймах благоприятные условия для проникновения загрязняющих веществ в поверхностные и подземные воды.

Вторым по степени уязвимости типом местности является долинный, характерный для речных долин крупных и средних рек. Здесь интенсивно протекают процессы плоскостной и линейной эрозии, оползнеобразования, что является показателем неустойчивости природной среды к антропогенным воздействиям. Кроме того, для данного типа местности характерно, так же как и для пойменного, весеннее половодье, в период которого происходило интенсивное затопление территории с развитием благоприятных условий, способствующих быстрому проникновению нефти и нефтепродуктов в геологическую среду, инфильтрации в грунтовые воды.

Террасовый тип местности, выделяемый для палеотеррас Волги, относится к 3-му по степени уязвимости типу местности.

Следующим типом местности по уровню уязвимости является склоновый. Он характеризуется повышенной активизацией процессов плоскостного смыва, линейной и боковой эрозии, осыпных и обвальных процессов. В зависимости от крутизны и экспозиции склонов, а также климатических особенностей выпеперечисленные процессы могут проявляться с разной степенью интенсивности. Соответственно, данный тип местностей тоже можно отнести к неустойчивому.

Для приводораздельного типа местности характерно глубокое залегание грунтовых вод, что исключает попадание в них загрязняющих веществ с земной поверхности. Такой тип местности характеризуется слабой и средней степенью смывости и нередко эрозирован. Он может быть охарактеризован как относительно неустойчивый к загрязнению нефтью и нефтепродуктами.

Таким образом, рис. 1 служит своего рода районированием территории промышленной нефтедобычи Саратовской области по степени устойчивости к нефтяному загрязнению. Подобный мелкомасштабный уровень исследования позволяет сделать только общие выводы. Частные можно сделать на основе районирования территории в более крупном масштабе. При этом в пределах исследуемого района промышленной нефтедобычи становится возможным районирование территории по устойчивости к нефтяному загрязнению с более детальным подразделением типов местности в зависимости от особенностей их расположения в природных подзонах и разновысотного положения (рис. 2).

В зависимости от природной подзоны, к которой относится тот или иной тип местности, оказалось возможным провести районирование территории промышленной нефтедобычи по степени устойчивости к загрязнению нефтью в результате активизации геоэкологических рисков. Наличие разнообразных как по масштабу, так и по тематическому содержанию баз картографических данных и возможностей геоформационного картографирования позволило нам детально рассмотреть различные ситуации на нефтяных месторождениях Саратовской области. Это является ключом к дальнейшему созданию карт, отражающих различные аспекты геоэкологического риска эксплуатации месторождений и выработке на их основе рекомендация по дальнейшему природопользованию.

Важным фактором, оказавшим существенное влияние на создание картографического сопровождения данной статьи, явилось геоинформационное обеспечение процесса принятия решений при проведении районирования по степени устойчивости, а также при реализации картографической визуализации.

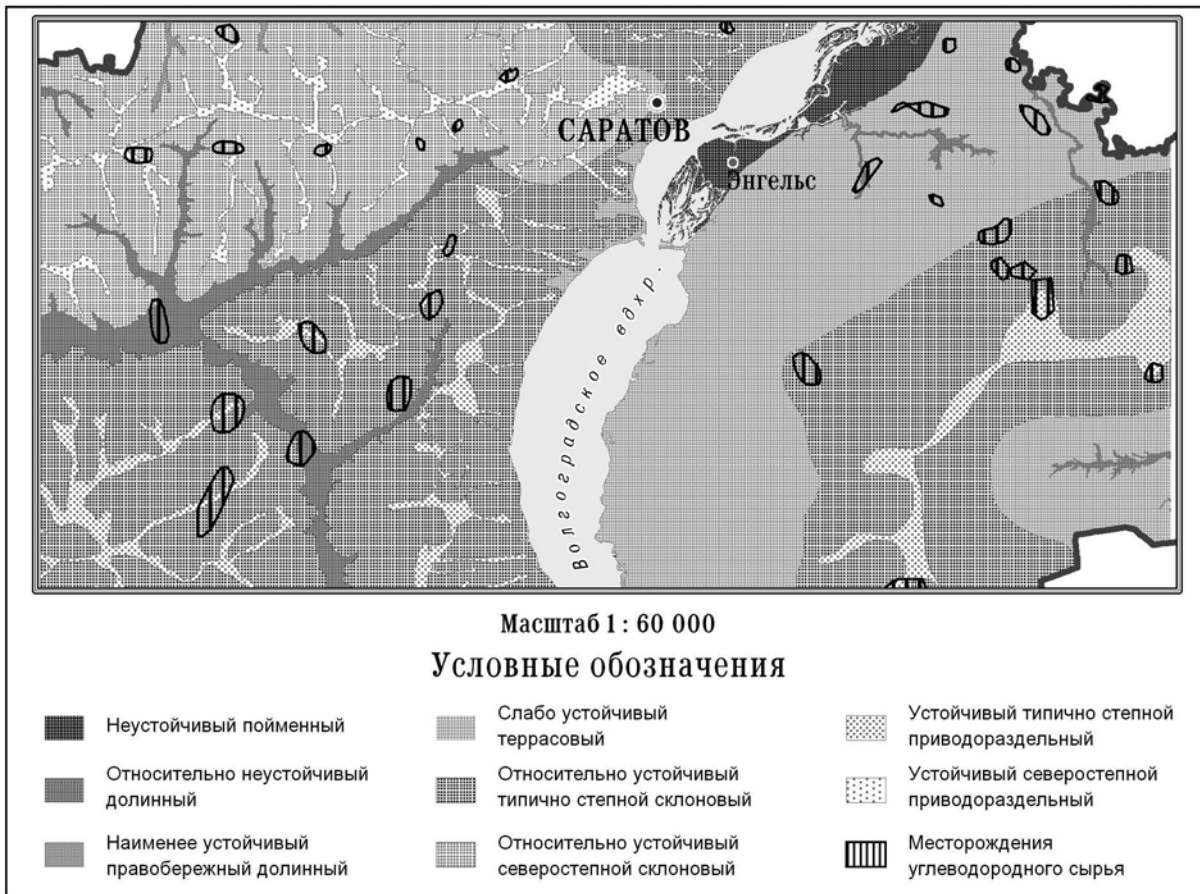


Рис. 2. Пример районирования части района промышленной добычи нефти по степени устойчивости к нефтяному загрязнению

Библиографический список

1. Министерство природных ресурсов РФ, федеральное унитарное геологическое предприятие «Волгагеология» Саратовская гидрогеологическая экспедиция // Инф. бюл. о состоянии недр на территории Приволжского федерального округа РФ (Саратовская область) за 2006 г. Саратов, 2007. Вып. 10.
2. Распутин А.В. ArcGIS – как инструмент моделирования аварийных разливов нефти // ArcReview. 2005. № 1(32). С. 24.
3. <http://www.oilgasindustry.ru/?id=9488>. – 20.08.2009.
4. Схема территориального планирования Саратовской области. Отделение территориального проектирования ФГУП «ГИПРОГОР»: В 4 т. М., 2006. Т. 1. 130 с.
5. Мячина К.В., Чибилев А.А. Геоэкологическое районирование нефтегазоносной территории Оренбургской области // Поволж. экол. журн. 2005. № 2. С. 147–157.
6. Мазур И.И., Молдаванов О.И., Шишов В.Н. Курс инженерной экологии. М.: Высш. шк., 2001. 510 с.

7. Наумов А.Д., Ковальский Ф.И. Геоморфологическая карта Среднего и Нижнего Поволжья. Саратов, 1982.
8. Романов А.А., Ковальский Ф.И. Карта четвертичных отложений Среднего и Нижнего Поволжья. Саратов, 1982.
9. Востряков А.В., Ковальский В.И. Геология и полезные ископаемые Саратовской области. Саратов, 1986. 127 с.
10. Макаров В.З., Пестряков А.К. Ландшафтная структура Саратовской области // География Сар. обл. Саратов, 1996. С. 53–68.
11. Особо охраняемые природные территории Саратовской области / Под ред. В. З. Макарова. Саратов, 2007. 300 с.
12. Лотоцкий Г.И., Зайонц В.Н. Опасные процессы современного геоморфогенеза в Саратовском Поволжье // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. 2007. Т. 7. Сер. Науки о Земле, вып. 2. С. 14–16.
13. Макаров В.З. Карта «Ландшафтное районирование Саратовской области» // Эколого-ресурсный атлас Саратовской области. Саратов, 1996. С. 7.
14. Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. М., 1998. 376 с.

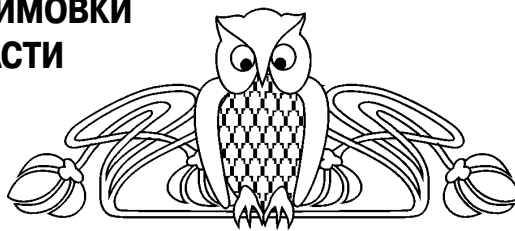


УДК 551.589

УСЛОВИЯ ОСЕННЕЙ ВЕГЕТАЦИИ И ПЕРЕЗИМОВКИ ОЗИМЫХ КУЛЬТУР В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С.И. Пряхина, Ю.А. Скляр, М.Ю. Васильева¹, Ю.Н. Фридман

Саратовский государственный университет,
кафедра метеорологии и климатологии
E-mail: kafmeteo@sgu.ru
¹кафедра геоморфологии и геоэкологии
E-mail: geogr@sgu.ru



Анализ ежедневного метеорологического материала за 67-летний период позволил подобрать критерии оценки закаливания и перезимовки озимых культур в осенне-зимний период. Самая большая повторяемость неблагоприятных зим наблюдалась в 60-е годы. В последние три десятилетия повышение температуры и увеличение осадков в зимний период создают благоприятные условия для возделывания озимых культур в Саратовской области.

Ключевые слова: озимые, фаза закаливания, перезимовка, вегетация, осадки, цикл развития, урожайность, сумма температур, узел кущения, гибель посевов, морозостойкость, потепление климата.

Conditions of autumn Vegetation and Wintering of Winter Crops in Saratov Region

S.I. Pryakhina, Yu.A. Sklyarov, M.Yu. Vasilieva,
Yu.N. Fridman

The analysis of meteorological data obtained daily for 67 years was made to select the criteria for evaluation of hardiness and wintering of winter crops. The highest repetition frequency of disadvantageous winters was observed in 1960-s. The increase of temperature and precipitation during the winter in the past thirty years has created advantageous conditions for cultivation of winter crops in Saratov Region.

Key words: winter crops, hardening phase, hibernation, precipitations, development cycle, productivity, temperatures sum, bushing out centre, loss of sowing, frost-resistence, climate warming.

Во многих районах нашей страны озимая рожь и пшеница являются основными зерновыми культурами. Пшеница в силу своих высоких питательных и вкусовых качеств является одним из главнейших злаков мира и играет во многих государствах ведущую роль в питании населения.

Используя осенне-зимние запасы почвенной влаги, корневая система озимых культур глубоко проникает в почву, благодаря чему они мало страдают от недостатка влаги в верхнем слое почвы. Относительно раннее созревание приводит к сравнительно меньшему, чем у яровых культур, повреждению озимых засухами и суховеями. Урожайность озимых существенно выше многих яровых зерновых культур.

Хорошие климатические условия для возделывания озимых зерновых культур складываются на

европейской части страны, где в настоящее время размещается более 80% их посевных площадей.

В Саратовской области зерновые культуры занимают более 55% пашни, или 69% всех посевных площадей [1].

Условия формирования и пути повышения урожайности озимых зерновых культур нельзя рассматривать в отрыве от природно-климатических особенностей региона и погодных условий конкретного года.

В данной статье рассмотрены условия осенней вегетации и перезимовки озимых культур в Саратовской области.

Весь период роста и развития озимых зерновых культур делится на три цикла. Первый цикл проходит от посева до осеннего глубокого похолодания. За время этого цикла стебли и репродуктивные органы остаются в зачаточном состоянии, но идет усиленный рост листьев, боковых побегов и корневой системы.

За второй цикл развития растений происходит приостановка роста и наступает период естественного, а затем вынужденного покоя. И наконец, третий цикл – это период интенсивного роста, он начинается с возобновления вегетации и заканчивается формированием урожая и отмиранием растений. Первый и второй циклы связаны с подготовкой растения к перезимовке и с его перезимовкой, а от условий зимовки зависит жизнь всего растения и его продуктивность.

В осенний период происходит закаливание растений, которое проходит в две фазы. Первая фаза закаливания происходит при дневной температуре 6–10°С и при ночной – около 0°С. При таких условиях накопление углеводов в растениях за счет фотосинтеза днем превышает их расход на рост и дыхание. Накапливающиеся углеводы являются защитным материалом против низких температур. Морозостойкость растений сильно зависит от стадии развития растений перед началом их вступления в зиму. Именно здесь сроки сева озимой пшеницы приобретают первостепенное значение, т.е. лучше закаляются растения оптимальных сроков и хуже – поздних и ранних.

Вторая фаза закаливания проходит при небольших морозах, в начале периода покоя.



Растения хорошо проходят первую фазу закаливания, если осенью наблюдалось более 40 дней со средней суточной температурой от 10 до 0° С и в августе и сентябре выпало более 80 мм осадков [2].

С удовлетворительной осенней закалкой отмечены осенние периоды, когда наблюдалось 30–40 дней со средней суточной температурой от 10 до 0° С и выпало осадков за август, сентябрь от 80 до 50 мм.

Осень считается плохой, если во время посева озимых стоит сухая погода и сумма осадков за август и сентябрь не превышает 50 мм, число дней с температурой от 10 до 0° С – менее 30 дней.

Вышеуказанные критерии и были положены

в основу оценки состояния озимой пшеницы в осенний период. Было выделено три комплекса благоприятности: неблагоприятный с оценкой в 1 балл, удовлетворительный – в 2 балла и благоприятный – 3 балла.

Оценка исходного материала показала, что самые благоприятные условия осенней вегетации отмечались в 80 и 90-е гг. XX столетия, когда повторяемость неблагоприятных условий вегетации составляла 2 и 1 случай за десятилетие, а средний балл оценки осенней вегетации составил 2,2 и 2,3. В первом десятилетии XXI столетия 2005 год отмечен как неблагоприятный из-за недостатка осадков и большой гибели посевов (табл.1).

Таблица 1

Повторяемость типов погодных условий по степени благоприятности в осенний период по десятилетиям по ст. Саратов

Годы	Типы погодных условий			Сумма баллов	Средний балл
	III	II	I		
1962–1970	3	3	3	18	2,0
1971–1980	4	3	3	21	2,1
1981–1990	4	4	2	22	2,2
1991–2000	4	5	1	23	2,3
2001–2006	2	3	1	13	2,1

Ниже приводятся результаты анализа ежедневного метеорологического материала за 67-летний период по условиям перезимовки озимых культур.

Перезимовка сельскохозяйственных культур определяется биологическими особенностями растений, их состоянием в период прекращения осенней вегетации, степенью закалки и агрометеорологическими условиями холодного периода.

Решающим фактором перезимовки озимых культур является температура почвы на глубине узла кущения (3 см), которая определяется главным образом температурой воздуха, высотой снежного покрова и глубиной промерзания почвы.

Критическая температура вымерзания слабо-развитой озимой пшеницы при плохих условиях осенней закалки составляет -15° – (-17°), для хорошо развитой – (-18°) – (-20°), а для озимой ржи – (-18°) – (-20°) и 21° – (-23°) соответственно.

Температура воздуха определяет не только условия, но и продолжительность периода зимовки растений, который начинается с устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 0°С осенью и заканчивается при переходе ее к положительным значениям весной. В зависимости от сроков перехода температуры воздуха через 0°С осенью и весной продолжительность периода зимовки год от года значительно меняется. В течение зимнего периода растения подвергаются влиянию ряда неблагоприятных факторов. Поэтому чем длиннее период зимовки, тем больше вероятность повреждения и гибели растений. Холодный период года является периодом покоя

для зимующих культур. Он разделяет между собой два цикла развития озимых культур – осенний и весенне-летний. Урожай озимых культур зависит от агрометеорологических условий не только теплого, но и холодного времени года. Во многих случаях именно условия перезимовки определяют урожай озимых культур.

Оценка условий перезимовки была проведена на ежедневном метеорологическом материале за 67-летний период (1941–2007 гг.) по станции Саратов.

Средняя продолжительность зимнего периода за 67 лет составила 137 дней. За это время она изменялась от 92 дней в 1990 г. до 171 дня в 1976 году. С 1951 по 1960 г. средняя продолжительность зим составляла 150 дней. В последующие десятилетия продолжительность зим уменьшается и не превышает в среднем 137 дней. Самые непродолжительные зимы (130 дней) отмечаются в последнее десятилетие (2001–2007 гг.) (рис. 1).

В последние три десятилетия переход температуры через 0°С в осеннее время сместился на более поздние, а в весеннее на более ранние сроки (на 7–8 дней).

Температура воздуха в период зимовки имеет хорошо выраженный суточный ход. Самым холодным периодом являются январь и первая половина февраля. Особенно сильно влияет температура воздуха на перезимовку озимых культур при отсутствии снежного покрова или малой его высоте.

Были подсчитаны средние суточные температуры воздуха с ноября по март за каждый зимний сезон. Средняя многолетняя сумма от-

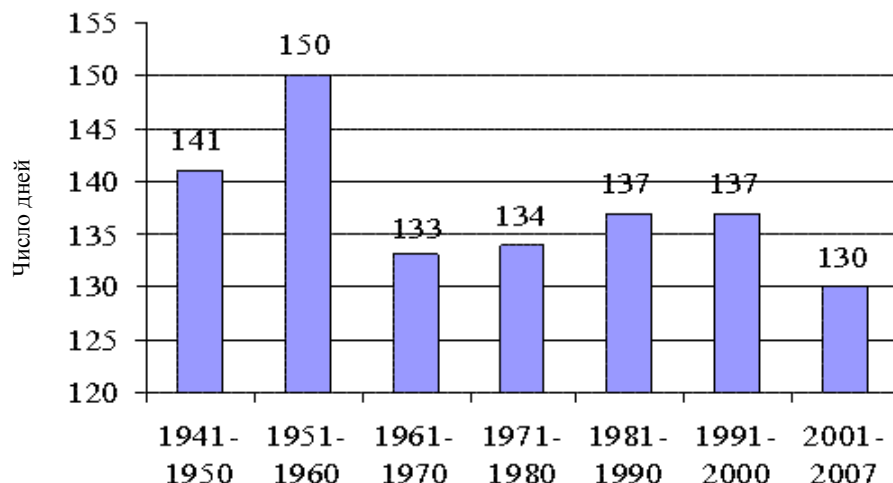


Рис. 1. Средняя продолжительность зимнего периода по десятилетиям

рицательных температур за 67-летний период составила -1041°C . Все зимы, набравшие суммы отрицательных температур более 120% от средней многолетней, были отнесены к холодным зимам, а менее 80% от средней многолетней – к теплым. Таким образом, зима считалась теплой, если сумма отрицательных температур за ноябрь-март составляла 800°C и менее, нормальной – $800-1200^{\circ}\text{C}$ и холодной – более 1200°C . Самый холодный зимний

период наблюдался в 1941/42 гг., когда сумма отрицательных температур составила $-1651,2^{\circ}\text{C}$, самый теплый – 1989/90 гг. В этот зимний сезон сумма отрицательных температур составила всего $-362,4^{\circ}\text{C}$.

Средняя сумма температур за зимний период по десятилетиям: 1941–1950, 1951–1960, 1961–1970, 1971–1980, 1981–1990, 1991–2000, 2001–2007 гг. составила соответственно -1174 , -1214 , -1040 , -932 , -875 , -864 , -668°C (рис. 2).

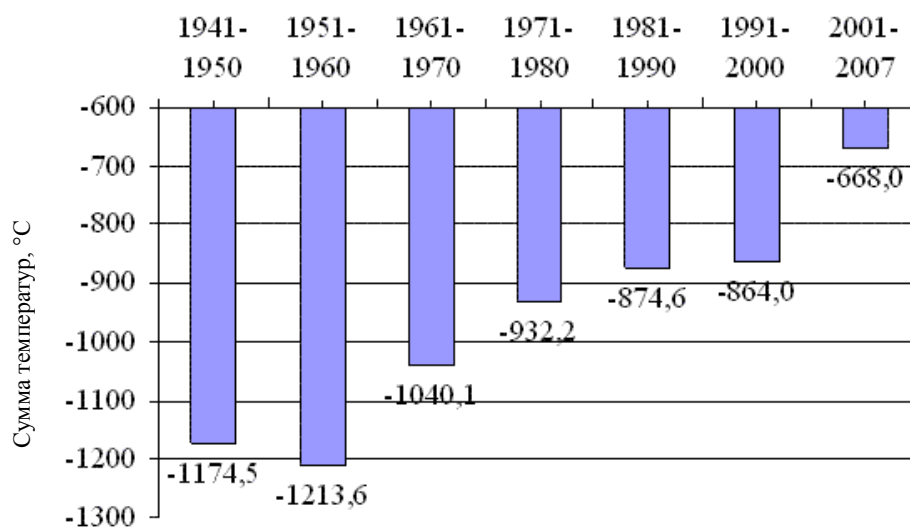


Рис. 2. Средняя сумма температур за зимний период по десятилетиям

На основе фактических данных были выделены холодные, нормальные и теплые зимы. За 67-летний период отмечалось холодных зим 17, нормальных 30 и теплых 20. Если проанализировать зимы по десятилетиям, то видно, что с 1941 по 1950 г. на 4 холодные зимы с суммами температур $-1401,9^{\circ}\text{C}$, $-1651,2^{\circ}\text{C}$, $-1558,6^{\circ}\text{C}$, $-1212,6^{\circ}\text{C}$ приходилось 6 нормальных зим и ни одной теплой. В следующем десятилетии на 6 холодных зим приходилось

4 нормальные и ни одной теплой. С 60-х гг., или с третьего десятилетия (1961–1979 гг.), появляются 2 теплые зимы. В последующие десятилетия видно, что теплые зимы являются преобладающими, а в последнее десятилетие (2001–2007 гг.) на 5 теплых зим приходилось 2 нормальные зимы с суммами температур менее -1000°C (табл.2).

Тенденцию потепления зимнего сезона демонстрируют рис. 2 и табл. 2.



Таблица 2

Повторяемость холодных, теплых и нормальных зим по ст.Саратов за 1941–2007 гг.

Годы	Холодные	Нормальные	Теплые
1941–1950	4	6	–
1951–1960	6	4	–
1961–1970	2	6	2
1971–1980	1	7	2
1981–1990	2	3	5
1991–2000	2	2	6
2001–2007	0	2	5

Понижение температуры почвы на глубине узла кушения до критических значений наблюдается в период сильных морозов при отсутствии снежного покрова. Для благоприятной перезимовки растений необходимо определенное соотношение температуры воздуха и высоты снежного покрова.

В основу оценки зим по характеру их снежности был положен критерий, разработанный П.Г. Кабановым [3], согласно которому зима считалась бесснежной, если высота снежного покрова не превышала 16 см, малоснежной – 16–25 см и снежной – более 25 см. За критерий благоприятности сложившихся агрометеорологических условий в период перезимовки озимых взят процент гибели растений на дату весеннего обследования посевов после возобновления их вегетации.

В годы, когда гибель посевов превышала 25%, условия зимовки оценивались как неблагоприятные [4,5].

Если поврежденных посевов было от 11 до 24%, то условия зимовки оценивались как удовлетворительные, когда поврежденных посевов было менее 10%, зимовка считалась хорошей.

Оценка отдельных типов погодных условий, приводящих к тому или иному проценту

гибели растений к весне, позволила выделить следующие комплексы агрометеорологических условий перезимовки и оценить их по трехбалльной шкале.

К неблагоприятному типу с оценкой в 1 балл отнесены холодные малоснежные и бесснежные зимы, а также теплые бесснежные зимы с наличием притертых ледяных корок и вымерзанием посевов более 25%. Удовлетворительной, с оценкой 2 балла, считалась зимовка при теплых и нормальных малоснежных и бесснежных зимах, когда гибель от притертых ледяных корок и вымерзания составляла от 11 до 24%.

Благоприятная зимовка с оценкой в 3 балла и гибелью посевов менее 10% приходилась в основном на теплые и нормальные малоснежные и бесснежные зимы.

Оценка фактического материала за каждый зимний период и по десятилетиям показала, что самая большая повторяемость неблагоприятных зим с оценкой в 1 балл наблюдалась в 60-е годы. С потеплением климата и увеличением теплых зим сокращается повторяемость зим с оценкой в 1 балл и увеличивается повторяемость зим с оценкой 2 и 3 балла. В 90-е годы неблагоприятных зим не наблюдалось (табл. 3).

Таблица 3

Повторяемость типов погодных условий по степени благоприятности для перезимовки озимых культур

Годы	Типы погодных условий			Сумма баллов	Средний балл
	III	II	I		
1963–1970	1	3	3	12	1,5
1971–1980	6	3	1	25	2,5
1981–1990	3	5	2	21	2,1
1991–2000	4	6		24	2,4

Исследованиями установлено, что региональное проявление глобального потепления климата выражается в увеличении среднегодовой температуры воздуха на 1,1°C, а зимнего сезона – на 2,1°C, теплообеспеченность вегетационного периода увеличилась на 140–150°, а его продолжительность – на 8–10 дней. Годовая сумма осадков увеличилась на 24 мм, а количество осадков мая-августа уменьшилось на 13 мм.

Повторяемость устойчивых засух сильной интенсивности с гидротермическим коэффициентом менее 0,5 увеличилось с 12 до 27%.

Выявленные тенденции в изменении основных агрометеорологических характеристик демонстрируют, что наблюдающиеся в последние три десятилетия повышение температуры и увеличение осадков в зимний период создают благоприятные условия для возделывания озимых культур.



Библиографический список

1. Агроклиматические ресурсы Саратовской области. Л., 1970. 123с.
2. Пряхина С.И., Скляров Ю.А., Левицкая Н.Г. Агрометеорологические прогнозы: Учеб.-метод. пособие. 2-е изд., доп. Саратов, 2006. 72 с.

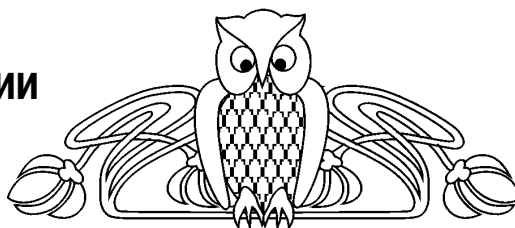
3. Кабанов П.Г. Погода и поле. Саратов, 1975. 235 с.
4. Пряхина С.И. Структура и продолжительность климатических сезонов г. Саратова. М., 1966. 10 с. Деп. в ВИНТИ. №1524-В96.
5. Левицкая Н.Г. Повышение эффективности использования биоклиматического потенциала агроландшафтов Саратовского Правобережья: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Саратов, 2003. 19 с.

УДК 528 (470.44)

КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ТЕРРИТОРИИ

В.К. Штырова, О.Е. Нестерова

Саратовский государственный университет,
кафедра геоморфологии и геоэкологии
E-mail: Nesterova@sgu.ru



В статье рассматривается методика создания картографической модели геоэкологического состояния территории. Приводится поэтапное описание процесса создания карт и их назначение. Обосновывается важность использования рельефа в качестве объекта картографирования при создании геоэкологической карты.

Ключевые слова: картографическая модель, геоэкология, рельеф, природно-техногенные процессы, природопользование, легенда, способы изображения.

Model of the Geoecological Assessment of a Territory

V.K. Shtyrova, O.E. Nesterova

In this article the method of creation a cartographic model of the geoecological situation of a territory is considered. The description of maps creation and their purpose is given. The necessity of relief using as the object of mapping in the creating a geoecological map is justified.

Key words: cartographic model, geoecology, relief, natural-technogenic processes, wildlife management, legend, ways of the image.

Комплексное картографирование определяется К.А. Салищевым как метод многостороннего и целостного показа действительности картографическими средствами.

Комплексное системное картографирование может являться в этой связи основой комплексной геоэкологической оценки территории.

Сущность геоэкологического картографирования заключается в системном отображении, во-первых, комплекса природных и техногенных факторов в их взаимосвязи, динамики и, во-вторых, в организации самого картографирования.

Особенности этого вида картографирования сводятся к следующим принципам:

- 1) основой геосистемного исследования служит картографическая модель геосистемы, соответствующая задачам, тематике, уровню генерализации, масштабу исследования;

- 2) основное внимание сосредотачивается на

выявлении и картографировании системообразующих связей;

- 3) вслед за этим выясняется пространственная структура геосистемы, ее организация, динамика, функционирование, изучаются процессы обмена веществом и энергией, анализируются возможности управления геосистемой.

С помощью картографических моделей, по мнению А.М. Берлянта, осуществляются упорядоченный сбор и обработка информации, ведение дистанционных наблюдений, регистрация состояния, динамики и функционирования геосистем. Основными документами для исследований служат системы карт. В соответствии с поставленной целью составляют карты различной тематики, разновременные, разного масштаба и степеней синтеза. При этом речь идет не просто об использовании больших и разнообразных комплексов тематических карт, а об оптимальном наборе для каждого конкретного случая [1].

Единой научно-обоснованной методики подобного картографирования пока не разработано, но существует достаточно много региональных схем.

Предложенная нами методика геоэкологической оценки территории построена на наличии большого фактического материала, выводит на составление картографической модели геоэкологической обстановки и апробирована на территориях Новоузенского, Саратовского, Советского и других районов Саратовской области, нефтегазодобывающих месторождениях Крайнего Севера.

Основной картографической задачей поставленной задачи являлись топографические и тематические карты масштабов 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000.

Создание картографической модели осуществлялось поэтапно следующим образом.

Первый этап включает в себя сбор и обработку информации, характеризующей совре-



менное состояние природной среды и ресурсов, отражает пространственное положение природных комплексов, генезис, структуру, условия, оказывающие влияние на возникновение и развитие неблагоприятных экзогенных процессов. Современный рельеф, являясь основой хозяйственной деятельности и средой проживания, служит каркасом ландшафта территории, оказывает влияние на характер изменения других физико-географических условий и определяет в значительной степени положение ареалов распространения и пути миграции загрязнителей. От него зависит поверхностный и подземный сток.

Поэтому обязательным на *втором этапе* является составление по топографической основе геоморфологической карты, отражающей основные морфологические элементы: водораздельные пространства, склоны и речные долины. Морфологические элементы являются динамичными образованиями и достаточно четко обнаруживают взаимные связи. Антропогенные воздействия на этих территориях активизируют проявления таких экзогенных процессов, как линейная эрозия, оползни, дефляция, абразия берегов, подтопление и пр. Поэтому выделенные морфологические элементы становятся объективным геоэкологическим экраном при проектировании или сооружении объектов техносферы.

Современное состояние основных элементов рельефа отражает серия морфометрических карт. К ним следует отнести карты горизонтального и вертикального расчленения, карту углов наклона земной поверхности и экспозиции склонов, карту показателей интенсивности глубинной эрозии.

Характер *горизонтального расчленения* территории определяется активностью эрозии, развитием и становлением речной (эрозионной) сети. Составлением карты горизонтальной расчлененности преследуется цель указать место и действие эрозионного фактора, определить участки его максимальной активности, т.е. места, где допустимость техногенной нагрузки должна строго регламентироваться «эрозионной опасностью» (размывом, оврагообразованием, подтоплением, высоким паводком и т.д.) [2].

Вертикальную расчлененность рельефа большинство исследователей рассматривают в качестве отражения характера тектонических движений (новейших и современных), дифференцируя их на движения положительного и отрицательного знаков, выделяя на земной поверхности положительные и отрицательные разнопорядковые структурные формы – поднятия и опускания. Данная карта, находясь, как правило, во взаимосвязи с горизонтальным расчленением земной поверхности, определяет «температуру денудации» и интенсивность: на водоразделах – это скорость выветривания и подготовка почвогрунтовых масс к сносу; на склонах – интенсивность перемещения масс в речные долины; в долинах – скорость переноса осадков к местам аккумуляции.

Если геоморфологическая карта, составленная по принципу выделения морфологических элементов, отражает местоположение рельефообразующих процессов, пространственную дифференциацию их границ, то карта вертикального расчленения показывает относительный характер интенсивности процессов денудации. Этот показатель, выраженный изолинейно, дает возможность локализовать место и действие геоморфологического фактора и выразить относительную величину его активности.

Карта углов наклона земной поверхности и экспозиции склонов указывает местоположение углов наклона местности, разделенных на различные интервалы в зависимости от картографируемой территории. Карта составляется с целью получения дополнительного, более конкретного материала о характере склоновой денудации [2].

Водораздельные пространства являются областями топографически несмещенных почвенно-грунтовых масс. Склоны, напротив, – это те поверхности, по которым снос и транзит обломочных масс осуществляется активно и находится в зависимости от угла наклона местности. Склоновые процессы протекают в виде плоскостного смыва, делювиального сноса, обвально-осыпных, оползневых и прочих явлений. Денудация – деструктивная сила, она формирует состояние «геоэкологической неустойчивости». Таково основное содержание всей серии морфометрических карт, являющихся производными от геоморфологической. Эти карты должны выполнять функцию поиска оптимальных точек для размещения в дальнейшем техногенных объектов.

В процессе создания картографической модели геоэкологического состояния важным является составление *карты современных рельефообразующих процессов*. За основу берется геоморфологическая карта, с помощью которой выявляются участки развития преобладающих экзогенных процессов сноса, перемещения и аккумуляции, которые совершались в историческое время и проявляются в современную эпоху. Рельфообразующие процессы – гравитационные, эрозионные, аккумулятивные, эоловые и т.д. – это процессы, происходящие на земной поверхности и производящие определенную работу по перестройке ее внешнего облика путем изменения (в той или иной степени) форм рельефа или создания новых [2].

В процессе наблюдения за взаимосвязью между распространением генетических типов рельефа и рельефообразующими процессами вскрываются интересные особенности территории.

На водораздельных поверхностях развивается выветривание, идет накопление элювия. На склонах водораздельных поверхностей формируются плоскостной смыв и линейная эрозия, т.е. комплекс денудационных процессов. На флювиальном рельефе происходит процесс аккумуляции.



Современные процессы рельефообразования являются одним из показателей изменения окружающей среды, ее реакции на хозяйственную деятельность человека, которую нельзя оценить однозначно.

Первые два этапа картографирования логически связаны между собой. Итоговой картой здесь должна явиться *карта суммарных показателей интенсивности денудационных и аккумулятивных процессов*, которая выявляет, образно говоря, «направление главного удара», где нагрузка на ландшафты уже достаточно велика и без вмешательства человека. Эти области достаточно четко выделяются на карте и связаны с водораздельными поверхностями и склонами с углами наклона 3 – 5° и более.

Современная динамика геоморфологических процессов должна быть охарактеризована через суммарный показатель интенсивности, с одной стороны, процессов денудации, а с другой – аккумулятивных процессов. Каждый из анализируемых процессов оценивается в условных баллах. Денудационные процессы, имеющие деструктивный характер, оцениваются условными баллами со знаком минус, аккумулятивные – со знаком плюс. Алгебраическая сумма показателя интенсивности исчисляется по заданной системе квадратов и определяет суммарный показатель интенсивности. Этот показатель оценивает условия, при которых действуют деструктивные процессы и противоположные им процессы аккумуляции. Первые при техногенных воздействиях должны оцениваться как неблагоприятные для сохранения геосистем, аккумуляция, напротив, определяет устойчивость соответствующих ландшафтов, подчиняясь процессу саморегуляции. Данная карта необходима для оценки экологической обстановки.

Третий этап характеризует степень и виды антропогенного или техногенного преобразования природной среды, отображаемые на картах состояния окружающей среды, антропогенной нагрузки и типов природопользования.

Карта состояния окружающей среды отражает экологическую обстановку территории. В содержании трех разделов карты необходимо показать качество природной среды и состояние природных ресурсов, особо охраняемые природные территории и памятники природы, влияние на окружающую среду хозяйственных объектов. Хорошим дополнением будет информация о состоянии поверхностных и подземных вод, их загрязненности различными элементами, очагах загрязнения.

В разделе, посвященном земельным ресурсам, характеризуются состояние почвенного покрова и негативные проявления, вызванные сельскохозяйственной деятельностью (степень проявления водной и ветровой эрозии), антропогенно активизированные современные экзогенные процессы (интенсивный размыв берегов, оживле-

ние оползневых процессов), вторичное засоление орошаемых земель и др.

В разделе о влиянии хозяйственных объектов на окружающую среду показывается сеть магистральных трубопроводов, места пересечения их с водными артериями, транспортными магистралями, между собой, отмечаются крупные опасные промышленные объекты, селитебные территории и пр.

Систематическое картографическое слежение за состоянием природной среды, ее изменениями, обусловленными хозяйственной деятельностью, составит одно из звеньев экологического мониторинга.

Карта антропогенной нагрузки. Одной из частных карт, выполняемых при создании картографической модели геоэкологической обстановки, является карта антропогенной нагрузки. Она содержит информацию о результатах воздействия антропогенной деятельности на литогенную основу и ландшафты. При составлении карты проводится отбор, анализ и систематизация данных о различных видах антропогенной нагрузки.

С целью упорядочения обильного материала производится инвентаризация объектов техногенной нагрузки, относящихся к различным геотехническим системам: геогорнотехнической, гидротехнической, градопромышленной, агрогидромелиоративной, агролесомелиоративной и др. [3].

К геогорнотехнической системе относятся газо- и нефтепромыслы, карьеры как действующие, так и отработанные, газохранилища, станции перекачки газа и др. В местах расположения перечисленных объектов обострение экологической опасности усиливается сопутствующими антропогенно возбужденными и антропогенно активизированными геологическими и гидрогеологическими процессами – линейной и плоскостной эрозией, суффозией и пр.

К объектам гидротехнической системы относятся водохранилища, пруды, плотины. Массовое запруживание мелких рек и балок приводит к резкому подъему грунтовых вод и самоподтоплению близкорасположенных населенных пунктов.

В блок агрогидромелиоративной системы вносят магистральные оросительные каналы, инженерно-технические сооружения, орошаемые массивы.

К блоку градопромышленной системы относятся селитебные территории, свалки бытовых и промышленных отходов, скотомогильники и т.д.

Геотехническая линейно-транспортная система включает в себя крупные железнодорожные и автомобильные магистрали, насыпи под них, дамбы, выемки, продуктопроводы, ЛЭП.

Эти объекты менее опасны, но они являются составной частью антропогенного пресса на ландшафты. Прокладка транспортных магистралей ухудшает условия жизнеобитания многих видов животных, для создания насыпей и дамб срезается большое количество грунтов, в том числе и пло-



дородных почв, приподнятые объекты приводят к перераспределению поверхностного стока.

Объектами агролесомелиоративной системы являются лесополосы, которые часто располагаются вдоль автомобильных дорог, лесопитомники, опытные площадки. При составлении карт антропогенной нагрузки важно иметь качественные аэро- и космоснимки и, что еще лучше, несколько залетов разных лет. Можно составлять и покомпонентные карты для различных видов нагрузки (например, площадной нагрузки или линейных сооружений). Имеется в виду то, что различный техногенез ведет к проявлению совершенно иных современных физико-геологических процессов, соответственно изменяется ход восстановительной динамики геосистем.

Карта типов природопользования. Для составления данной карты целесообразно применить классификацию С.П. Горшкова [4]. В ней охарактеризовано 12 наиболее распространенных типов природопользования. Приводим некоторые из них.

1. Сельскохозяйственное природопользование, куда входят сельхозугодья, пастбища, выгоны, суходольные сенокосы, огороды, сады, молочные комплексы по откорму скота, производство овощной продукции и пр.

2. Урбано-промышленное или коммунальное природопользование, к которому относят села и поселки городского типа.

3. Водохозяйственное природопользование. К этому типу относятся реки и различные по форме и размерам пруды как естественного, так и искусственного происхождения, водохранилища.

4. Коммуникационно-транспортное или пространственно-увязывающее природопользование, включающее линии электропередач, железные дороги, автомобильные дороги, магистральные нефтегазопроводы.

5. Хранилищно-складское природопользование – склады, амбары, элеваторы, станции подземного хранения газа, управления производственно-технической комплектации и пр.

6. Добыча полезных ископаемых, или горно-промышленное природопользование, к которому относятся промысловые скважины, карьеры.

7. Лесохозяйственное природопользование, куда относятся лесхозы, места рубок леса, сплава лесополосы и др.

8. Фабрично-заводское природопользование.

9. Отходосвалочное природопользование, которое включает свалки, места захоронения отработанных материалов, скотомогильники и т.д.

Карты типов природопользования необходимы при разработке мероприятий по поддержанию экологического равновесия природной среды и рационального природопользования.

Четвертый этап картографирования подводит к отражению мероприятий по соблюдению допустимых нагрузок на природные комплексы и составлению картографической модели по под-

держанию естественного равновесия природных комплексов в результате интенсивного использования земель.

В этом смысле обобщающей картой является *геоэкологическая*, суммирующая все природные и техногенные показатели.

В настоящее время в геоэкологическом картографировании отсутствуют согласованные представления о содержании геоэкологической карты, да и сам термин «геоэкология» разные исследователи трактуют неоднозначно.

Особенностью нашего подхода при составлении среднemasштабной геоэкологической карты является то, что в качестве «первичного фона» (или объекта картографирования) выступают рельеф и создающие его рельефообразующие процессы как экологический фактор «среды возникновения» и его техногенные трансформации [5].

Современные процессы рельефообразования являются одним из показателей изменения окружающей среды, ее реакции на хозяйственную деятельность человека, которую нельзя оценить однозначно.

При составлении геоэкологической карты среднего масштаба в качестве типовых единиц предлагается выделять геоэкологические комплексы, которые представляют собой территорию с общими ландшафтными условиями (рельефом, геологическим строением, климатом, почвенно-растительным покровом и пр.) и одинаковой экологической обстановкой, сформировавшейся в результате однотипного антропогенного воздействия [6].

Карта состоит из семи разделов.

I–II разделы. В классификации комплексов в основном выделяются 5 классов: элювиальный, трансэлювиальный, аккумулятивный, аквальный, трансаквальный.

К элювиальному классу относятся генетически однородные поверхности, в формировании которых преобладают процессы денудации и постепенного выноса продуктов выветривания. Это водораздельные поверхности (плакоры), вершины.

Трансэлювиальный класс объединяет территории, характеризующиеся процессами постоянного перемещения вещества под действием гравитационных сил – класс склонов.

В аккумулятивный класс входят участки земной поверхности, где происходит постоянное накопление пассивных отложений, приходящих в движение лишь в зонах действия линейной эрозии – это поверхности террас, котловины, подножия склонов.

Аквальный класс объединяет водные пространства, подразделяющиеся на два подкласса: субаквальный – озера, водохранилища и т.п. и трансаквальный – русловые урочища, балочные долины.

III раздел. Виды однородных поверхностей выделяются по генезису форм рельефа: денуда-



ционные, флювиальные, флювиогляциальные, аккумулятивные, морские, озерные, эоловые, биогенные, антропогенные (техногенные) и др.

IV раздел. На общей геоэкологической карте необходимо показать результаты проявления главных процессов, протекающих в настоящее время в литосфере, гидросфере и атмосфере с их количественной характеристикой, выделением аномальных участков, превышающих допустимые нормы для существования и жизнедеятельности живых организмов и человека, выраженных в предельно допустимых величинах. Необходимо показать все генетическое многообразие природных процессов и условий, определяющих геоэкологическую обстановку территории, а также процессов и объектов, связанных с деятельностью человека, отрицательно сказавшихся на среде обитания. Особенное внимание обращается на антропогенно-возбужденные процессы – эрозию, абразию, оползни, суффозионно-просадочные, карст, подтопление населенных пунктов, переработку берегов, дефляцию, засоление зоны аэрации, заболачивание и др.

V раздел. К геоэкологическим факторам, характеризующим состояние окружающей среды, на карту следует нанести линейные зоны повышенного напряженного состояния земной коры или разрывные нарушения, по которым происходит резкое изменение тех или иных компонентов геологической либо геоморфологической среды, крупных техногенных объектов.

VI раздел легенды-матрицы отражает использование территории и те нарушения природных условий, которые его сопровождают, или степень антропогенной изменчивости ландшафтов. Техногенная нагрузка является одним из основных факторов, определяющих состояние окружающей среды в Саратовской области. Это густая дорожно-транспортная сеть, магистральные трубопроводы, эксплуатационные скважины, карьеры, отвалы, опасные хозяйственные объекты, мелиоративные и гидротехнические сооружения, лесополосы, крупные животноводческие комплексы и др.

VII раздел. В нем отображаются мероприятия по охране и преобразованию природы. Это особо охраняемые территории (заказники, заповедники, памятники природы, предприятия по очистке сточных вод, пылегазоочистные сооружения, орошаемые земли, места акклиматизации и ре-акклиматизации животных, рекультивированные карьеры, базы отдыха).

Таков предполагаемый, на наш взгляд, стиль построения легенды к общей геоэкологической карте. Естественно, при широком обсуждении ее содержание может быть дополнено и уточнено, но должен остаться неизменным генетический принцип ее построения.

Способы изображения различных компонентов геоэкологической среды не менее существен-

ны при составлении синтетической карты, чем их классификация и систематика. От правильно подобранных способов изображения зависит читаемость карты, а также выделение главных экологических показателей для каждой из территорий.

На образце авторского оригинала геоэкологической карты Саратовской области масштаба 1:500 000 в основе лежит показ генетически однородных поверхностей, приуроченных к 5 классам, способом качественного фона. Для элювиального класса выбран светло-коричневый фон, для транс-элювиального – желтый, для аккумулятивных поверхностей – светло-зеленый цвет, для аквального класса – светло-голубой и голубой цвета.

Ареалами и буквенными индексами различного цвета показываем площади проявления разнообразных современных экзогенных процессов.

Тектонические нарушения изображаются линейными знаками малинового цвета.

Все многочисленные техногенные объекты переносятся на геоэкологическую карту с топографической и обозначаются черным цветом. Для показа различных опасных объектов и процессов применены штриховка, крап, внемасштабные знаки, изолинии и другие средства изображения красного цвета. Обилие таких средств показа дает возможность оценить интенсивность порой негативного воздействия человека на окружающую среду, экологическую обстановку.

Охраняемые объекты и базы отдыха изображаются внемасштабными условными знаками и другими способами.

Предстоит серьезная кропотливая работа над этими способами изображения, так же как и над системой условных обозначений.

Изложенное выше поможет более конкретно и точно решать задачу создания картографической модели геоэкологической оценки территории.

Библиографический список

1. *Селиверстов Ю.П.* Основы геоэкологии: Учебник / Под ред. В.Г. Морачевского. СПб., 1994. 351 с.
2. *Спиридонов А.М.* Основы общей методики полевых геоморфологических исследований и геоморфологического картографирования. М., 1970. 455 с.
3. *Брылев В.А., Агарков Е.В.* Принципы и методы составления среднемасштабной областной экологической карты (на примере Волгоградской области): Метод. рекомендации. Волгоград, 1992.
4. *Зворыкин К.В.* Географическая концепция природопользования // Вестн. Моск. ун-та. Сер. География. 1993. № 3. С. 3–16.
5. *Реймерс Н.Ф.* Природопользование: Словарь-справочник. М., 1990. 639 с.
6. *Штырова В.К.* Геоэкологическая карта: содержание, принципы и методы ее создания // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. 2004. Т.4, вып. 1–2. С. 164–167.



ГЕОЛОГИЯ

УДК 553.982.23

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ И ПАЛЕОГЕОТЕРМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ РИФТОГЕННЫХ ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНОВ

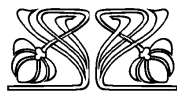
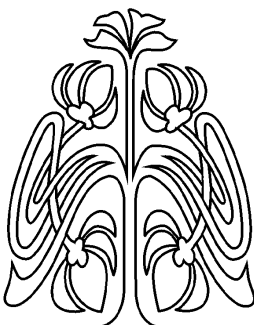
А.Д. Коробов, Л.А. Коробова, Е.Ф. Ахлестина¹

Саратовский государственный университет,
кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых

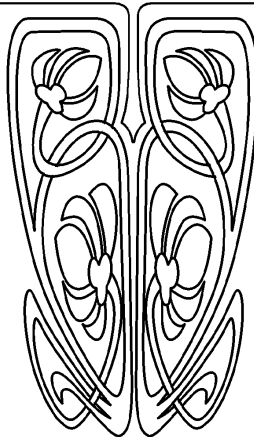
E-mail: korob@info.sgu.ru

E-mail: korobovea@yandex.ru

¹ Отделение геологии НИИ естественных наук



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ



Глинистые минералы и их парагенезисы являются чуткими индикаторами многообразия процессов преобразования терригенных валанжинских пород Северо-Хальмерпаутинской площади горячими растворами. Последние формировали гидротермально-метасоматические коллекторы и осуществляли транспортировку углеводорода (УВ). Количество находящихся в коллекторах смешанослойных образований и соотношение в них разбухающих (смектитовых) и неразбухающих (хлоритовых, слюдистых) пакетов позволяют оценить качество ловушки и вероятность присутствия в ней УВ. Формирование вторичных (пропилитовых) коллекторов и их заполнение УВ происходило почти одновременно.

Ключевые слова: глинистые минералы, пропилитизация, коллекторы, нефтегазоносность, рифтовый осадочный бассейн, гидротермы.

Mineralogical and Paleogeothermal Criteria for Predicting Oil and Gas Contents from the Rift Sedimentary Basins

A. D. Korobov, L. A. Korobova, E. F. Ahlestina

Clay minerals and their parageneses make sensitive indicators of diverse processes involved in transformation of the Valanginian terrigenous rocks in the North Khalmepayutinskaya field by hot solutions. The latter ones used to form hydrothermal-metasomatic reservoirs and to transport HC. The amounts of mixed-layer bodies and the proportions of swelling (smectite) and non-swelling (chlorite, micaceous) constituent packages make it possible to estimate the trap quality and the probability of HC presence. Secondary (propylitic) reservoirs were formed and filled with HC almost simultaneously.

Key words: clay minerals, propylitization, reservoirs, oil and gas content, rift sedimentary basin, hydrotherms.

Введение

Как отмечают некоторые исследователи [1–3], в зонах глубинных разломов нефтегазоносных бассейнов наблюдается резкое несоответствие границ между градациями катагенеза органического вещества (ОВ) и стадиями изменения пород. Там установлены аномальные концентрации аутигенных минералов по сравнению с их общим региональным фоном. В Западной Сибири это проявляется в широком развитии термодинамически неустойчивых глинистых минералов (смектитов, гидрослюд модификации 1М, септхлоритов и др.), обнаруженных в породах, испытывавших глубокий катагенез по данным отражательной способности витринита.

Еще более выразительные примеры такого несоответствия в осадочных бассейнах с ископаемыми рифтами связаны с вторичным разуплотнением песчаников под действием горячих циркулирующих на глубине растворов. Породы, характеризующиеся высокими стадиями



изменения ОВ, в таких случаях становятся рыхлыми, легко проницаемыми [4,5]. В прогретых (в частности, упомянутыми водами) породах органическое вещество легче преобразуется, чем минеральное. В этой связи, по мнению В.М. Матусевича и его коллег [4], недоучет характера наложенных (эпигенетических) изменений самих пород, насыщенных рассеянным ОВ, приводит к неправильной оценке регионального уровня литогенеза осадочных толщ и прогнозу нефтегазоносности территорий. В чём же причины перечисленных выше несоответствий и каковы пути решения этой проблемы?

Геологи часто допускают большие погрешности при определении интервалов температур, характерных для различных зон регионального эпигенеза, когда производят прямые замеры пластовых температур в скважинах и сопоставляют их с данными по маркам метаморфизации углей в керне этих же пластов. Они не учитывают при этом двух принципиальных обстоятельств, типичных для осадочных бассейнов с погребенным континентальным рифтом. Во-первых, температура в недрах таких бассейнов за всю историю их существования контролировалась не только и не столько характером одного лишь погружения с учетом регионального геотермического градиента. Температура испытывала значительный подъем в периоды тектонической перестройки региона (так называемая тектоногидротермальная активизация [6]), а затем, во время относительного тектонического покоя, – существенно снижалась. Всплески термальной активности происходили на фоне погружения осадочных бассейнов. При этом имело место сочетание двух факторов – кондуктивного и конвективного теплопереносов, без совместного участия которых не могло осуществляться эффективное продуцирование углеводородов (УВ) [7–9]. Эти же факторы в рифтовых осадочных бассейнах являлись причиной возникновения так называемых флюидодинамических систем нефтегазообразования [1].

Во-вторых, отражательная способность витринита фиксирует лишь ту максимальную температуру прогрева пород, которая была однажды достигнута на исследуемом участке [1] и не позволяет проследить динамику температурного режима всего эпигенетического процесса. Поэтому в осадочных бассейнах, испытавших неоднократную тектоно-гидротермальную активизацию, температура, полученная по маркам метаморфизации углей, как правило, не соответствует современной, но является древней, т.е. палеотемпературой. Для того чтобы повысить точность определения температур и проследить изменение палеотермического поля на различных стадиях эпигенетического (катагенетического) минералообразования, необходимо проводить термические исследования флюидных включений в новообразованных минералах методом гомогенизации и (или) декрепитации.

В последние годы делались неоднократные попытки совместного использования в нефтегазовой геологии палеотермометрии как по газово-жидким включениям (ГЖВ) в аутигенных минералах (кальцит, анкерит, доломит, кварц, галит и др.), так и по отражательной способности витринита [10–12]. При этом, в частности, было предложено различать показатели кондуктивного и конвективного палеогеотермического режимов [13] и сравнивать наибольшие значения каждого из них для разработки критериев дифференциации тектонических особенностей седиментационных бассейнов. В итоге были выделены структуры с устойчивым прогибанием, тектономагматической активизацией и т.д. [11]. Однако в расчетах были задействованы только максимальные палеотемпературы, полученные по ГЖВ, и не учитывались остальные, характеризующие многие промежуточные стадии развития гидротермальных систем. Работа, которая в известной степени восполняет эти пробелы, была нами осуществлена на действующих геотермальных месторождениях Камчатки и Курильских островов, а ее результаты распространены на древние и молодые гидротермальные системы областей наземного вулканизма [14, 6]. На основании этого нами разработана минералого-катагенетическая шкала фазовой зональности углеводородов для осадочных бассейнов с ископаемым континентальным рифтом. Она отражает принципиальную схему сопоставления шкал катагенеза и углефикации ОВ и вертикальной зональности нафтидогенеза с вертикальной температурной и метасоматической зональностью гидротермальных систем рифтовых осадочных бассейнов (рисунок).

При таком подходе появляются минералы-индикаторы, и в первую очередь слоистые силикаты, позволяющие, с одной стороны, более точно оценить температуру преобразования вмещающих пород на различных этапах развития нефтегазоносных территорий, а с другой – выяснить саму природу региональной или локальной минерации: седиментационную, седиментационно-диагенетическую, катагенетическую или гидротермальную (гидротермально-метасоматическую). Это тем более актуально, что в последние годы все больше данных появляется об участии растворов различной природы в формировании коллекторов нефти и газа. Циркулирующие по ослабленным направлениям горячие воды участвуют в эпигенетическом минералообразовании и, в частности, приводят к возникновению цеолитов и сопутствующих глинистых минералов. С цеолитизированными (ломонтитизированными) породами интрузивного, эффузивного и осадочно-вулканогенного происхождения связаны нефтяные месторождения Белый Тигр и Дракон (Южный Вьетнам) [15–18], Самгори-Патардзеульское и Телетское Притбилисского района Грузии [19], нефтепроявления в Анадырском нефтегазоносном бассейне Чукотки [20].



Стадия литогенеза	Подстадия	Гораций	Углемарочная шкала (марки углей)	Отражательная способность витринита в соответствующих интервалах			Палеотемпературы (°С) по минералам-индикаторам (Гутовский, 1980; Коробов и др., 1993)	Фации	Формации	Гораций	Интенсивность генерации углеводородов рассеяным органическим веществом пород	
				R ^o %	R ^a %	°C						
КАТАГЕНЕЗ	Протокатагенз	ДГ, ПК ₁ , ПК ₂ , ПК ₃	Торф Б ₁ Мягкий Б ₂ Матовый Б ₃ Блестящий	0,25–0,30	5,5–6,0	25–50	–	–		ДГ, ПК ₁ , ПК ₂ , ПК ₃	Биометан	
				0,30–0,40	6,0–6,5	50–75						
				0,40–0,50	6,5–7,0	75–90						
	Мезокатагенз	МК ₁ , МК ₂ , МК ₃ , МК ₄ , МК ₅	Д Длиннопламенный Г Газовый Ж Жирный К Коксовый ОС Отоленно-спекающийся	0,50–0,65	7,0–7,5	95–120	60–150	Гидротермальные глины (каолинитовая и смектитовая)	Гидротермальные аргиллизиты	МК ₁ , МК ₂ , МК ₃ , МК ₄ , МК ₅	МК ₁ , МК ₂ , МК ₃ , МК ₄ , МК ₅	Жирные газы
				0,65–0,85	7,5–8,2	120–160						
				0,85–1,15	8,2–9,0	160–190						
				1,15–1,55	9,0–9,8	190–215						
				1,55–2,00	9,8–10,7	215–235						
	Апокатагенз	АК ₁ , АК ₂ , АК ₃ , АК ₄	Т Тощий ПА Полуантрацит А Антрацит	2,00–2,50	10,7–11,5	Более 240	200–290	Низкотемпературные пропилиты (трансильванская и цеолитовая)	АК ₁ , АК ₂ , АК ₃ , АК ₄	АК ₁ , АК ₂ , АК ₃ , АК ₄	Главная зона газообразования	
				2,50–3,50	11,5–13,0							
				3,50–4,70	13,0–14,5							
				4,70 и более	14,5 и более							
Среднетемпературные пропилиты												

Принципиальная схема сопоставления шкал катагенеза и углефикации ОВ [1], (Н.Б. Вассоевич, 1990) и вертикальной зональности нефтидогенеза (Н.Б. Вассоевич, 1986) с вертикальной температурной и метасоматической зональностью гидротермальных систем осадочных бассейнов с погрешным континентальным рифтом (А.Д. Коробов, 1995)



В настоящее время при изучении продуктивных толщ основное внимание уделяется типу присутствующих или закономерно сменяющих друг друга цеолитов, если таковые имеются в нефтегазоносных коллекторах. Цеолиты терригенных пород осадочного чехла при этом рассматриваются как индекс-минералы зон регионального эпигенеза. Слоистые же силикаты, генетически и пространственно ассоциирующие с новообразованными цеолитами, в таких случаях остаются почти не исследованными. Поэтому выяснение парагенезисов и истории формирования глинистых минералов ломонтитизированных терригенных толщ скв. 2051 Северо-Хальмерпаютинской площади (Большехетская синеклиза), где локализованы газоконденсатные месторождения, представляет несомненный практический и теоретический интерес. Решение этих вопросов позволит совершенно по-новому взглянуть на природу вторичных коллекторов чехла и условия формирования залежей УВ в рифтовых седиментационных бассейнах. Данной проблеме и посвящена наша работа.

Процессы преобразования терригенных пород

Петрографические наблюдения керн скв. 2051 Северо-Хальмерпаютинской площади (интервал 3343,00 – 3638,93 м) показали, что терригенные породы валанжинского яруса (нижний мел) испытали, главным образом, низкотемпературную пропилитизацию. Среди последней мы в соответствии с теоретическими представлениями Д.С. Коржинского [21, 22], М.А. Ратеева с коллегами [23] и В.И. Гугушвили [24] различаем цеолитовую и трансильванскую фации. Продукты среднетемпературной пропилитизации выражены слабо. Кроме того, на отдельных участках установлены незначительные проявления гидротермальной аргиллизации.

Среднетемпературная пропилитизация (см. рисунок) проявилась, прежде всего, в развитии эпидота. Его количество ограничено. Эпидот обнаруживает парагенезис с широким набором гидротермальных минералов: ломонтитом, хлоритом, кальцитом, кварцем, редко пиритом и гидрослюдой – и встречен почти во всех анализированных пробах.

Низкотемпературная цеолитовая пропилитизация (см. рисунок) наиболее широко отмечается на глубине 3343,0 – 3367,0 м. Она приурочена к грубозернистым породам (песчаникам, алевропесчаникам) и выражается в ломонтитизации различных их ингредиентов. Кальциевый ломонтит – индикаторный минерал цеолитовых пропилитов – тесно ассоциирует с хлоритом.

Низкотемпературная трансильванская пропилитизация пользуется ограниченным распространением и локализована исключительно в тонкообломочных породах: алевролитах (инт. 3499,0 – 3501,0 м, 3580,0 – 3581,0 м), реже – пес-

чанистых алевролитах (глуб. 3536,0 м). Кальцит – индикаторный минерал трансильванских пропилитов – ассоциирует с хлоритом, гидрослюдой и продуктами их низкотемпературного преобразования. Петрографические наблюдения, подтвержденные рентгеноструктурными исследованиями, свидетельствуют, что хлорит возник, главным образом, в процессе трансформации кластогенного биотита при пропилитизации осадочных толщ. В результате этого новообразованный хлорит формирует существенную (если не главную) часть глинистого цемента вторичных коллекторов терригенных пород.

Данные рентгеноструктурного изучения показали удивительно выдержанный набор вторичных минералов в подавляющей части тонких (менее 0,001 мм) фракций*, выделенных из характерных разностей пород скв. 2051. Пятнадцать из девятнадцати проб практически нацело сложены свежим или почти свежим магнезиальным хлоритом. Очень редки иллиты (гидрослюды) и собственно слюды. Из неслоистых силикатов в ничтожном количестве диагностирован ломонтит.

Магнезиальный хлорит, или клинохлор, устанавливается в естественных ориентированных природных препаратах по межплоскостным расстояниям с $d=14,14-14,37$; $7,05-7,11$; $4,68-4,74$; $3,53-3,55$; $2,80-2,85$ Å; в препаратах, насыщенных глицерином, по межплоскостным расстояниям с $d=14,14-14,49$; $7,05-7,11$; $4,68-4,76$; $3,53-3,55$ Å; в препаратах, насыщенных этиленгликолем, – с $d=14,14-14,37$; $7,11$; $4,72-4,73$; $3,53-3,54$; $2,84$ Å; в препаратах, прокаленных при 550°C в течение двух часов, с $d=13,81-14,48$; $6,97-7,28$; $4,66-4,98$; $3,33-3,57$; $2,76-2,86$ Å.

Слюдистый минерал определяется в естественных ориентированных природных препаратах по межплоскостному расстоянию с $d=9,94$ Å; в препаратах, насыщенных глицерином, $d=9,99$ Å; в препаратах, прокаленных при 550°C в течение двух часов с $d=10,05$; $4,99$ Å. Гидрослюда с $\approx 5\%$ разбухающих (сметкитовых) межслоев диагностируется в естественных ориентированных природных препаратах по межплоскостному расстоянию с $d=9,41$ Å; в препаратах, насыщенных глицерином с $d=9,45$ Å.

Гидротермальная аргиллизация (см. рисунок) фиксируется в шлифах как самый поздний (низкотемпературный) процесс. Она затрагивает в первую очередь гидрослюды, в меньшей степени слюды и плагиоклазы. Реликты сохранившегося биотита при этом гидратируются и гидрослюдизируются. Плагиоклазы пелитизируются – мутнеют за счет развития глинистых минералов, прежде всего монтмориллонита. Наибольшей активности гидротермальная аргиллизация достигала на следующих глубинах: 3489,94 м в алевро-песчаниках, 3619,42 м – в алевролитах и 3638,59 м – в алевро-глинах.

* Рентгенографический фазовый анализ проводился А.Л. Соколовой в лаборатории физических методов изучения породообразующих минералов Геологического института РАН.



Под гидротермальной аргиллизацией (в данном случае монтмориллонитизацией или смектитизацией) мы вслед за М.А.Ратеевым и его коллегами [25] понимаем не только образование минералов группы монтмориллонита, но и увеличение монтмориллонитовых пакетов в смешанослойных структурах хлорит-смектитового и иллит-смектитового типов.

В этой связи очень показательны результаты рентгеноструктурного анализа тонких (менее 0,001 мм) фракций, выделенных из трех вышеуказанных типов пород. При доминирующем положении Mg-хлорита в них отмечается небольшое количество диоктаэдрических смешанослойных иллит-смектитовых образований. Причем в более проницаемых алевро-песчаниках и алевролитах смешанослойные минералы содержат 50% набухающих смектитовых пакетов – А (иллит):В (смектит)≈50:50. Меньшее количество смектитовых пакетов установлено в смешанослойных образованиях из слабопроницаемых алевро-глин – А:В≈60:40.

Смешанослойные минералы диагностируются в естественных ориентированных препаратах по межплоскостным расстояниям с $d=22,95-24,50; 10,90-11,20; 5,52 \text{ \AA}$. В препаратах, насыщенных глицерином и этиленгликолем, межплоскостное расстояние увеличивается, соответственно, до 29,45 Å и 27,18 Å. В одном случае в составе фракции менее 0,001 мм, выделенной из алевро-глин (глуб. 3486,10 м), обнаружено небольшое количество триоктаэдрического хлорит-смектитового смешанослойного образования с 10-15% набухающих пакетов – А (хлорит):В (смектит) ≈85–90:15–10. Главенствующим минералом фракции по-прежнему остается практически свежий Mg-хлорит.

Гидротермальная аргиллизация, как показали наши исследования, на Паужетском месторождении горячих вод, протекает при температурах ниже 200°C. Причем в интервале 200–150°C формируются так называемые аргиллизированные пропилиты со смешанослойными хлорит-смектитовыми или иллит-смектитовыми образованиями, а в диапазоне 150–60°C – гидротермально-метасоматические глины (смектиты, каолинит) [14].

Обсуждение результатов

Установлено [26–28], что характер эпигенетических изменений пород фундамента и осадочного чехла Западно-Сибирской плиты контролируется разрывными нарушениями и определяется вспышками гидротермальной деятельности, которая сопровождала периоды тектонической перестройки региона. В течение мезозоя активизация Западно-Сибирской плиты возобновлялась неоднократно. В частности, она наблюдалась в средней юре (180–160 млн лет), раннем мелу (неокоме – 145–120 млн лет) и позд-

нем мелу – раннем палеогене (100–60 млн лет) [29]. Это хорошо увязывается с представлениями В.С. Бочкарева и его коллег [30], который утверждает, что максимальный разогрев пород осадочного чехла в Западной Сибири, сопряженный с интенсивным погружением бассейна во время тектонической активизации, приходился на среднюю юру-поздний мел. Сказанное не противоречит палеогеотермическим исследованиям ГЖВ, показавшим [12] длительное воздействие высоко нагретых (150–250°C) растворов на палеозойские и юрские породы юго-востока Западно-Сибирской плиты. Выявленные температуры в 2–3 раза превышают современные пластовые температуры, замеренные в стволах скважин.

Различия тектонических позиций рифтов и генетически с ними связанных изолированных впадин [31] определили специфику заполняющего их изверженного материала и постмагматических явлений, в данных структурах протекавших. Это касается гидротермальных процессов как доюрской (доплитной) стадии, так и тех, что сопровождали тектоническую активизацию уже сформировавшейся молодой платформы. В рифтах господствовало высокотемпературное, а за их пределами – в изолированных депрессиях – низкотемпературное гидротермально-метасоматическое минералообразование [26, 27]. Это подтверждается и различием современных температур, замеренных на одинаковой глубине скважин, которые были пробурены на различных расстояниях от погребенного континентального рифта. Так, непосредственно в надрифтовом желобе центральной части плиты (Черемшанская площадь) на глубине 3007 м зафиксирована пластовая температура 157°C. На борту желоба (Восточно-Таркосалинская площадь) она составляет уже 105°C, а на удалении от желоба (Западно-Таркосалинская площадь) падает до 93°C [32].

По устным заявлениям А.И.Сухарева (2008 г., 2009 г.), в опробованном нами интервале глубин скв. 2051 современные температуры варьируют от 85 до 99,3°C (~100°C). В этом температурном диапазоне по всем законам гидротермального (гидротермально-метасоматического) минералообразования должна развиваться формация гидротермальных аргиллизитов [14, 23, 24]. Она представлена, прежде всего, смектитом и каолинитом (см. рисунок). Однако в составе тонких (менее 0,001 мм) фракций, выделенных из различных измененных терригенных пород, эти минералы не встречены. Как отмечалось, тонкие фракции всех девятнадцати проб практически нацело сложены свежим (или почти свежим) магниальным хлоритом (клинохлором). Иногда в небольшом количестве в них присутствуют диоктаэдрические иллит-смектитовые смешанослойные образования.

На основании этого возникает закономерный вопрос: как объяснить, что при современных



температурах 85–100°C, которые установлены прямыми замерами в стволе скв. 2051, сохранился свежим хлорит – неперенный спутник ломонтита и кальцита в цеолитовых и трансильванских пропилитах? Ведь известно [14, 23, 24], что уже при температуре циркулирующих растворов менее 200 С хлорит начинает перерождаться в монтмориллонит с формированием хлорит-сметитовых смешанослойных образований. У последних с падением температуры в диапазоне 200–150°C закономерно нарастает количество вновь возникающих набухающих (сметитовых) пакетов и сокращается число реликтовых хлоритовых межслоев. Ниже 150°C смешанослойные образования исчезают полностью, уступая место собственно сметитам [14]. Трансформация хлорита осуществляется в рамках триоктаэдрического структурного мотива.

То же самое и при тех же температурах происходит при монтмориллонитизации гидрослюд (иллита) с той лишь разницей, что трансформация последних протекает в границах диоктаэдрического структурного мотива. Появление в породах скв. 2051 весьма ограниченного количества иллит-сметитов при практическом отсутствии хлорит-сметитовых образований объясняется, в соответствии с теоретическими представлениями [33, 34], более низкой термодинамической устойчивостью первых к трансформации в монтмориллонит. При этом важно подчеркнуть, что набухающая (сметитовая) фаза в диоктаэдрических иллит-сметитах не превышает 50%, а собственно диоктаэдрические монтмориллониты не зафиксированы вообще. Все это свидетельствует об одном: налицо отсутствие важнейшей черты гидротермального процесса – его регрессивной направленности.

Исходя из сказанного, ответ на поставленный вопрос напрашивается один: после теплового импульса, достигшего уровня низкотемпературной пропилизации (200–290°C), произошла консервация системы неким гидрофобом, который препятствовал поступлению и циркуляции остывающих и остывших до 85–100°C растворов в терригенные породы. Зная, что в исследуемом интервале скв. 2051 локализована газоконденсатная залежь, можно уверенно сказать, что таким гидрофобом являются углеводороды. Следовательно, приход УВ в терригенные породы осуществлялся либо в течение процесса пропилизации или сразу по его завершении, но во временном интервале, в котором температура системы не смогла опуститься ниже 200°C. Из этого вытекают два принципиальных вывода. Во-первых, формирование вторичных (пропилитовых) коллекторов в валанжинских толщах осадочного чехла Северо-Хальмерпаютинской площади и их заполнение углеводородами происходило почти одновременно. Во-вторых, возникновение залежей УВ было связано с конкретными этапами тектоногидротермальной

активизации региона и приходилось, скорее всего, на их завершающие стадии. К аналогичным умозаключениям мы пришли касательно пород фундамента и переходного комплекса Западно-Сибирской плиты [27].

О «тормозящем» (консервирующем) влиянии углеводородов на процессы аутигенеза в терригенных породах пишет В.М. Матусевич и его коллеги [4]. Он, в частности, отмечает, что благодаря этому обстоятельству в нефтеносных пластах осадочного чехла Западной Сибири создаются закрытые гидрофобные системы, благотворно влияющие на сохранность высоких коллекторских свойств пород и их продуктивность. В водоносных системах, лишенных УВ, циркуляция остывающих вод не была затруднена, посему регрессивная направленность гидротермального процесса широко себя проявляла. Здесь происходило активное воздействие остывающих терм на хлорит-ломонтитовую (хлорит-кальцитовую) ассоциацию пропилитов. В таких случаях глинистые минералы первыми откликаются на изменение физико-химических условий среды и начинают сметитизироваться, ухудшая фильтрационно-емкостные свойства пород. Цеолиты при этом сохраняются или наблюдается смена ломонтита его низкотемпературной модификацией – β -леонгардитом [14]. В итоге появляются широко распространенные ломонтит-корренситовый, ломонтит-корренситоподобные минералы [35, 36] и даже ломонтит-сметитовый парастерезисы. Этим, с нашей точки зрения, объясняется парадокс [4] присутствия сметитов и других термодинамически неустойчивых минералов в породах, испытавших некогда глубокий катагенез по данным отражательной способности витринита. Эти же растворы ответственны за интенсивное вторичное разуплотнение песчаников, характеризующихся [4, 5] высокими стадиями изменения ОВ.

Следовательно, в рифтовых седиментационных бассейнах количество присутствующих в коллекторе смешанослойных хлорит-сметитовых (иллит-сметитовых) образований и соотношение в них разбухающих и неразбухающих пакетов могут характеризовать историю формирования и качество (герметичность) ловушки, а также вероятность обнаружения в ней залежей УВ.

Как уже говорилось, глинистый цемент терригенных пород валанжинского яруса скв. 2051 сформировался за счет кластогенного биотита в процессе его гидротермального перерождения. Аналогичная роль биотита в образовании глинистых цементов продуктивных коллекторов различных месторождений Западной Сибири описана многими геологами. Вместе с тем одинаковый механизм формирования таких цементов даже в разновозрастных коллекторах зачастую приводит к разному составу новообразованных хлоритов. Так, на газоконденсатных месторождениях Северо-Хальмерпаютинской площади нами установлен Mg-хлорит. На Ватинском нефтяном месторож-



дени (Широтное Приобье) в валанжинских коллекторах диагностирован Fe-Mg-хлорит [37]. По данным В.Г. Колокольцева и его коллег [5], на Южно-Ягунском нефтяном месторождении в тех же по возрасту продуктивных алевро-песчаниках присутствует Fe-хлорит. Наблюдаемая смена железистых хлоритов магнезиальными через промежуточные Fe-Mg (Mg-Fe) разности происходит, в соответствии с теоретическими представлениями В.И. Муравьева, А.Л. Сальнь [38], А.А. Годовикова [39] и В.А. Дрица, А.Г. Коссовской [35], при повышении температуры, а также росте концентрации и активности Mg в гидротермальных растворах. Последнему обстоятельству способствует разрушение очень нестойких, высокомагнезиальных силикатов (оливинов), а, возможно, и воздействие мантийных флюидов.

Учитывая сказанное, можно дать объяснение полученным фактам с позиции пространственного размещения месторождений УВ разного фазового состава относительно ископаемых рифтов Западно-Сибирской плиты [28]. В этой связи достаточно вспомнить, что Большехетская синеклиза с находящейся в ее пределах Северо-Хальмерпаютинской площадью (газоконденсатные месторождения) с трех сторон окружена погребенными континентальными рифтами: на западе и севере – Колтогорско-Уренгойским, а на востоке – Худосейским [31]. Рифтовый комплекс представлен высокомагнезиальными нижне- и среднетриасовыми базальтами и их пирокластическими аналогами. Как уже говорилось, в периоды тектонической активизации именно в рифтовых системах зарождались и господствовали высокотемпературные богатые магнием растворы, которые по разломам проникали в породы чехла. Ватинское и Южно-Ягунское нефтяные месторождения удалены от погребенных рифтов. Именно поэтому в периоды тектоногидротермальной активизации УВ-производящие породы чехла там испытывали воздействие менее нагретых и менее богатых магнием вод. Данное обстоятельство, видимо, может объяснить корреляцию зональности состава аутигенных хлоритов из коллекторов с фазовой зональностью находящихся в этих коллекторах нефтидов: нефтяные месторождения (Fe-хлорит; Fe-Mg-хлорит) → газоконденсатные месторождения (Mg-хлорит). Сказанное является отражением установленной ранее закономерности [28], показывающей, что фазовая зональность УВ в осадочных бассейнах с погребенным континентальным рифтом контролируется прогревом материнских толщ в процессе тектоногидротермальной активизации.

Выводы

1. Глинистые минералы и их парагенезисы являются чуткими индикаторами многообразия процессов преобразования терригенных валанжинских пород Северо-Хальмерпаютинской

площади горячими растворами. Последние формировали гидротермально-метасоматические коллекторы и осуществляли транспортировку углеводородов.

2. Количество находящихся в коллекторах смешанослойных образований и соотношение в них разбухающих (сметитовых) и неразбухающих (хлоритовых, слюдяных) пакетов позволяют оценить качество ловушки и вероятность присутствия в ней углеводородов.

3. Корреляция зональности состава аутигенных хлоритов из коллекторов с фазовой зональностью находящихся в этих коллекторах нефтидов обусловлена прогревом материнских толщ в процессе тектоно-гидротермальной активизации.

4. Формирование вторичных (пропилитовых) коллекторов и их заполнение углеводородами происходило почти одновременно.

5. Возникновение новых и преобразование старых залежей УВ было связано с конкретными этапами тектоногидротермальной активизации региона.

Библиографический список

1. Соколов Б.А., Абя Э.А. Флюидодинамическая модель нефтегазообразования. М.: ГЕОС. 1999. 78 с.
2. Предтеченская Е.А., Шиганова О.В., Фомичев А.С. Катагенетические и гидрохимические аномалии в нижне-среднеюрских нефтегазоносных отложениях Западной Сибири как индикаторы воздействия флюидных потоков в зонах дизъюнктивных нарушений // Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли: В 2 т. Материалы 5-го Всерос. литолог. совещания. Т.2. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2008. С. 182–184.
3. Boles J.R. Calcite as an indicator of vertical fluid transport in hydrocarbon systems. Edinburgh, IMA, 2002. 302 p.
4. Матусевич В.М., Рыльков А.В., Ушатинский И.Н. Литогенез и нефтегазоносность осадочного чехла в Западно-Сибирском мегапрогибе // Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли. Т.2. С. 60–62.
5. Колокольцев В.Г., Ларичев А.И., Скачек К.Г., Шишлов С.Б. Природа пустотного пространства в нижнемеловых нефтяных коллекторах Южно-Ягунского месторождения (Западная Сибирь) по результатам стадийного анализа // Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли. Т.1. С. 328–330.
6. Коробов А.Д. Гидротермальный литогенез в областях наземного вулканизма: Автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. М.: ГИН РАН, 1995. 45 с.
7. Аммосов И.И., Горшков В.И., Гречишников Н.П. Палеотемпературы преобразования нефтегазоносных отложений. М.: Наука, 1980. 108 с.
8. Гречишников Н.П. Палеогеотермические особенности преобразования нефтегазоносных отложений // Сов. геология. 1978. №9. С. 3–11.
9. Гречишников Н.П. Геотермические процессы нефтегазообразования // Докл. АН СССР. 1991. Т. 319, №2. С. 71–74.
10. Гигашивили Г.М. К вопросу о температурных условиях катагенетического минералообразования в породах-



- коллекторах нефти и газа // Докл. АН УССР. Сер. Б. 1979. №7. С. 509–512.
11. Лукин А.Е., Луговая И.П., Загнитко В.Н. Палеогеотермические и геохимические критерии нефтегазоносности // Там же. 1987. №8. С. 10–15.
12. Шапенко В.В., Шепеткин Ю.В. Палеотемпературы нефтегазоносных толщ юго-востока Западно-Сибирской плиты // Докл. АН СССР. 1978. Т. 242, №2. С. 402–404.
13. Канана Я.Ф., Матвеев А.К. К вопросу определения палеотемператур осадочных толщ // Моск. бюл. испытат. природы. Отд-е геологии. 1986. Т. 61, №4. С. 110–121.
14. Коробов А.Д., Гончаренко О.П., Главатских С.Ф. и др. История гидротермального минералообразования Паужетского месторождения парогидротерм и палеогидротермальных систем района // Структура гидротермальной системы. М.: Наука, 1993. С. 88–120.
15. Арешев Е.Г., Гаврилов В.П., Поспелов В.В. и др. Характер пустотности и состава пород нефтесодержащего фундамента шельфа Южного Вьетнама // Нефтяное хозяйство. 1996. № 8. С. 27–29.
16. Арешев Е.Г., Донг Ч.Л., Киреев Ф.А. Нефтегазоносность гранитоидов фундамента на примере месторождения Белый Тигр // Там же. С. 50–58.
17. Дмитриевский А.Н., Киреев Ф.А., Бочко Р.А., Фёдорова Т.А. Влияние гидротермальной деятельности на формирование коллекторов нефти и газа в породах фундамента // Изв. РАН. Сер. геол. 1992. № 5. С. 119–128.
18. Поспелов В.В., Шнип О.А. Цеолиты нефтесодержащих пород шельфа Южного Вьетнама // Геология нефти и газа. 1995. № 7. С. 38–43.
19. Верник Л.И., Гринберг М.Э., Кузнецов О.Л. Литолого-петрофизические особенности коллекторов осадочно-вулканической толщи среднего эоцена Притбилисского района // Геология нефти и газа. 1985. № 8 С. 44–48.
20. Боркун Ф.Я. Литолого-емкостные и петрофизические особенности цеолитсодержащих терригенных коллекторов углеводородов // Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли. 2008. Т. 1. С. 96–98.
21. Коржинский Д.С. Зависимость метаморфизма от глубинности вулканогенных формаций // Тр. / Лаборатория вулканологии. 1961. Вып. 19. С. 5–11.
22. Коржинский Д.С. Очерк метасоматических процессов // Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях. М.: Изд-во АН СССР, 1953.
23. Ратеев М.А., Градусов Б.П., Ильинская М.Н. Глинообразование при постмагматических изменениях андезитобазальтов силура Южного Урала // Литология и полезные ископаемые. 1972. №4. С.93–109.
24. Гугушвили В.И. Поствулканический процесс и формирование месторождений полезных ископаемых в древних островных дугах и интрадуговых рифтах (на примере Аджаро-Триалетской зоны Кавказа). Тбилиси: Мецниереба, 1980. 184 с.
25. Ратеев М.А., Градусов Б.П., Ильинская М.Н. Гидротермальная аргиллизация верхнесантонских вулканогенных пород и ее роль в формировании бентонитов Саригюх (Армянское СССР) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1973. №12. С. 41–56.
26. Коробов А.Д., Коробова Л.А., Киняева С.И. Гидротермальные процессы в палеорифтах Западной Сибири и их роль в формировании жильных ловушек УВ доюрского комплекса Шаимского района // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2004. № 12. С. 63–72.
27. Коробов А.Д., Коробова Л.А. Гидротермальные процессы в погребенных палеорифтах Западной Сибири и их роль в доломитизации известняков и насыщении пород фундамента нефтью // Геология нефти и газа. 2005. №3. С. 37–46.
28. Коробов А.Д., Коробова Л.А. Разуплотнение пород и фазовая зональность нафтидов Западно-Сибирской плиты как отражение гидротермально-метасоматических процессов // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2008. №9. С. 21–28.
29. Федоров Ю.Н., Криночкин В.Г., Иванов К.С. и др. Этапы тектонической активизации Западно-Сибирской платформы (по данным К-Аг – датирования) // Докл. РАН. 2004. Т. 397, №2. С. 239–242.
30. Бочкарев В.С., Брехунцов А.М., Децена Н.П. Геодинамические обстановки формирования Западно-Сибирского бассейна и его нефтегазоносности // Тектоника земной коры и мантии. Тектонические закономерности размещения полезных ископаемых: В 2 т. М.: ГЕОС. 2005. Т.1. С. 71–75.
31. Сурков В. С., Смирнов Л.В. Строение и нефтегазоносность фундамента Западно-Сибирской плиты // Отечественная геология. 2003. №1. С. 10–16.
32. Сурков В.С., Трофимук А.А., Жеро О.Г. и др. Триасовая рифтовая система Западно-Сибирской плиты, ее влияние на структуру и нефтегазоносность платформенного мезокайнозойского чехла // Геология и геофизика. 1982. № 8. С. 3–15.
33. Саркисян С.Г., Котельников Д.Д. Глинистые минералы и проблемы нефтегазовой геологии. М.: Недра, 1971. 183 с.
34. Саркисян С.Г., Котельников Д.Д. Глинистые минералы и проблемы нефтегазовой геологии. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1980. 232 с.
35. Дриц В.А., Коссовская А.Г. Глинистые минералы: слюды, хлориты. М.: Наука, 1991. 176 с. (Тр. ГИН АН СССР. Вып. 465).
36. Коссовская А.Г., Дриц В.А. Генетические типы корренситов и корренситоподобных минералов // Литология и полезные ископаемые. 1985. №5. С.16–38.
37. Котельников Д.Д., Колобова Г.Ф. Роль биотита в образовании глинистых цементов в коллекторах Вагинского месторождения нефти // Докл. АН СССР. 1972. Т. 207, №4. С. 950–953.
38. Муравьев В.И., Сальнь А.Л. Динамика кристаллохимического преобразования хлорита в эпигенезе // Эпигенез и его минеральные индикаторы М.: Наука, 1971. С. 121–127. (Тр. ГИН АН СССР. Вып. 221).
39. Годовиков А.А. Минералогия. М.: Недра, 1975. 520 с.



УДК 550.837

КИНЕМАТИКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН СЕЙСМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ВТОРОГО РОДА В ДВУХСЛОЙНОЙ СРЕДЕ

И.Г. Московский, Г.А. Московский¹

Саратовский государственный технический университет,
кафедра прикладной математики и теории навигационных
приборов

E-mail: mosig@mail.ru

¹Саратовский государственный университет,
кафедра петрографии и минералогии

E-mail: mosgeoal@mail.ru

На основе анализа годографов основных типов электромагнитных волн сейсмоэлектрического эффекта второго рода показана возможность применения кинематических характеристик полей этого эффекта при исследовании расположения водоносных горизонтов.

Ключевые слова: сейсмоэлектрический эффект второго рода, электрограмма, годограф при общей точке возбуждения, годограф равных дистанций, водоносный горизонт.

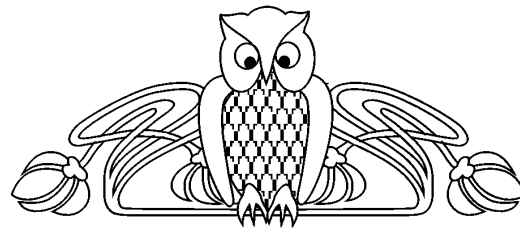
Kinematics of the Electromagnetic Waves from the Second-Type Seismoelectric Effect in Two-Layered Earth

I.G. Moskowsky, G.A. Moskowsky

Analysis of the travelttime curves of the principal types of the electromagnetic waves from the second-type seismoelectric effect was used to demonstrate the possibility of using the kinematic characteristics of that effect fields for studying aquifer locations.

Key words: second-type seismoelectric effect, electrogram, common-excitation travelttime curve, equal distance travelttime curve, aquifer.

Связь сейсмоэлектрического эффекта второго рода с важными петрофизическими параметрами геологической среды определяет стремление применения этого эффекта в различных задачах геофизики и инженерной геологии. Существует [1–3] три основных типа электромагнитных волн, наблюдаемых при возбуждении сейсмоэлектрического эффекта второго рода во влагонасыщенных средах. *Быстрые волны* – возникают на поверхности раздела сред с различными петрофизическими характеристиками и распространяются со скоростью, на несколько порядков превышающую скорость сейсмических волн. *Вмороженные волны* – распространяются в пространстве вместе с сейсмическими волнами и с такой же скоростью. *Медленные волны* – являются вмороженными по отношению к флюидодинамической волне порового давления, распространяющейся во влагонасыщенной среде. Все указанные типы волн наблюдаются экспериментально [4–7], поэтому представляет интерес оценка возможности практического применения кинематических и дина-



мических свойств полей сейсмоэлектрического эффекта, в частности, для установления наличия в среде влагонасыщенного слоя и определения глубины расположения его кровли. В данной работе проводится анализ кинематических характеристик электромагнитных полей сейсмоэлектрического эффекта второго рода, возбуждаемого точечным импульсным источником упругих волн в среде, содержащей водоносный горизонт.

В прямоугольной декартовой системе координат Oxz (рис. 1 и 2) рассмотрим двухслойную модель среды, причем первый слой не содержит влаги, а второй (нижнее полупространство) влагонасыщенный. Граница между слоями влагонепроницаемая. В этой модели не учитывается влияние подошвы влагонасыщенного слоя, что можно допустить из-за сильного затухания сейсмоэлектрического сигнала с глубиной. Для изучения особенностей кинематики сейсмоэлектрического эффекта в случае переменной глубины залегания водоносного горизонта рассмотрим два случая. В первом случае (модель 1) плоская граница между первым и вторым слоями параллельна дневной поверхности (см. рис. 1). Во втором (модель 2) граница между слоями расположена под заданным углом φ к дневной поверхности (см. рис. 2). Точечный источник упругих волн и приёмник электромагнитного сигнала располагаются на оси Ox .

Так как в обоих моделях приёмник расположен на кровле первого невлагонасыщенного слоя, регистрироваться могут только быстрые волны. Однако, как отмечено в [3], при возбуждении сейсмоэлектрического эффекта в двухслойной среде с плоскопараллельными сухим первым и влагонасыщенным вторым слоями и влагонепроницаемой границей между ними (приёмник расположен на дневной поверхности) на электрограммах (аналог сейсмограмм) прослеживаются три годографа электромагнитных волн. Первый годограф (волна 1) соответствует быстрой волне, возбуждаемой упругой волной на границе слоев в точке, находящейся на кратчайшем расстоянии от источника упругих волн. Волна 1 регистрируется практически одновременно на любом удалении приёмника от источника упругой волны. Второй годограф (волна 2) соответствует быстрой волне, возбуждаемой упругой волной на границе слоев в точке, находящейся на кратчайшем расстоянии до точки расположения приёмника электромагнитного сигнала. Волна 2 распространяется со

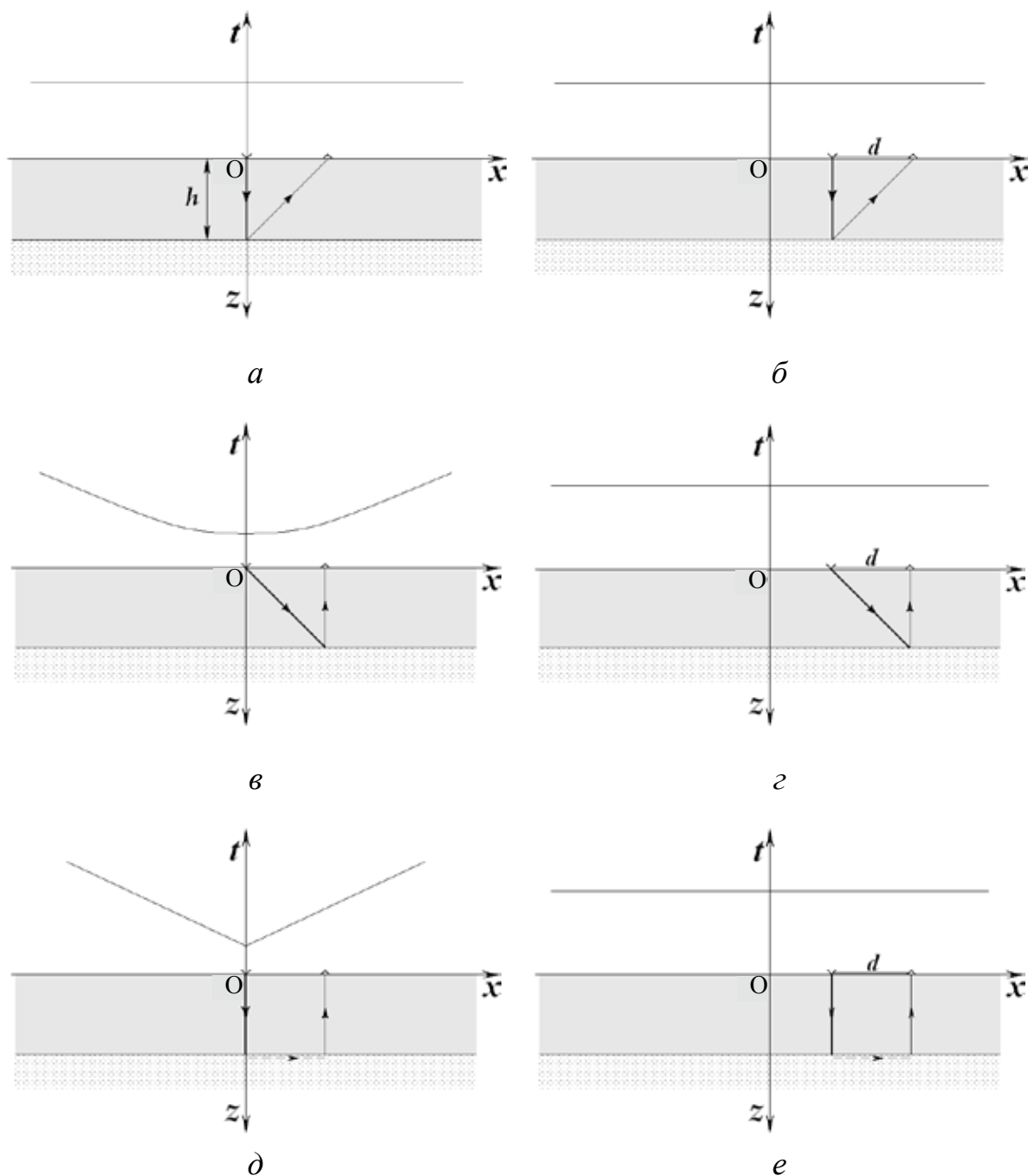


Рис. 1. Годографы для модели 1: *a* – волна 1 (ОТВ); *б* – волна 1 (РД); *в* – волна 2 (ОТВ); *г* – волна 2 (РД); *д* – волна 3 (ОТВ); *е* – волна 3 (РД)

скоростью упругой волны в первом слое. Третий годограф (волна 3) соответствует быстрой волне, возбуждаемой флюидодинамической волной порового давления на границе слоев в точке, находящейся на кратчайшем расстоянии до точки расположения приемника электромагнитного сигнала. Заметим, что волна порового давления начинает распространяться вдоль границы слоев

в момент, когда упругая волна достигает этой границы по кратчайшему пути. Волна 3 распространяется со скоростью волны порового давления.

Для иллюстрации кинематических свойств волн 1, 2 и 3 построены годографы вдоль оси Ox при общей точке возбуждения (ОТВ) и годографы равных дистанций (РД) вдоль оси Ox . При построении годографа ОТВ положение источника

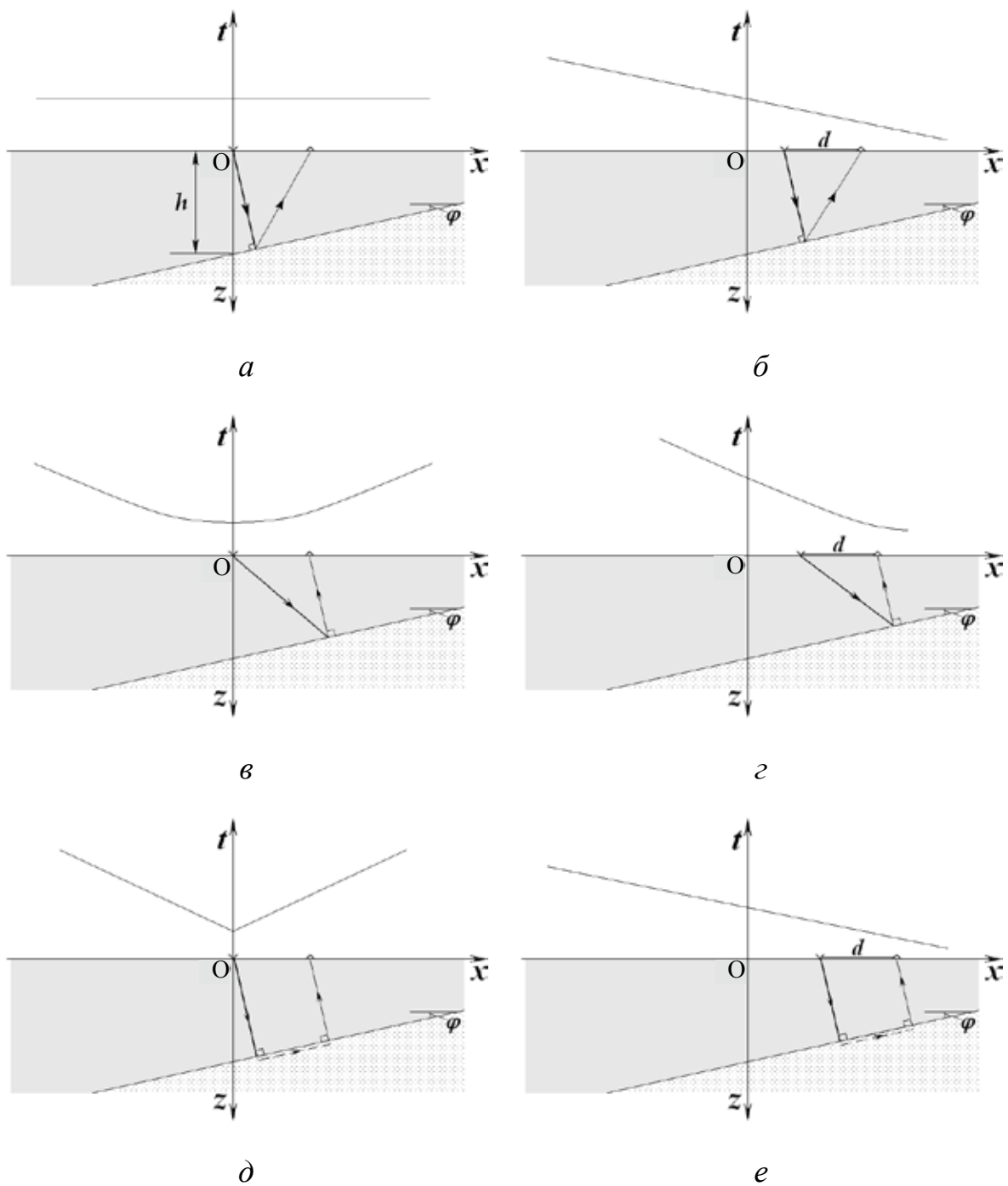


Рис. 2. Годографы для модели 2: а – волна 1 (ОТВ); б – волна 1 (РД); в – волна 2 (ОТВ); г – волна 2 (РД); д – волна 3 (ОТВ); е – волна 3 (РД)

упругих волн фиксировано в точке O , а приемник электромагнитного сигнала перемещается вдоль оси Ox . Для получения годографа РД и источник, и приемник перемещаются вдоль оси Ox , при этом расстояние между ними фиксированное и равно d . Обозначим также: $t(x)$ – время между моментом возбуждения упругой волны и приемом в точке x электромагнитного сигнала, порожденного сейс-

моэлектрическим эффектом; v – скорость упругой волны в первом слое; v_M – скорость волны порового давления, распространяющейся по границе между первым и вторым слоем; h – глубина залегания влагонасыщенного слоя в точке $x=0$.

В таблице приведены формулы, определяющие годографы ОТВ и РД для волн 1, 2, 3, наблюдаемых при сейсмоэлектрическом эф-



фекте второго рода в моделях 1 и 2. По данным формулам построены годографы (см. рис. 1 и 2) в системе координат Ox_1 . Кроме того, на рис. 1 и 2 изображены схемы распространения волн

сейсмoeлектрического эффекта: сплошной толстой линией – упругая волна, сплошной тонкой линией – электромагнитная волна, пунктирной линией – волна порового давления.

Формулы для годографов ОТВ и РД

Мо- дель	Тип волны	Годограф	
		ОТВ	РД
1	Волна 1	$t(x) = \frac{h}{v}$	$t(x) = \frac{h}{v}$
	Волна 2	$t(x) = \frac{1}{v} \sqrt{x^2 + h^2}$	$t(x) = \frac{1}{v} \sqrt{d^2 + h^2}$
	Волна 3	$t(x) = \frac{h}{v} + \frac{ x }{v_M}$	$t(x) = \frac{h}{v} + \frac{d}{v_M}$
2	Волна 1	$t(x) = \frac{h \cos \varphi}{v}$	$t(x) = \frac{1}{v} (h \cos \varphi - x \sin \varphi)$
	Волна 2	$t(x) = \frac{\cos \varphi}{v} \sqrt{x^2 + h^2}$	$t(x) = \frac{\cos \varphi}{v} \sqrt{d^2 + (h - x \operatorname{tg} \varphi)^2}$
	Волна 3	$t(x) = \cos \varphi \left(\frac{h}{v} + \frac{ x }{v_M} \right)$	$t(x) = \cos \varphi \left(\frac{h}{v} + \frac{d}{v_M} \right) - \frac{x \sin \varphi}{v}$

Сравнительный анализ полученных результатов (см. таблицу и рис. 1, 2) позволяет утверждать, что более информативными являются годографы РД. Действительно, годографы ОТВ качественно неотличимы для среды с плоскопараллельными границами (см. рис. 1*а,в,д*) и среды с наклонной границей (рис. 2*а,в,д*). Более того, годографы ОТВ симметричны относительно точки расположения источника упругих волн (точка O), что не позволяет определить направление погружения влагонасыщенного пласта. Годографы РД (см. рис. 1*б,г,е* и рис. 2*б,г,е*) практически повторяют форму границы между слоями. Формулы, представленные в таблице, в совокупности с дополнительной информацией о первом слое среды позволяют получать сведения о глубине залегания и наклоне водоносного горизонта.

В случае если на электрограммах сейсмoeлектрического эффекта прослеживается волна 3, то согласно [3] граница между слоями является влагонепроницаемой. Следовательно, влагонасыщенный слой перекрыт плотными непроницаемыми породами. Кроме того, по годографам волны 3 и формулам из таблицы можно оценить величину скорости v_M волны порового давления, которая зависит от петрофизических параметров влагонасыщенного пласта. Изменение величины v_M по изучаемому профилю может давать дополнительную косвенную информацию об измене-

нии таких характеристик водоносного пласта, как проницаемость, пористость, влагоемкость и другие.

Библиографический список

1. Светов Б.С. К теоретическому обоснованию сейсмoeлектрического метода геофизической разведки // Геофизика. 2000. № 1. С. 28–39.
2. Губатенко В.П., Светов Б.С., Московский И.Г. Электромагнитное поле механо-электрического происхождения в пористых влагонасыщенных горных породах. II. Расчеты в горизонтально-слоистых средах // Физика Земли. 2002. № 2. С. 34–50.
3. Московский И.Г., Губатенко В.П., Светов Б.С. Типы электромагнитных волн, порождаемых сейсмoeлектрическим эффектом второго рода // РГЖ. 2002. Вып. 25-26. С. 4–7.
4. Светов Б.С., Агеев В.В., Александров П.Н. и др. Некоторые результаты экспериментальных полевых сейсмoeлектрических исследований // Геофизика. 2001. № 6. С. 47–52.
5. Butler K.E., Russell R.D., Kopic A.W., Maxwell M. Measurement of the seismoelectric response from a shallow boundary // Geophysics. 1996. Vol. 61, № 6. P. 1769–1778.
6. Mikhailov O.V., Haartsen M.W., Toksöz M.N. Electro seismic investigation of the shallow subsurface: Field measurements and numerical modeling // Ibid. 1997. Vol. 62, № 1. P. 97–105.
7. Russell R.D., Butler K.E., Kopic A.W., Maxwell M. Seismoelectric exploration // The Leading Edge. № 16. P. 1611–1615.

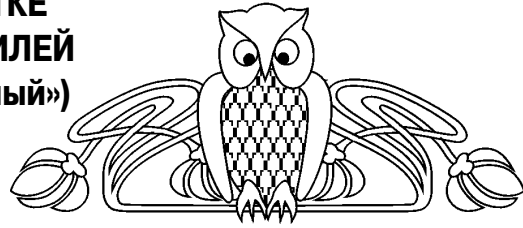


УДК [550.83]

ГЕОЛОГО-ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ГРАВИМАГНИТНЫХ ДАННЫХ ПРИ ОТРАБОТКЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ (на примере профиля «Уварово – Свободный»)

М.И. Рыскин, Е.Н. Волкова, К.Б. Сокулина

Саратовский государственный университет,
кафедра геофизики
E-mail: riskinmi@yandex.ru



В статье рассматриваются результаты геологической интерпретации материалов, полученных при обработке регионального профиля «Уварово – Свободный» протяженностью 376 км. В процессе интерпретации использованы комплексные гравимагнитные построения. Выделены новые и подтверждены ранее известные тектонические элементы, уточнено положение разделяющих их границ.

Ключевые слова: аномалия, гравиразведка, магниторазведка, прогиб, антеклиза, грабен, геопотенциальное поле, комплексный параметр, кристаллический фундамент, максимум, минимум, плутон, региональный профиль.

Geological-tectonic interpretation of gravity-magnetic information in development of regional geophysical profiles (for example: the profile «Uvarovo – Svobodniy»)

M.I. Ryskin, E.N. Volkova, K.B. Sokulina

The article deals with the results of geological interpretation of geophysical data received during traversing («Uvarovo – Svobodny» line, the length is 376 km). Integrated gravitomagnetic installations alongside were applied during the process of interpretation. The new tectonic elements were found, and previously found tectonic elements were confirmed. More accurate information about location of the border separating the mentioned tectonic elements was obtained.

Key words: anomaly, gravitational exploration, geomagnetic survey, flexure, anticline, graben, geopotential field, complex parameter, crystalline foundation, maximum, minimum, pluton, regional profile.

Основными положениями федеральных программ развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации с 1994 г. в качестве целевой задачи определено создание государственной сети опорных геофизических профилей, параметрических и сверхглубоких скважин. В состав геофизических работ рекомендовано включать глубинные сейсмические и электромагнитные зондирования, а также аэромагнитные и гравиметрические исследования [1]. Однако сложилось так, что последние проводились далеко не всегда. Между тем роль гравимагнитной информации в решении задач, которые ставятся при обработке подобных региональных профилей, весьма значительна, поскольку целеполагание их состоит в установлении основных закономерностей глубинного геологического строения

нефтегазоносных бассейнов и горнорудных районов, а также в определении особенностей их тектоники. Известно, что эти закономерности и особенности обусловлены, прежде всего, вертикально-блоковой структурой кристаллического фундамента, а вертикально-блоковые модели лучше всего поддаются изучению именно геопотенциальными методами. При этом в поле силы тяжести более адекватное отображение находит рельеф поверхности фундамента, т.е. выступы (горсты) и впадины (грабены), тогда как магнитное поле более чувствительно к неоднородностям его внутренней структуры. В обоих полях четко проявляют себя линейными градиентными сгущениями изолиний глубинные разломы. В то же время выявление таких элементов геологического строения в волновом поле и на кривых электрозондирований представляет собой довольно сложную проблему. В работе [2], посвященной проблемам комплексной интерпретации геофизических данных по региональным профилям, отмечается, что гравиразведку и аэромагниторазведку необходимо проводить по площади в полосе до 50 км на всей протяженности регионального профиля, так как профильная кривая интегрирует суммарное влияние всех петроплотностных и петромагнитных неоднородностей в трехмерном пространстве, а не только тех, что расположены в вертикальной плоскости профиля. Тем не менее на практике нередко ограничиваются проведением сугубо профильных наблюдений.

В предлагаемой статье рассматриваются упомянутые и иные гравимагнитные аспекты проведения комплексных геофизических исследований по линии регионального профиля «Уварово – Свободный» длиной 360 км и трем субмеридиональным рассечкам (290 км), проложенным на территории Саратовской области в малоизученной зоне сочленения Воронежской антеклизы с Рязано-Саратовским прогибом с целью уточнения модели геологического строения, оценки ресурсного потенциала и повышения лицензионной привлекательности нераспределенного фонда недр.



О методике исследований

Профильные высокоточные гравиметрические полевые работы осуществлены двумя приборами ГНУ-К2 «с инструментальной погрешностью 0.03–0.05 мГал», с применением опорной сети, производством контрольных измерений в объеме 10 % от общей протяженности профилей и с расстоянием между точками наблюдений 200 м. Профильные высокоточные магнитометрические полевые работы проведены двумя магнитометрами ММП-203 с расстоянием между точками 25 м. Проведены также все необходимые топографо-геодезические (нивелировочные) работы. Полевые гравимагнитные исследования и интерпретация полученных данных выполнены коллективом и студентами кафедры геофизики СГУ в 2006–2008 годах.

Главная особенность интерпретационного этапа состояла в увязке профильных данных с фоновыми материалами гравимагнитных съемок прошлых лет. Такая увязка и совместный анализ этих разнородных данных потребовались для того, чтобы компенсировать упомянутую ущербность профильной системы наблюдений и выявить пространственные закономерности распределения потенциальных полей, без чего невозможно достижение поставленных целей по уточнению модели геологического строения вышеназванной зоны сочленения двух крупных тектонических элементов Восточно-Европейской платформы.

Методика комплексной интерпретации гравимагнитных данных заключалась в проведении следующих операций:

- анализ общей структуры геопотенциальных полей в двумерном (профильные кривые) и в трехмерном пространстве (карты Δg_a^b и ΔT_a), их сопоставление и увязка;

- анализ геологической природы аномалий на кривых Δg и ΔT с привлечением нижеследующих преобразований:

- выявление пространственных закономерностей распределения аномалий Δg и ΔT на основе вычисления карт их корреляции и направленного суммирования;

- выявление пространственных закономерностей локализации аномалий Δg и ΔT на основе вычисления карт $\Delta g_{\text{ост}}$ и $\Delta T_{\text{ост}}$, карт градиентов Саксова–Нигарда, карт стандартов (возмущенности) полей Δg и ΔT ;

- решение двумерной обратной задачи гравитационной разведки по профильным кривым Δg и ΔT .

Теоретические основы и геологическое содержание этих операций хорошо известны из литературных источников, в том числе из публикаций авторов данной статьи. Математическое обеспечение интерпретационных процедур составили:

- комплекс программ «TRANS», разработанный нами на кафедре геофизики СГУ (2005 г.);

- программный комплекс «KOSKAD» (А.А.Никитин и А.В.Петров, МГГА им. Орджоникидзе, 2005 г.).

Структура геофизических полей Δg и ΔT и анализ их знаковых и пространственных соотношений по результатам ранее выполненных площадных съемок

Профиль «Уварово – Свободный» проходит по территории северо-западной части Саратовской области через Рязано-Саратовский прогиб и зону его сопряжения с Воронежской антеклизой. Рязано-Саратовский прогиб находит очень заметное отображение в магнитном поле: четко видны характерные для этого структурного элемента северо-западные простирания и осевая часть, видимо отвечающая древнему Пачелмскому авлакогену, где значения ΔT достигают местами 150 нТл, а возмущенность поля, оцениваемая величиной его стандарта (среднеквадратического отклонения), повышается до 5 нТл (рис. 1). Термин «авлакоген» как рифтогенный прогиб рифейского возраста применительно к Пачелмскому прогибу был введен еще в 1955 г. Н.С. Шатским.

В современном понимании – это узкая, линейно вытянутая на сотни километров рифтогенная система, состоящая из ступенчато погружающихся к осевому грабену блоков фундамента, ограниченная бортовыми разломами [3]. Западный борт, осевая линия (зона рифта) и восточный борт авлакогена трассируются узкими линейно-вытянутыми градиентными сгущениями изолиний, к двум первым из них в современном структурном плане примыкают Ртищевско-Баландинская (РБ) и Петровская (П) дислокации, соответственно. С этими элементами сопрягаются зоны минимумов, где значения ΔT уменьшаются до 60 нТл. Область пониженных значений ΔT (от 60 до 75 нТл) к западу от борта отвечает согласно [3] восточным склонам Воронежской антеклизы. К востоку от осевой линии следует область максимумов, соотносимая в своей южной резко-градиентной линейной оторочке с Базарно-Карабулакской (БК) дислокацией северо-восточного простирания; восточное окончание профиля находится в зоне высокоинтенсивной (~150 нТл) Неверкинской (Н) аномалии, отделенной от Карабулакской линейным минимумом того же Пачелмского простирания. Таким образом, по магнитному полю территория, где проходит профиль «Уварово – Свободный», традиционно районирована на 3 части – Западную (I) с относительно спокойным с пониженной напряженностью полем (Воронежская антеклиза), сложную центральную (II) с интенсивным сильно возмущенным полем в зоне, отвечающей Пачелмскому авлакогену, и восточную (III) с менее интенсивным полем.

Сходным образом районирована территория и по полю силы тяжести. Здесь выделяются те

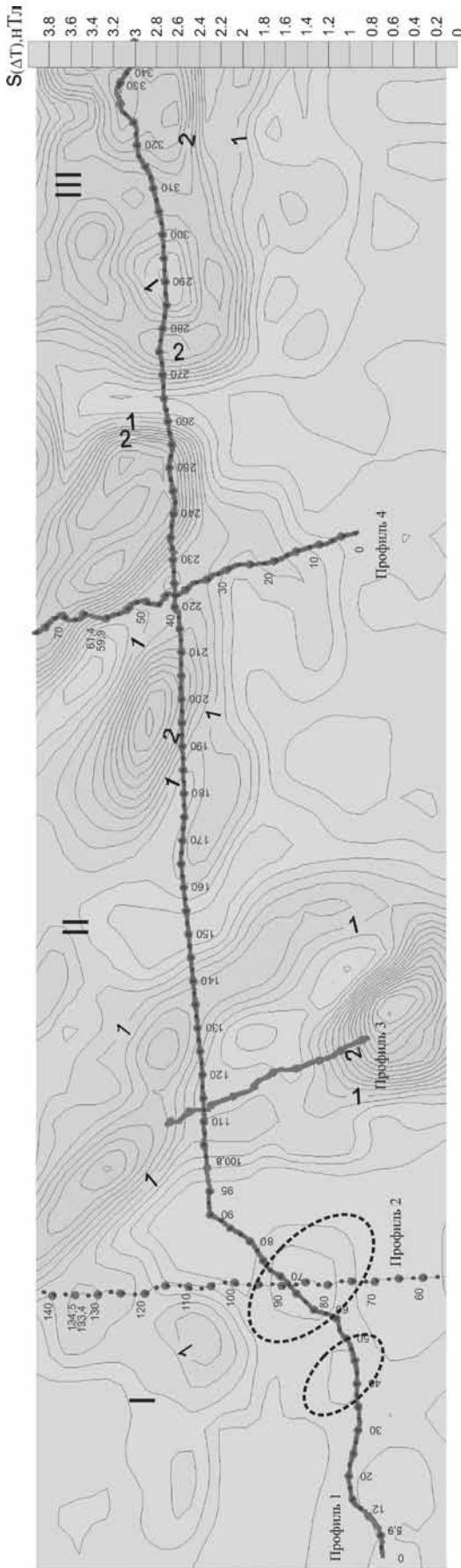


Рис. 1. Карта возмущенности (стандартного отклонения S) поля ΔT

же области, но центральная часть отличается пониженными значениями Δg (на уровне первых единиц мГал, а к северу и к югу от линии профиля значения Δg становятся отрицательными). Иными словами, знаковое соответствие геопотенциальных полей в западной части прямое, а в центре инверсное. Однако по интенсивности наблюдается несколько иное соотношение: в области Воронежской антеклизы значения ΔT , так же как и Δg , нарастают по мере движения с запада на восток. Это нарастание, хорошо видное по профильным кривым, идет до пикетов (ПК) 110(Δg) и 150(ΔT). Далее по обоим полям характер изменчивости близок к пилообразному, а в региональном плане намечается протяженный, но слабоконтрастный минимум, причем и по кривой ΔT (с ПК 200 до 280) и по кривой Δg (с ПК 140 до ПК 320) этот минимум вырисовывается в области еще более низкочастотного максимума. Далее на восток с ПК 300 значения Δg в целом нарастают, а по кривой ΔT общий уровень поля сохраняется. Сохраняется и пилообразный характер его изменчивости. Таким образом, в целом фиксируется картина, четко отображаемая на карте распределения значений коэффициента корреляции полей Δg и ΔT (рис. 2).

Область I имеет знакопеременный характер, тогда как область II занята преимущественно участками положительной корреляции Δg и ΔT , а восточный участок III – отрицательной.

Картина, выявляемая при анализе распределения коэффициентов корреляции, дополняется и уточняется по картам направленного суммирования геопотенциальных полей, предварительно отнормированных и тем самым лишенных размерности. С помощью направленного суммирования удастся провести оригинальные комплексы построения, позволяющие лучше определить черты общности и различия в структуре этих полей, установить геологическую природу аномалий. Идея и технология таких построений разработаны на кафедре геофизики СГУ, освещены в ряде публикаций [4 и др.]. Примером подобного построения может служить карта гравимагнитного комплексного параметра КП (карта «сходства»), представленная на рис. 3.

На первый взгляд на этой карте отображаются те же пространственные закономерности соотношения обоих геопотенциальных полей: четкое разделение на области с разным характером Δg и ΔT по всем признакам: знаку, интенсивности, изменчивости, ориентировке изолиний и пр. Все это свидетельствует о единой (в региональном плане) геологической природе аномалий Δg и ΔT , об их обусловленности общими геологическими источниками, которыми служит рельеф поверхности кристаллического фундамента и неоднородности его внутренней структуры. Наиболее вероятный вариант трактовки этой геологической природы состоит в следующем.



В Воронежской антеклизе с изометричными очертаниями аномалий, где фундамент наиболее приподнят и сложен петрофизическим комплексом с общей низкой (ниже 1,25 А/м) намагниченностью пород и довольно значительной изменчивостью эффективной плотности. По мнению авторов [5], эти свойства комплекса аналогичны таковым для нижнепротерозойской воронцовской серии, характерной для Воронцовской зоны Воронежского массива. Воронцовская серия сложена неравномерно метаморфизованными метатерригенными породами – различного рода сланцами и метапесчаниками (местами переходящими в гнейсы) часто в различном переслаивании, с прослоями metabазальтов и метаандезитов. Такая трактовка, по [5], подтверждается данными бурения. В целом область распространения воронцовской серии характеризуется положительными магнитными аномалиями с уровнем 150–50 нТл (как это видно на картах ΔT) и занимает все пространство от южного борта Рязано-Саратовского прогиба вплоть до района Волгограда.

Однако, более внимательное рассмотрение области I на карте рис.3 свидетельствует о том, что она неоднородна и разделяется в интервале ПК 40–60 на две части – западную и восточную, разграниченные градиентной зоной характерного Пачелмского простираения (с северо-запада на юго-восток). Восточная часть характеризуется более высокими значениями КП и наличием в ее пределах локальных максимумов округлой формы. Два таких максимума, отмеченные на рис. 3 пунктирным контуром, фиксируются непосредственно на линии регионального профиля. Заметны эти объекты и на карте рис. 1. Какова их природа?

В работе [5, с. 61] указывается, что «в кровле фундамента местами обособляются объекты округлой формы с поперечником около 20–30 км, сложенные породами относительно высокой (свыше $2,73-2,74 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$) плотности и повышенной намагниченности». По-видимому, именно этим объектам (часто с концентрической внутренней структурой) отвечают упомянутые аномалии, обусловленные [5] многофазными гипербазит-базитовыми плутонами еланского комплекса с рудоносными норит-диоритовыми телами, однако бурением такие тела не вскрыты.

Рассматриваемая восточная часть ассоциируется с Аркадакским (А) прогибом, который обычно относят к Воронежской антеклизе [3]. Однако существенно иная структура потенциальных полей, выявляемая по карте КП (общее увеличение значений комплексного параметра, преимущественно линейный рисунок поля, характерная северо-западная ориентировка изолиний, отмеченные проявления активной магматической деятельности – наличие плутонов), заставляет предположить, что восточнее пикета 40 происходит резкое погружение фундамента. Собственно здесь, по-видимому, и начинается Рязано-Саратовский

прогиб. Весьма выразительно указанные различия проявляются и на трансформированных (пересчитанных на глубину 3000 м) кривых Δg и ΔT , а также на разрезе соответствующих эффективных плотностей (рис. 4). Таким образом, Аркадакский прогиб следует включить в ареал Рязано-Саратовского прогиба и констатировать, что восточная граница Воронежской антеклизы проходит значительно западнее, чем предполагалось до проведения настоящих исследований (на прежних тектонических схемах эта граница проецировалась в районе ПК 120, т.е. на 80 км восточнее). Прояснить ситуацию может обращение к профилю 2, который пересекает основной региональный профиль «Уварово – Свободный» в районе ПК 70 и по представлениям, существовавшим до проведения настоящих работ, практически целиком расположен в пределах Воронежской антеклизы. Однако полученные комплексные геофизические данные показали, что в пределах профиля наблюдается (в сравнении с Воронежской антеклизой) синхронное однознаковое увеличение значений ΔT и особенно Δg , т.е. можно предположить, что этот профиль проходит по склоновой части Аркадакского прогиба, примыкающего к Воронежской антеклизе с востока. По карте КП этот профиль также тяготеет к «переходной» зоне от Воронежской антеклизы к Рязано-Саратовскому прогибу. Нельзя не отметить, что этот вывод полностью согласуется с мнением специалистов Нижне-Волжского НИИ геологии и геофизики (НВ НИИ ГГ), занимавшихся обработкой материалов сейсмо- и электроразведки.

Центральная область II отделена на схеме рис.3 от Аркадакского прогиба интенсивной зоной высоких градиентов КП (интервал ПК 110 – 130), отвечающих Баландинско-Ртищевскому грабену, четко выраженному во всех геофизических полях. Подобная высокоинтенсивная зона на ПК 240 – 260 разделяет области II и III. Наконец, последняя полоса повышенных градиентов северо-западного простираения фиксируется на карте рис. 3 в интервале ПК 325–330.

Петрофизический комплекс фундамента в областях II и III сложен, по [5], средненамагнитными (от 1,3 до 2,5 А/м) образованиями со средней плотностью $\sim 2,71-2,75 \cdot 10^3$. Такие петрофизические особенности характерны для метаосадочных и метавулканических образований среднего состава. Еще далее к востоку уходя в пределы Прикаспийской впадины распространен петрофизический комплекс, сложенный высоконамагнитными породами (2,5–3,8 А/м), отличающимися относительно невысокой плотностью ($< 2,71 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$). Он, по [5], представляет собой преимущественно метавулканические образования основного состава зеленокаменной фации метаморфизма.

Границы распространения этих комплексов – блоков фундамента – имеют разрывной характер и контролируются глубинными разломами в



виде упомянутых линейных градиентных зон на карте рис. 3.

Обширный сегмент II, отвечающий области Рязано-Саратовского прогиба, как уже говорилось, отличается высоким уровнем значений КП и здесь (до ПК 200) наблюдается согласованное поведение геофизических полей. Область III отмечена относительно низкими величинами КП, т.е. слабым пространственным соответствием Δg и ΔT . В целом вся восточная часть территории выглядит в рисунке поля КП весьма неоднородно: ей отвечает неустойчивая знакопеременная картина

Соотношение профилейных кривых Δg и ΔT

Обратимся далее к анализу соотношения «кривых Δg и ΔT » непосредственно по линии регионального профиля «Уварово – Свободный». Такой анализ целесообразно вести в сопоставлении с результатами преобразований геопотенциальных полей, осуществленных с целью локализации аномалий (объектов поиска).

В начальной части профиля (рис. 4) наблюдается относительно мало изменчивое поведение кривой ΔT и более вариативное, волнообразно-колебательное кривой Δg . В целом в этой части регистрируются два упомянутых локальных максимума Δg : первый с амплитудой до 5 мГал (на ПК 50) и второй с амплитудой более 5 мГал (на ПК 65). По кривой ΔT лучше виден второй. Первый, хотя и слабо проявился в рельефе кривой, но хорошо заметен на карте ΔT . Его эпицентр находится несколько севернее гравитационного. Но совершенно очевидно, что эти экстремумы обусловлены одними и теми же источниками в обоих полях – упоминавшимися плутонами Еланского комплекса. Смещение магнитных аномалий относительно гравитационных обусловлено, очевидно, невертикальной намагниченностью данных тел. Локальные максимумы 1 и 2 особенно четко проявляются в трансформациях геопотенциальных полей: на графиках и картах остаточных аномалий (после осреднения и вычитания региональной низкочастотной компоненты поля) и на картах градиентов обоих полей. На картах градиентов Саксова–Нигарда с малыми радиусами осреднений (0,5–1 км) максимумы 1 и 2 фигурируют как самостоятельные, вполне обособленные аномалии. Однако с увеличением этих радиусов происходит их постепенное «сращивание» в единое тело-источник. Тем не менее на вертикальных картах плотностей и намагниченностей (см. рис. 4), полученных решением обратной задачи грави- и магниторазведки с использованием комплекса «KOSKAD», такого объединения не отмечается – видно, что тела-источники существуют обособленно, что и подтверждает правоту трактовки их геологической природы как гипербазит-базитовых плутонов. На картах полных градиентов поля Δg наиболее интересным результатом, помимо локализации рассматриваемых

аномалий является трассировка разрывных нарушений в виде линеаментов различной протяженности.

От ПК 70 и далее на восток выдерживается более или менее синхронный характер нарастания значений Δg и ΔT , которое прослеживается вплоть до ПК 110 км. Здесь же отмечается самая высокая точка – крупный максимум Δg и ΔT . Судя по рисунку обоих полей, в этом месте фиксируется крупная неоднородность структуры фундамента, обособленность которой лучше всего выявляется в магнитном поле. В поле Δg и его производных упомянутая аномалия приобретает линейно вытянутую форму, что позволяет ассоциировать ее с мощной разломной зоной повышенной плотности, обусловленной, по всей вероятности, воздействием изверженных пород (диоритов и т.п.), образующих пластовые интрузии в теле фундамента или магнитоактивных метаморфических пород (возможно, магнетитовых и амфиболитовых сланцев упоминавшейся воронцовской серии). Так полагает Б.А. Андреев [6], который отмечает, что в пределах Восточно-Европейской платформы подобное соответствие непосредственно подтверждено результатами глубокого бурения и что аномалии, связанные с магматическими породами, приуроченными к разломам, встречаются в большинстве случаев значительно реже, чем аномалии, вызванные метаморфическими породами.

В интервале ПК 110–130, где в обоих полях фиксируется сопряженная минимаксная аномалия 3 (см. рис. 4), проявляет себя Ртищевско-Баландинская дислокация, которую можно соотнести с западным бортом древнего Пачелмского авлакогена. Борт четко отмечается максимумом возмущенности S (см. рис. 1), узкой зоной знаковой инверсии Δg и ΔT (см. рис. 2), интенсивными аномалиями градиентов и остаточных аномалий. Все эти аномалии имеют характер разрывных линеаментов, что свидетельствует об очевидной дизъюнктивной природе упомянутого бортового сооружения.

С ПК 130 до 150 прослеживается участок прямого соотношения Δg и ΔT , за которым следует до ПК 200 область более или менее постоянного уровня кривой ΔT . В поле Δg здесь фиксируется, как уже говорилось, область пониженных значений, а в поле ΔT , напротив, прослеживается область повышенных значений. Судя по характеру распределения эффективных плотностей на рис. 4 этот интервал профиля пространственно отвечает Аткарскому палеовыступу фундамента. Палеовыступу в современном структурном плане соответствует инверсионная впадина, а следовательно, и разрастание толщин осадочных образований, в связи с чем частично понижается уровень значений поля Δg .

В районе ПК 245–250 отмечается интенсивный локальный максимум значений Δg и ΔT (см. рис. 4, аномалия 4), по которому, очевидно, проходит осевая линия Рязано-Саратовского авла-

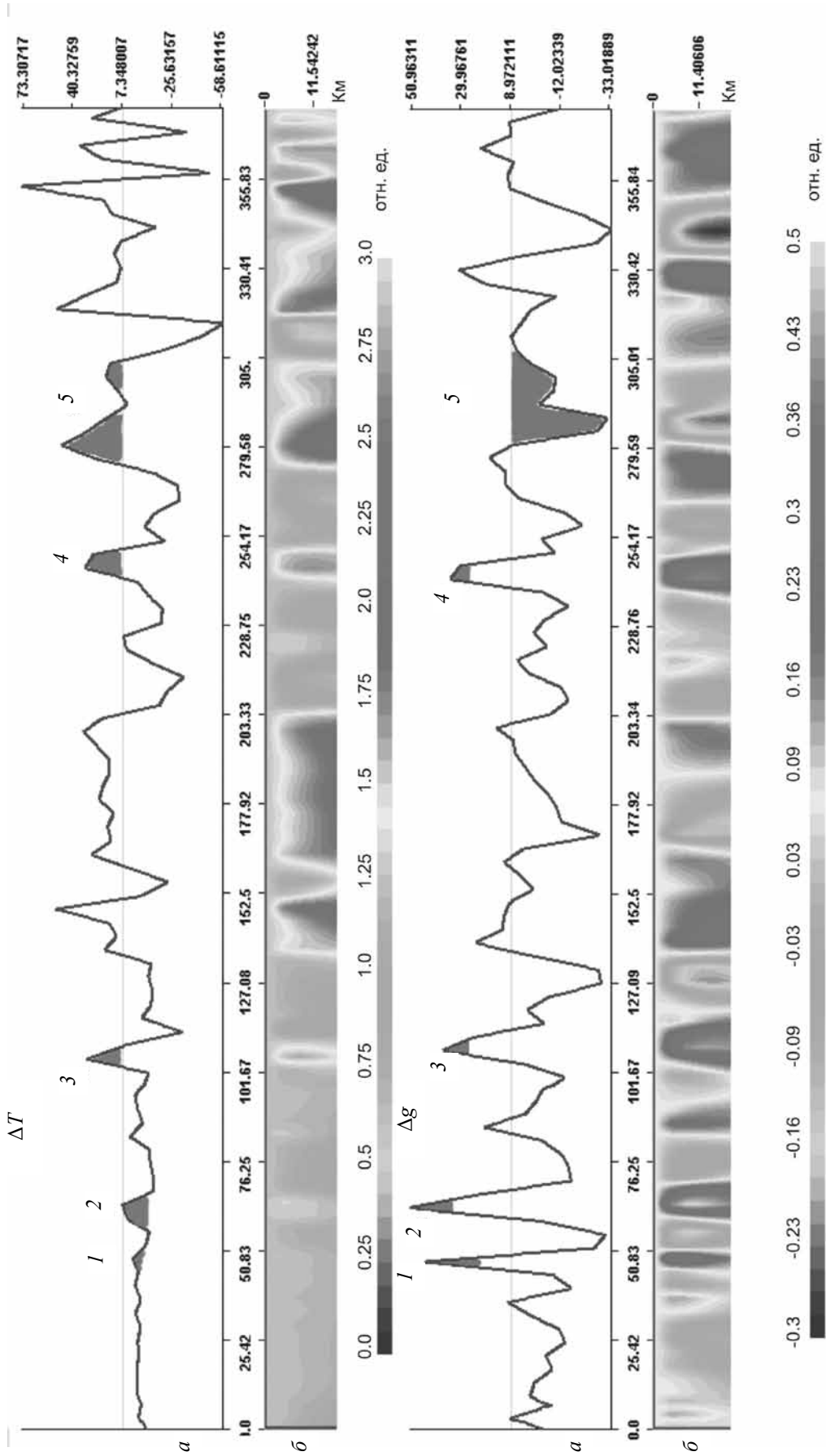


Рис. 4. Результаты решения обратной задачи гравитационной и магниторазведки по линии профиля «Уварово – Свободный»: *a* – кривые ΔT и Δg на глубине 3000 м; *б* – разрезы эффективной намагниченности и плотности; цифрами обозначены выделенные аномалии (сочетания кривых ΔT и Δg)



когена – узкая рифтовая «щель» с характерными особенностями вертикально-блокового изменения геометрии границ и физических свойств пород по латерали (уплотнение и повышение намагниченности). На картах площадных трансформаций геопотенциальных полей эта узкая зона выражена четкими протяженными «разрывными» линеамен-тами. Локальный максимум осложняет конгруэнтную по обеим кривым широкую зону минимума (ПК 200–270). В современном структурном плане эта зона соответствует Чембарско-Петровскому грабену.

К востоку от указанного максимума по профилю «Уварово – Свободный» наблюдается плавный волнообразный характер изменчивости значений Δg при общей тенденции к возрастанию. Характер вариаций магнитного поля более изрезанный, причем в интервале ПК 270–310, т.е. уже в пределах ранее выделенной области III, наблюдается инверсный характер сочетания кривых Δg и ΔT (см. рис. 4, аномалия 5). Характер инверсии полей Δg и ΔT здесь весьма своеобразный и не часто встречающийся – максимуму ΔT отвечает достаточно глубокий минимум Δg . Подобная картина наблюдается тогда, когда неоднородность – источник аномалий – сложена породами с небольшой плотностью и повышенной намагнитенностью. Обычно такой феномен объясняют либо серпентинизацией кристаллических пород фундамента, либо внедрением в его толщу интрузий сиенитов. И серпентиниты, и сиениты характеризуются относительно невысокой плотностью (до $2,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$) и значительными величинами χ , превосходящими $3000 \cdot 10^{-5} \text{ си}$. В данном случае следует отдать предпочтение сиенитовой трактовке обсуждаемого сочетания Δg и ΔT , поскольку из близлежащих Гусихинских скважин в интервале фундамента были подняты образцы керна с сиенитом.

Еще далее в интервале ПК 327–350 обращает на себя внимание наличие (на фоне минимаксного участка кривой Δg) сопряженной области минимальных значений ΔT . На картах геопотенциальных полей и их трансформаций здесь рисуется последняя из ранее упомянутых интенсивная линейная градиентная зона. Ее обычно идентифицируют с восточной границей (бортом) авлакогена, а весь рассмотренный участок от максимумов ПК 270–310 и до границы с Сосновской (С) депрессией в составе Рязано-Саратовского мегапрогиба. Однако по результатам анализа полученных данных сейсмо- и электроразведки специалисты НВ НИИГГ «отнесли» этот участок к Самарскому блоку Жигулевско-Пугачевского свода Волго-Уральской антеклизы, а самый последний фрагмент регионального профиля от ПК 330 до ПК 376 отождествили с локальным выступом фундамента на западном окончании Пугачевского свода Волго-Уральской антеклизы (возможно, Терешкинской вершиной). Выступ имеет свое четкое отображение в потенциальных полях как

исходных, так и трансформированных. На карте рис. 3 он прорисован локальным максимумом КП изометричных очертаний у восточного среза карты, на карте рис. 1 максимумом возмущенности поля ΔT , на карте рис. 2 «ярким пятном» плюсовых значений коэффициента корреляции Δg и ΔT в отрицательном поле. Таким образом, и все эти особенности, и существенная изменчивость характера кривых и разрезов на рис. 4 не противоречат выводам сейсмо- и электроразведчиков [7].

Рассмотренное выше соотношение профильных кривых Δg и ΔT дает основание выделить целый ряд аномалий с определенными знаковыми сочетаниями. Впервые такие сочетания были истолкованы Э.Э. Фотиади. Фотиади рассмотрел четыре основных знаковых сочетания: два прямых (максимум Δg – максимум ΔT и минимум Δg – минимум ΔT) и два инверсных (максимум Δg – минимум ΔT и минимум Δg – максимум ΔT). Будем обозначать их соответственно «++», «--», «+–», «–+». Позднее появились работы, в которых рассмотрены и так называемые сложные сочетания (В.В. Семеркин, Н.Я. Кунин и др.). Причем Н.Я. Кунин довел число сочетаний до 36. Для толкования геологической природы сочетаний этими авторами использованы разнообразные геологические источники, включая данные бурения. Учитывая характер задач, поставленных перед работами по региональному профилю, на рис. 4 цифрами обозначены очевидные простые сочетания, когда к единичному максимуму (минимуму) в рельефе одной кривой соответствует также единичный экстремум другой. Эти сочетания охарактеризованы в нижеприведенной таблице.

Природа сочетаний на ПК 50 и 65 уже неоднократно диагностировалась как глубинная, интрузивная (плутон). Малоамплитудные максимумы Δg и ΔT в интервале ПК 70–90 не обнаруживаются на картах съемки 1: 200 000. По кривым на вертикальных картах рис. 4 можно предположить, что вещество на уровне глубин 3000 м характеризуется существенно повышенной плотностью при незначительном увеличении намагнитенности.

Аномалия, отмеченная цифрой 3 (см. рис. 4) в составе сложного интервала (ПК 110–130), связывалась нами с Ртищевско-Баландинской разломной зоной (и интрузией в толще фундамента). Характерно, что к северу от линии профиля эта линейная аномалия почти не прослеживается в поле Δg , а в поле ΔT приобретает «трассирующий» характер. По совокупности всех отмеченных особенностей, свойственных ей, можно предположить, что шовное сочленение отягочено интрузивными внедрениями в области, примыкающие к профилю с юга.

Далее следует не помеченное цифрами сложное сочетание рельефа кривых Δg и ΔT (ПК 130–170). На первый взгляд рисунок кривых Δg и ΔT здесь существенно различается (см. рис. 4). По ΔT , прежде всего, видна сопряженная зона максимум – минимум, отороченная с обеих сторон неболь-

Геологическая природа некоторых знаковых сочетаний Δg и ΔT

Номер сочетаний	ПК	Знаковое сочетание	Предполагаемая геологическая природа
1	50	++	Глубинный интрузив (плутон)
2	65–70	++	Глубинный интрузив (плутон)
3	110–130	++	Ртищевско-Баландинская разломная зона
4	245–250	++	Осевая линия авлакогена (рифтовой зоны)
5	270–310	-+	Сиенитовая интрузия

шими максимумами. По Δg , наоборот, наиболее рельефно выступают краевые максимумы, а между ними можно разглядеть сильно редуцированную в области максимума зону сопряжения. На разрезе эквивалентных масс (см. рис. 4) сходство в этой зоне более очевидно, хотя контрастность области минимума ΔT заметно выше, чем по Δg . Характерно, что по Δg весь выделенный интервал на вертикальном разрезе рисуется как монолитный, а по ΔT это часть «массива», простирающегося далее на восток до ПК 200. В протяженном интервале ПК 150–200 по глубинным кривым и разрезам рис. 4 отображается наличие масс сильно магнитных и с пониженной плотностью, а с ПК 185 и далее до ПК 200 повышается и плотность. Весь рассмотренный интервал соответствует упоминавшейся крупной инверсионной структуре – Аткарский выступ (горст по фундаменту) – Аткарская впадина (разрастание толщин легких, преимущественно терригенных напластований).

Совокупность рассмотренных данных выявляет сложную структуру Рязано-Саратовского прогиба, для уяснения которой потребуется осуществить физико-геологическое моделирование. Это позволит оценить возможность картирования здесь отдельных локальных объектов поиска нефтегазовых ловушек тектонической природы.

Еще одна зона сложного сочетания Δg и ΔT – протяженный фрагмент профиля почти 70 км ширины, в пределах которого можно говорить о согласованном в целом поведении кривых Δg и ΔT . В его центральной части в районе ПК 240 – 250 зарегистрировано простое прямое сочетание 4 (максимумы) кривых Δg и ΔT на общем «синклинальном» фоне (см. рис. 4). Скорее всего, весь этот створ представляет собой субвертикальную зону деструкции (СЗД), трассирующую центральную осевую разлом (щелевидную зону, рифт) древнего Пачелмского авлакогена.

Далее по рис. 4 (аномалия 5) видно, что инверсному сочетанию минимум–максимум на ПК 270–310 отвечает, как уже говорилось, область внедрения на уровне фундамента пород с относительно пониженной плотностью и сопротивлением, но с повышенной намагниченностью (сиенитов). В целом весь этот участок характеризуется существенно иным

характером соответствия кривых Δg и ΔT , нежели предыдущий. Здесь хорошего согласования информации полей Δg и ΔT не просматривается, как на исходных кривых, так и на глубинных трансформациях рис. 4.

Наконец, еще один выразительный и весьма своеобразный фрагмент из рассматриваемых сочетаний кривых Δg и ΔT относится к интервалу ПК 320–376. В поле Δg это участок сопряжения плавного и пологого минимума и максимума интенсивностью более 5 мГал, в поле ΔT такое сопряжение осложняет более глубокий минимум, приходящийся на ПК 344. На глубинных кривых (см. рис. 4) западная часть этого интервала выражается в обоих полях минимумами, но далее к востоку от ПК 345 в гравитационном поле рисуется интенсивный максимум, а в ΔT -максимум сложной пилообразной формы. По разрезам рис. 4 здесь контактируют вертикальные тела низкой и высокой намагниченности (плотности). Два последних участка относятся к «зоне влияния» Пугачевского свода.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования позволили существенно скорректировать прежние представления о строении и характере сопряжения крупнейших элементов тектоники Восточно-Европейской платформы: Воронежской антеклизы, Рязано-Саратовского мегапрогиба и Жигулевско-Пугачевского свода. Удалось также уточнить местоположение составляющих их структурных элементов (Аркадакского прогиба, Аткарского выступа и т.д.) и выявить своеобразие тектонического облика каждого из них. В итоге можно по-новому районировать территорию, через которую проложен региональный профиль, выделив в ее составе уже не три, а пять различных по своему строению участков, обозначенных на карте рис. 3 арабскими цифрами, расположенными к югу от линии профиля: 1) Воронежскую антеклизу, 2) западную склоновую часть Рязано-Саратовского мегапрогиба (Аркадакский прогиб), 3) центральную осевую часть мегапрогиба (Пачелмский авлакоген), 4) Самарский блок Жигулевско-Пугачевского свода,



5) западное окончание (Терешкинская вершина) Пугачевского свода.

Такое районирование определяется в первую очередь наличием четырех резких градиентных (разломных) зон северо-западного простирания и различным характером сочетаний потенциальных полей в пределах выделенных участков [7]. В целом на рассмотренной части территории Рязано-Саратовского прогиба по гравимагнитным материалам подтверждаются представления о формировании к палеозою структуры, унаследованно развивавшейся по Пачелмскому авлакогену. Однако границы прогиба не совпадают с границами авлакогена. В процессе формирования Рязано-Саратовского прогиба на границе палеозоя и мезозоя по геолого-геофизическим данным [3] происходит активизация тектонических движений со сменой их знака. Начинается формирование новых структурных элементов, заложение инверсионных структур. Так, над Ртищевско-Баладинском грабеном в нижнем структурном этаже развиваются Ртищевский и Баладинский валы, а над Аткарским выступом – Аткарская впадина. Возникают и новые контрастные структуры, такие как Чембарско-Петровский грабен (зона дислокаций в районе осевой линии авлакогена). Имеющийся опыт поисков и разведки нефтегазовых месторождений свидетельствует о наличии локальных структур (в частности, в области Аткарской и Сосновской впадин), но с низкими перспективами нефтегазоносности девонских отложений. Изучение ловушек в низах девона, судя по оценкам на Папановской, Глазуновской и других площадях, дало отрицательные результаты, равно как и оценка «молодых» структур преднеогенового формирования.

В плане лицензионной привлекательности можно выделить наименее изученные участки в центральной зоне Рязано-Саратовского прогиба (в

области Ртищевско-Баладинских и Чембарско-Петровских дислокаций) и в пределах Самарского блока, где наблюдается наибольшая возмущенность геопотенциальных полей. Выполненные исследования свидетельствуют о несомненной полезности и необходимости проведения грави- и магнитометрических наблюдений при отработке региональных геофизических профилей.

Библиографический список

1. Создание государственной сети опорных геофизических профилей. Основные положения Федеральной Программы развития минерально-сырьевой базы РФ на 1994–2000 годы // Геофизический вестн. 1994. Октябрь. С. 4–8.
2. *Липилин А.В., Никитин А.А., Черемисина Е.Н.* Проблемы комплексной интерпретации геофизических данных по региональным профилям и пути их решения // Геофизика. 2002. № 4. С 3–6.
3. *Шебалдин В.П.* Тектоника Саратовской области: Саратов, 2008. 40 с.
4. *Рыскин М.И., Лепилин В.М., Романов В.В.* Геофизические основы тектонического районирования платформенных территорий // Геология нефти и газа. 1995. № 3. С. 15–20.
5. *Буш В.А., Бабаянц П.С., Блох Ю.И. и др.* Новые данные по глубинному строению Прикаспийского нефтегазоносного бассейна и южной окраине Русской плиты // Геологические и технологические предпосылки расширения ресурсов углеводородного сырья в Европейской части России / Под ред. Д.Л.Федорова. М., 2006. С. 58–65.
6. *Андреев Б.А.* Геофизические методы в региональной и структурной геологии: М., 1967. 324 с.
7. *Рыскин М.И., Волкова Е.Н., Сокулина К.Б. и др.* Комплексная интерпретация геофизических данных в зоне сопряжения Воронежской антеклизы с Рязано-Саратовским прогибом // Геофизика. 2009. №6. С. 38–46.

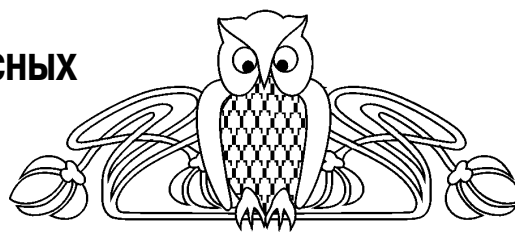
УДК[552.143-022.532+551.761+551,762] [470.44/47+574.14]

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ КОМПОНЕНТОВ ОСАДКОВ ТРИАСА И ЮРЫ ПРИКАСПИЙСКОГО РЕГИОНА С ЦЕЛЮ ВЫЯСНЕНИЯ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ ОБСТАНОВОК

Т.Ф. Букина, З.А. Яночкина

Саратовский государственный университет,
НИИ естественных наук, отделение геологии
E-mail: bukina_tf@land.ru

Установлены индикаторы седиментогенеза для палеогеографических реконструкций на основе экосистемно-наноструктурного анализа тонкодисперсных осадков. Для оленёкского возраста раннего триаса выявлены признаки первичных пищевых цепей морского бассейна в пределах ландшафтов, считавшихся ранее



континентальными. Они отнесены нами к равнинам, периодически заливаемым морем. Осадки эпиконтинентального бассейна с кокколитами и остракодами определены в разрезах среднего триаса. Абиогенные микро-, наноструктуры аллювиально-озёрно-болотных отложений позднего триаса не сохранили следов переработки организмами. Первичные пищевые цепи, свойственные субокеаническим бассейнам с кокколитами, копеподами, фораминиферами, более уверенно определяются с поздней юры.

Ключевые слова: триас, юра, реконструкция палеоландшафтов, обстановки седиментации, морские бассейны, тонкоди-



сперсные осадки, биогенные и абиогенные микро-, наноструктуры осадков, первичные пищевые цепи биоценозов.

Comparative Analysis of the Thinly Dispersed Components of the Triassic and Jurassic Sediments from the Caspian Region Aimed at Revelation of the Paleogeographic Settings

T.F. Bukina, Z.A. Yanochkina

Indicators of sedimentogenesis have been established for paleogeographic reconstructions based on ecosystem-nanostructural analysis of finely dispersed sediments. The Early Triassic Olenekian sediments have disclosed some features of primary food chains peculiar for marine basins within the landscapes previously regarded as continental ones. Those have been classified as plains periodically flooded by sea. The coccolith- and ostracod-bearing sediments from epicontinental basins have been recorded in the Middle Triassic sections. Abiogenic micro-, nanostructures of the Late Triassic alluvial-lacustrine-boggy beds have not retained any traces of transformation by organisms. The primary food chains characteristic of suboceanic basins with coccoliths, copepods and foraminifers are more reliably determinable from the Late Jurassic.

Key words: triassic, jurassic, paleolandscape reconstruction, sedimentation settings, marine basins, finely dispersed sediments, sediment biogenic and abiogenic micronanostructures, biocoenoses primary food chains.

Наряду с минеральным составом осадков рассматриваются взаимоотношения тонкодисперсных биогенных и абиогенных компонентов как показатели процессов седиментогенеза в эволюционирующих бассейнах. Полученные материалы позволили по результатам исследования наноструктур, вещественного состава и пороодообразующих органических остатков проводить реконструкцию палеоландшафтов [1] с целью выполнения крупномасштабного картирования с дробной стратификацией и корреляцией геологических разрезов, осуществлять прогноз распределения и качества горючих сланцев зоны *Dorsoplanites panderi* верхней юры [2].

При сравнительном изучении тонкодисперсных осадков триаса и поздней юры для палеогеографических реконструкций использованы индикаторы обстановок седиментации, выявленные с помощью экосистемно-наноструктурного анализа рассматриваемых образований. Доказано наличие в структуре биогенных осадков признаков трёх видов первичных пищевых цепей в различных бассейнах: 1) в нормально-морских бассейнах оленёкского возраста раннего триаса с разуплотнёнными кокколитами и личинками голотурий; 2) в эпиконтинентальных морских бассейнах исследованных регионов с кокколитами и остракодами среднего триаса; 3) в субокеанических бассейнах с кокколитами, фораминиферами, копеподами поздней юры фазы *Dorsoplanites panderi* на востоке Русской плиты, которые сопоставимы с битуминозными отложениями Западной Сибири. Структуры, полученные при их изучении на

поляризационном и электронном микроскопах, показаны в фототаблице.

Таким образом, по результатам исследования тонкодисперсных компонентов удалось установить следующее:

1. Рыхлые кокколитовые микро- и наноструктуры (ККМНС) дисперсных компонентов в раннем триасе в оленёкский век стадии трансгрессии, нарушенные деятельностью илоедов (голотурий), являются индикаторами разуплотнения осадков в начале мезозоя. Это проявляется на территории Прикаспийской впадины и в вулканогенно-осадочных образованиях Мангышлака. Кокколиты имеют следы пищевой переработки. Осадки формировались в условиях иловых впадин лагунно-морского бассейна и равнин, временами заливаемых морем.

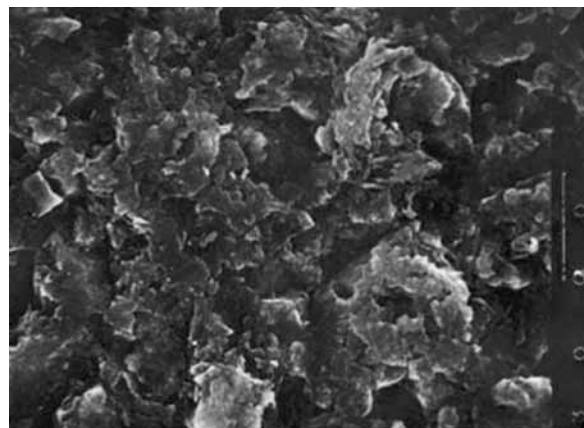
2. Плотные ККМНС в остракодово-известковых отложениях среднего триаса формировались в бассейнах эпиконтинентального типа, в Прикаспийской впадине. Они имеют следы кальцитизации и доломитизации, на Мангышлаке существенно изменены гидротермальными процессами – от высокотемпературных в анизийском до низкотемпературных в ладинском веке. В результате переработки остракодами и синседиментационными гидротермальными процессами кокколиты утрачивают скульптурные признаки, сохраняя при этом первичные перфорационные отверстия.

3. Абиогенные микро- и наноструктуры глин верхнего триаса, образованных, как выяснилось, в результате переотложения фрагментов кор выветривания преимущественно Уральского происхождения, а также фрагментов гидротермалитов, развитых на территории Мангышлака, по туфам и эффузивам, не имеют следов переработки морскими организмами. Глинистое вещество ассоциирует с углефицированными растительными остатками, что однозначно определяет их формирование в условиях аллювиально-озёрно-болотных ландшафтных обстановок.

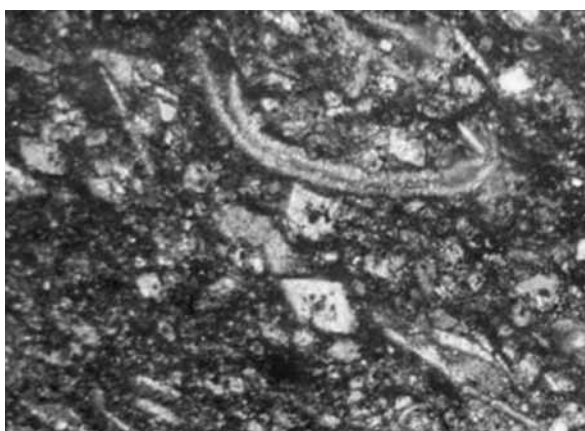
4. Разнообразные ККМНС наиболее ярко проявлены в отложениях сланценосной толщи верхней юры [2]. Возрастной интервал, отвечающий фазе *Dorsoplanites panderi*, сопоставим со временем образования первых мелководных впадин в пределах современного Атлантического океана. Многие исследователи считают позднюю юру [3,4] временем образования новых впадин в акваториях Атлантического, Индийского и Северного Ледовитого океанов [5]. Составление палеоландшафтных схем обстановок седиментации триаса и поздней юры по данному экосистемно-наноструктурных исследований позволяет оценить эволюционный характер океанизации бассейнов как на территории Прикаспийского региона, так и в пределах Западной Сибири, где зона *panderi* сопоставима с баженовской свитой (по своим свойствам и обилию остатков кокколитофорид). В обширных морях индикаторами



1



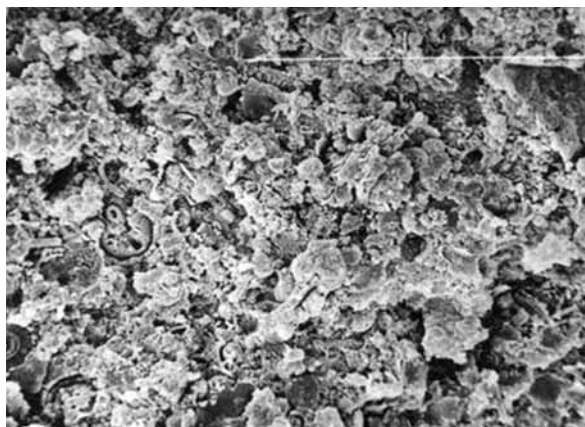
2



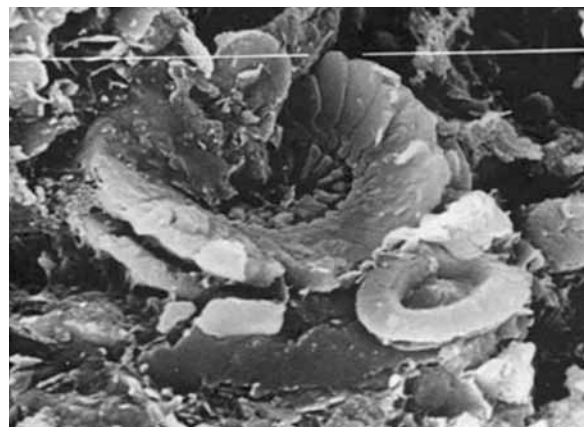
3



4



5



6

Фиг. 1. Фрагмент голотурии с кокколитовым содержимым в песчанике нижнего триаса. Шлиф, увел. 50, поляроиды

Фиг. 2. Рыхлое кокколитовое содержимое голотурии со следами пищевой переработки, РЭМ, увел. 3000

Фиг. 3. Остракодово-кокколитовый доломитизированный известняк среднего триаса. Шлиф, увелич. 300, поляроиды+

Фиг. 4. Плотное кокколитовое содержимое остракодов в известняках среднего триаса. В новообразованных ромбоэдрах доломита форма и перфорационные отверстия кокколитов сохраняются. ПЭМ реплика, увел. 6000

Фиг. 5. Сгустково-комковатое расположение остатков кокколитофорид в горючем сланце высокого качества. (Перелюбское месторождение, верхняя юра, зона *Dorsoplanites panderi*) РЭМ, увел. 2000

Фиг. 6. Остатки кокколитов хорошей сохранности в горючих сланцах верхней юры зоны *Dorsoplanites panderi* (Перелюбское месторождение) РЭМ, увел. 9000



проявления «океанизации», по-видимому, следует считать изменение характера первичных пищевых цепей на микро- и наноуровне. Основными потребителями нанопланктона становятся фораминиферы, копеподы и другие мелкие организмы – типичные обитатели современных океанов, которые являются пищей для более крупных организмов.

Палеоландшафты поздней юры отличаются от поздне триасовых коренным образом. Субокеанический характер первичных пищевых цепей сопровождался распространением во всех акваториях сообществ морских организмов от двустворчатых моллюсков до аммоноидей и ихтиозавров. На Русской плите шло образование горючих сланцев, а в Западной Сибири – осадков с высокими концентрациями сапропелевого органического вещества «баженновской свиты». По мнению И.В. Хворовой, стагнация бассейнов

УДК 553.98.2.078

ГИДРОГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОСНОВНЫХ НЕФТЕГАЗОВОДОНОСНЫХ КОМПЛЕКСОВ ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ ПРОВИНЦИИ

М.П. Логинова, К.А. Маврин

Саратовский государственный университет,
кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых
E-mail: Loginovamp@info.sgu.ru

Проведенные исследования показали, что гидрогеодинамические условия основных нефтегазоводоносных комплексов Волго-Уральской провинции являются благоприятными для сохранения залежей углеводородов.

Ключевые слова: гидрогеодинамические условия, нефтегазоводоносные комплексы, сохранность залежей.

Hydrogeodynamic Conditions of the Basic Oil-gas-water-bearing Complexes of the Volga-Ural Province

M.P. Loginova, K.A. Mavrin

Leaded researches showed, what hydrogeodynamic conditions of basic oil-gas-water-bearing complexes of Volga-Ural province are favorable for preservation of deposits of hydrocarbons.

Key words: hydrogeodynamic conditions, oil-gas-water-bearing complexes, deposit preservation.

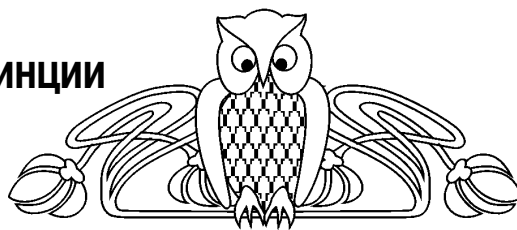
Гидрогеологические (гидрогеодинамические) условия имеют важное значение для формирования, сохранения и разрушения залежей и месторождений нефти и газа.

К гидрогеодинамическим критериям нефтегазоносности относятся показатели процессов водообмена, гидрогеологическая «закрытость» недр, величина пьезометрических напоров, скорость движения подземных вод, распределение пьезомаксимумов и пьезоминимумов и др. [1].

была обусловлена образованием глубинных порогов широтного простирания, ограничивающих циркуляцию вод океанических впадин.

Библиографический список

1. Липатова В. В., Жидовинов С. Н., Старожилова Н. Н. и др. Информативность методов и критерии расчленения триасовых отложений Мангышлака // Сов. геол. 1984. № 9. С. 49–55.
2. Кулёва Г. В., Яночкина З. А., Букина Т. Ф. и др. Разрез верхнеюрских сланцевосных отложений волжского бассейна (зона Dorsoplanites panderi). Саратов, 2004.
3. Кулон Ж. Разрастание океанического дна и дрейф материков. Л., 1975.
4. Муратов М. В. Происхождение материков и океанических впадин. М., 1975.
5. Рудич Е. М. Движущиеся материка и эволюция океанического ложа. М., 1983.



По мнению Н.К. Игнатовича [2, 3], для формирования углеводородных скоплений наиболее благоприятным является такой гидрогеодинамический режим, который при наличии структур и тектонических нарушений на определенном этапе гидрогеологической истории характеризуется активной циркуляцией вод в условиях хорошей закрытости недр.

В зоне свободного водообмена, как правило, не встречаются промышленные залежи нефти и газа, но широко представлены твердые нефтиды, а иногда и жидкие окисленные нефти. Наиболее крупные скопления нефти и газа связаны с зоной затрудненной циркуляции подземных вод. Чем больше мощность зоны активного водообмена и чем ближе расположена подошва этой зоны к кровле фундамента, тем меньше перспективы нефтегазоносности. Нижние гидрогеодинамические зоны, отличающиеся большими мощностями, затрудненным и застойным гидрогеодинамическим режимом, напротив, являются наиболее благоприятными для сохранения залежей углеводородов (УВ). Для них характерна низкая скорость движения подземных вод. Эта закономерность отмечалась для разных территорий А.И. Силиным-Бикчуриным [4], В.Н. Корценштейном [5], Я.А. Ходжакулиевым [6], Г.П. Якобсоном [7],



В.Г. Поповым [8] и др. По мнению В.В. Колодия [9], для нефтегазоносных водонапорных бассейнов платформ скорость движения подземных рассолов составляет $n \times 10^{-1} - n \times 10^{-2}$ см/год.

В результате региональных обобщений по просам движения подземных вод Г.П. Якобсона, Ю.М. Качалова, Ф.П. Самсонова [10]; Я.А. Ходжакулиева, М.И. Субботы [11], В.Г. Попова [8] сложились основные представления относительно источников создания напора в пластовой системе. Одним из источников напора в бассейне является инфильтрация вод с поверхности. В возникновении другого (элизионного) – играют роль процессы отжатия вод в пределах прогибающихся частей бассейна в результате уплотнения пород. Решающей причиной движения пластовых вод является перепад напоров (давлений). Он возникает как при погружении, сопровождающемся вытеснением межслоевых вод из глинистых толщ в коллекторы под действием геостатической нагрузки, так и в результате повышения напора за счет инфильтрации в областях выходов на поверхность пород водоносных комплексов. Возникшее в том и другом случае повышенное давление передается всей водонапорной системе комплекса. Это перераспределение напоров и обуславливает движение (фильтрацию) подземных вод по пласту, а также их разгрузку по тектоническим нарушениям, а иногда и через водоупоры [7, 12, 13].

Важным гидрогеодинамическим показателем нефтегазоносности недр являются пьезометрические аномалии, которые выражаются в локальных понижениях и повышениях напоров подземных вод (пьезоминимумы и пьезомаксимумы). К пьезоминимумам, связанным с очагами разгрузки подземных вод, часто приурочены области локализации нефти и газа. К настоящему времени роль пьезоминимумов в формировании скоплений УВ и их поисковое значение установлены в ряде нефтегазоносных бассейнов [14–16]. Для Волго-Уральской нефтегазоносной провинции В.А. Кротовой, В.А. Кудряковым [17, 18] также показана связь размещения залежей нефти и газа с глубинными гидрогеодинамическими аномалиями.

Различаются три типа разгрузки пластовых вод: открытая, при которой восходящие воды достигают дневной поверхности; разгрузка в зоне свободного водообмена, когда восходящие потоки дренируются глубокими врезами речных долин или образуют купола грунтовых вод, и внутренняя, при которой поднимающиеся воды разгружаются в недрах, не достигнув зоны свободного водообмена. Наиболее перспективными в отношении нефтегазоносности являются зоны внутренней разгрузки подземных вод [1].

Согласно В.А. Кротовой [17, 19], К.Е. Питьевой [20], Г.П. Якобсону [7], основные зоны создания напора и инфильтрационного питания палеозойских комплексов Волго-Уральского артезианского бассейна связаны с системой внутренних положительных тектонических элементов Русской плиты — Воронежской антеклизой,

Токмовским и Татарским сводами. Эти важнейшие зоны создания напора в бассейне приурочены к возвышенностям, расположенным в пределах равнины. Падение напоров и изменения в направлении пьезометрических поверхностей девонских и каменноугольных отложений происходят в южном и юго-восточном направлениях, что свидетельствует о движении подземных вод и рассолов на современном этапе в водоносных комплексах палеозоя с севера и запада на юг и восток.

На основе установленных гидрогеодинамических закономерностей можно наметить зоны создания напора и зоны разгрузки основных нефтегазоводоносных комплексов на юго-востоке артезианского бассейна. Здесь, согласно существующим представлениям, основной областью инфильтрационного питания является Татарский свод, характеризующийся повышенными отметками рельефа. Основной областью разгрузки подземных вод являются южные и юго-восточные районы, граничащие с Прикаспийской мегавпадиной. Общий сток происходит в направлении мегавпадины. Местными областями разгрузки могут являться зоны тектонических нарушений (Жигулевские, Кинельские и другие дислокации). Скрытые очаги разгрузки в вышележащие горизонты находят отражение в гидрогеодинамических и гидрогеохимических аномалиях. На этих участках может происходить переток рассолов из девонских горизонтов в каменноугольные, а из последних в пермские и т.д.

С формированием и динамикой палеозойских рассолов связано сохранение и разрушение нефтяных и газовых месторождений. Залежи нефти и газа тяготеют больше к востоку и юго-востоку Волго-Уральского артезианского бассейна, к районам максимального прогибания. Это свидетельствует о связи нефтегазоаккумуляции, сохранения и размещения залежей углеводородов с седиментогенными водами и элизионными этапами гидрогеологических циклов. Именно на элизионных этапах имели место преимущественно первичная миграция нефти, газа и накопление УВ в залежах. В настоящее же время северная часть изучаемой территории находится на инфильтрационном этапе гидрогеологической истории, для которого характерно разрушение залежей УВ или их переформирование, о чем свидетельствует газовый состав вод [21].

Таким образом, механизм фильтрационного водообмена в палеозойских продуктивных комплексах юго-восточной части Волго-Уральского бассейна представляется как сочетание вертикальных и горизонтальных потоков, причем проводящими каналами служат участки, испытавшие активные тектонические подвижки в недалеком геологическом прошлом [22].

В практике гидрогеологических исследований для количественной характеристики движения вод водонапорных комплексов используются приведенные напоры (давления).

Для характеристики гидрогеодинамических условий подсолевого палеозоя юго-востока арте-



зианского бассейна, оценки степени «закрытости» и сохранности залежей углеводородов нами рассматривались эйфельско-нижнефранский, визейский и среднекаменноугольно-нижнепермский нефтегазоводонасыщенные комплексы.

При построении схематических карт приведенных напоров эйфельско-нижнефранского и визейского комплексов использовались отметки приведенных напоров, рассчитанные по методике А.И. Силина-Бекчурина относительно плоскости сравнения –2000 м [22]. Выявленные участки максимальных и минимальных приведенных напоров позволяют определить направления потенциально-го движения подземных вод этих комплексов, а также выделить пьезоминимумы и пьезомаксимумы.

Гидрогеодинамический режим эйфельско-нижнефранского комплекса отражен на карте приведенных напоров и характеризуется в пределах исследуемой территории общим снижением пьезометрических напоров с северо-востока на запад, юго-запад и юг (рисунк, а). Максимальные значения приведенных напоров (393 м) отмечаются только на небольшом участке юго-восточного окончания Южно-Татарского свода и севере Восточно-Оренбургского поднятия (Ефремовско-Зыковская структура). Центральную часть изучаемой территории занимает зона с умеренными напорами: от 340 до 320 м. Пьезометрическая поверхность в центральной части является относительно сложенной, гидроизопезы располагаются параллельно. В районе Жигулевской, Зольненской структур напоры составляют 343–340 м. На западе Бузулукской впадины находится зона относительного пьезометрического максимума –365 м (Могутовская структура), который заливообразно вытянут в центральную часть впадины. В северном и южном направлениях от зоны повышенных пьезометрических напоров отмечается снижение значений напоров, в северном направлении характер изменения более плавный. В северной части Бузулукской впадины (Кирюшкинская структура) выделяется небольшой пьезоминимум (337 м). В южном направлении от зоны пьезомаксимума отмечается более резкое снижение пьезометрических напоров от 350 до 300 м и менее. Минимальные величины напоров (от 280 до 275 м) характерны для южной части Бузулукской впадины (Южно-Первомайская, Западно-Степная структуры) и Восточно-Оренбургского поднятия.

Следовательно, в региональном плане снижение пьезометрических напоров в эйфельско-нижнефранском комплексе происходит с северо-востока на юг и юго-запад. Локальные участки пониженных и повышенных напоров, а также изменения в направлении движения пластовых вод отмечены на севере и северо-западе Бузулукской впадины.

Для гидрогеодинамического режима визейского комплекса, так же как и для эйфельско-нижнефранского, характерно общее снижение пьезометрических напоров с севера и северо-востока на юг и юго-запад. Приведенные напоры визейского

комплекса характеризуются более высокими значениями по сравнению с эйфельско-нижнефранским. По мнению М.И. Субботы [1], Г.П. Якобсона [7] такой гидрогеодинамический режим указывает на возможность преобладающего поступления нижекаменноугольных вод в девонские отложения, там, где флюидоупоры отсутствуют, нарушены или уменьшается их мощность, а также на ограниченность поступления вод нижележащего комплекса вверх. Зона повышенных напоров (390–380 м) охватывает южное окончание Южно-Татарского свода. В южном и юго-западном направлениях происходит плавное снижение напоров до 350–340 м. Максимальные пьезометрические напоры (390 м) отмечены на Красноярской структуре, минимальные (342–353 м) – характерны для центральной части и западного окончания Бузулукской впадины (Кулешовская, Бобровская структуры), а также для центральной и южной частей Восточно-Оренбургского валообразного поднятия.

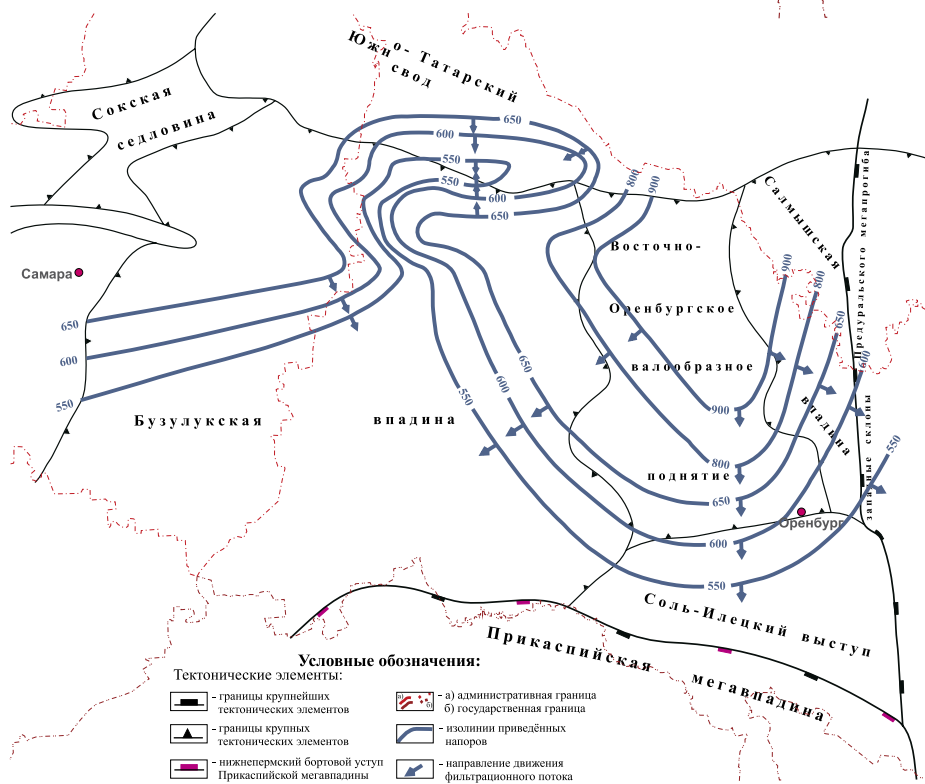
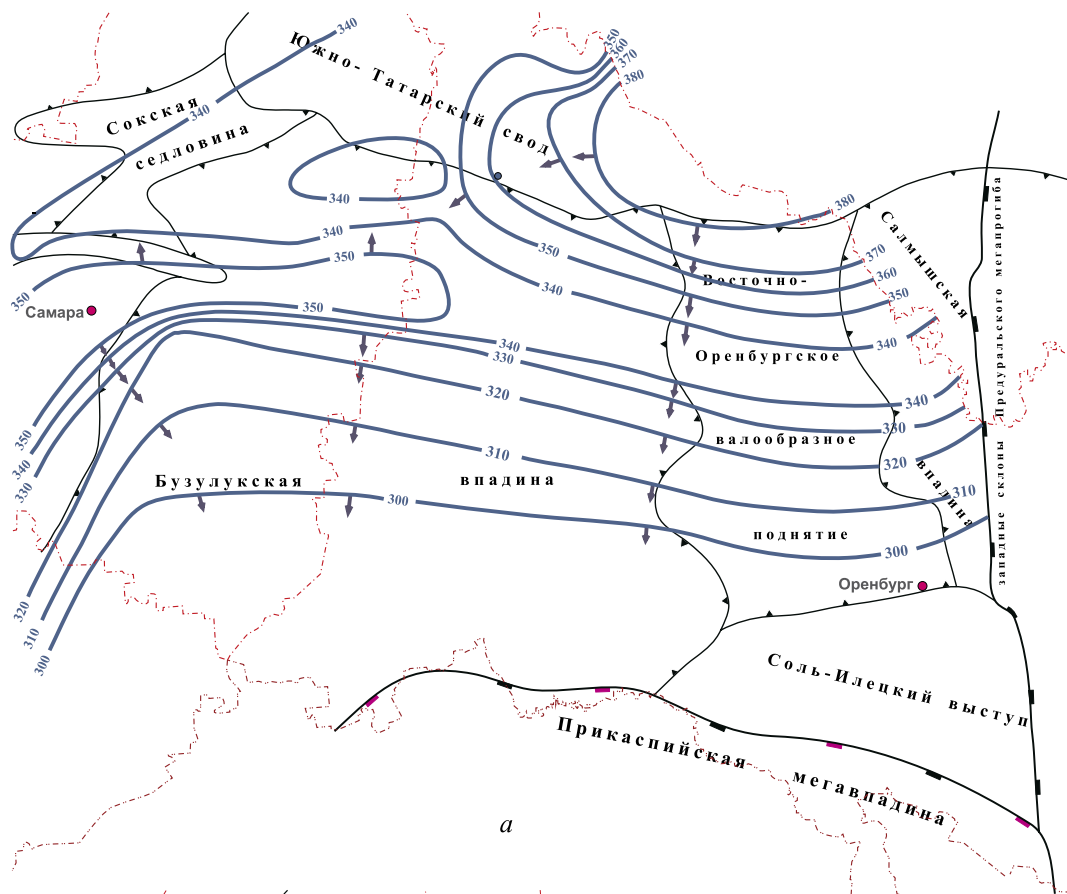
Пьезоминимум, выявленный на севере Бузулукской впадины в эйфельско-нижнефранском комплексе, находит отражение и в визейском. Он проявляется в виде локальной зоны резкого снижения напоров, несколько смещенной на восток по сравнению с эйфельско-нижнефранским комплексом. Зона оконтурена изолинией 370 м и имеет субширотное развитие. Пьезометрические напоры в ее пределах снижаются до 306–300 м (Пилюгинская, Тарханская структуры).

В западной части Бузулукской впадины, напротив, отмечается зона повышенных напоров, заливообразно вытянутая и субмеридионально ориентированная. Максимальные напоры здесь достигают 385 м (Никольская структура), т.е. западная зона повышенных пьезометрических напоров, выявленная в эйфельско-нижнефранском комплексе, проявляется и в визейском комплексе, но более ограничена по размерам.

Движение вод комплекса происходит в соответствии с направлением снижения напоров, т.е. с северо-востока на запад и юг. На отдельных локальных участках направление движения вод меняется. Так, в северной части рассматриваемой территории, в зоне сочленения Южно-Татарского свода и северной части Бузулукской впадины, движение вод имеет встречное направление при резком падении напоров. В западной части Бузулукской впадины движение вод имеет разнонаправленный характер: на северо-запад, северо-восток и юго-восток.

Таким образом, направленность, характер движения пластовых вод, местоположение участков относительных пьезомаксимумов и пьезоминимумов в визейском комплексе аналогичны гидрогеодинамическим условиям эйфельско-нижнефранского комплекса, что обусловлено, вероятно, влиянием общих факторов.

Гидрогеодинамическая обстановка среднекаменноугольно-нижнепермского комплекса отличается от вышеописанных (рисунк, б). При



- Условные обозначения:**
- | | |
|--|--------------------------------|
| - границы крупнейших тектонических элементов | - а) административная граница |
| - границы крупных тектонических элементов | - б) государственная граница |
| - нижнепермский бортовой уступ Прикаспийской мегавпадины | - изолинии приведенных напоров |
| - направление движения фильтрационного потока | |

Схематические карты приведенных напоров: а – эйфельско-нижнефранского, б – среднекаменноугольно-нижнепермского комплексов



построении схематической карты приведенных напоров для изучаемого комплекса использовались пьезометрические напоры подземных вод, рассчитанные по методике В.М. Шестакова на плоскость сравнения –574 м. Используемые данные и методика принципиально не меняют представлений о гидрогеодинамической обстановке; эта методика расчета напоров является более удобной при относительно небольших глубинах залегания комплексов [20].

Пьезометрические напоры комплекса меняются от 900 до 550 м. Максимальные значения характерны для северной и центральной частей Восточно-Оренбургского поднятия (Колганская структура – 971 м). Минимальные напоры отмечены на Соль-Илецком выступе, в центральной части Бузулукской впадины, западной части Предуральского прогиба и составляют 573–594 м (Ероховская, Раздольская, Совхозная структуры). Наиболее интенсивно их снижение происходит в пределах Восточно-Оренбургского поднятия и в меньшей степени в Бузулукской впадине.

Пьезоминимум, охваченный гидроизопьезой 650 м, отмечен в пределах южного окончания Южно-Татарского свода и северного борта Бузулукской впадины. Здесь напоры снижаются от 650 до 550 м.

В пределах Восточно-Оренбургского поднятия снижение напоров происходит на юг, юго-восток и юго-запад; в Бузулукской впадине – с северо-запада и северо-востока на юг и юго-запад. На севере впадины в зоне локального пьезоминимума снижение напоров носит обратный характер. По сравнению с вышеописанными комплексами гидрогеодинамический режим среднекаменноугольно-нижнепермского комплекса характеризуется более резкими перепадами напоров на севере и востоке изучаемой территории.

Таким образом, для рассматриваемых продуктивных комплексов характерно общее снижение приведенных напоров с севера – северо-востока на юг и юго-запад. Главной областью инфильтрационного питания водонапорных комплексов исследуемой территории является южная часть Южно-Татарского свода. Инфильтрационное влияние Урала не прослеживается [8]. Гидрогеодинамическое значение Уральских гор для изучаемой территории минимально. Это находит объяснение. Во-первых, отложения девона, карбона и нижней перми на западном склоне Урала, далее на запад в Предуральском прогибе и на платформе фациально резко различны, а во-вторых, подземным водам в этом случае необходимо преодолеть глубокую «ванну» Предуральского прогиба [23].

На фоне общей направленности снижения напоров выделяются отдельные пьезоминимумы и пьезомаксимумы, которые являются локальными участками внутрипластовых перетоков. Выявленные участки локального изменения пьезометрических напоров, как правило, прослеживаются по всем описанным комплексам.

Оценивая роль Прикаспийской мегавпадины в гидрогеодинамическом режиме палеозойских продуктивных комплексов для рассматриваемой территории, следует отметить ее как незначительную в связи со сложностью строения северной бортовой зоны мегавпадины, образующей непреодолимый барьер для перетоков воды из одной водонапорной системы в другую. Только на отдельных участках возможно существование такой взаимосвязи [22].

На современном этапе геологического развития нефтегазоводоносные комплексы палеозойских отложений в пределах изучаемой территории образуют самостоятельную водонапорную систему с доминирующим значением внутренних очагов питания и разгрузки. Встречное движение подземных вод в палеозойских отложениях, направленное от Прикаспийской мегасинеклизы в северном направлении, возможно на крайнем юге Бузулукской впадины и Соль-Илецкого выступа, где повышение пьезометрических напоров может происходить в результате термоэлизионных процессов, обусловленных стремлением к расширению флюидов, при их разогреве в наиболее погруженных центральных частях Прикаспийской мегавпадины [24].

В эйфельско-нижнефранском нефтегазоводоносном комплексе по площади развития приведенные пьезометрические напоры изменяются от 380 м в пределах южного окончания Южно-Татарского свода до 300 м на юге Бузулукской впадины, т.е. перепад напоров не превышает 100 м (см. рисунок, а). Участок, оконтуренный гидроизопьезой (340 м), является участком локальной внутрипластовой разгрузки вод комплекса и может, вероятно, расцениваться как потенциальная зона современной аккумуляции углеводородов. Северо-восточная и северо-западная зоны повышенных приведенных напоров в контуре гидроизопьез соответственно 380 и 350 м являются зонами возможного внутрипластового питания комплекса, т.е. эти участки в пределах развития комплекса являются гидрогеологически раскрытыми («гидрогеологические окна»). Это находит подтверждение и в качественных характеристиках, выявленных в пределах обозначенных участков нефтяных залежей. Нефти характеризуются повышенной удельной плотностью (месторождения Яблоневый Овраг, Чубовское, Красноярское, Султангулово-Заглядинское, Демское и др.).

В целом же комплекс территориально тяготеет к зоне весьма затрудненного водообмена пластовых вод, характеризуется незначительным перепадом приведенных пьезометрических напоров, что характеризует гидрогеодинамические условия как благоприятные для сохранения залежей углеводородов.

В визейском нефтегазоводоносном комплексе приведенные пьезометрические напоры изменяются от 390 до 340 м, т.е. перепад не превышает 50 м. Значения приведенных напоров комплекса



больше по сравнению с нижележащим, так как отсутствуют разрывы в сплошности флюидопора по всей площади развития комплекса. Характер изменения напоров имеет ту же направленность, что и в нижележащем комплексе. Локальный пьезоминимум, охватывающий южную часть Южно-Татарского свода и северную зону Бузулукской впадины, свидетельствует о локальной внутренней разгрузке вод комплекса, что является благоприятным гидрогеодинамическим фактором возможного нефтегазонакопления. Пьезомаксимум на западе Бузулукской впадины, выявленный в нижележащем комплексе, находит отражение и в визейском, и свидетельствует об аналогичных гидрогеодинамических условиях на этом участке изучаемой территории. Зоны повышенных напоров на Южно-Татарском своде, западе и в центральной части Бузулукской впадины, также как и в эйфельско-нижнефранском комплексе, являются зонами внутрипластовых перетоков и, напротив, могут обуславливать окисление углеводородов, что также согласуется с физико-химическими свойствами выявленных на указанных участках залежей нефти. Нефти выявленных залежей в пределах областей внутрипластового питания характеризуются повышенным удельным весом (Байтуганское, Султангулово-Заглядинское, Борское и другие месторождения).

По гидрогеодинамическим показателям комплекс на большей части исследуемой территории находится также в условиях затрудненного водообмена. Средняя скорость движения не превышает 20–30 см/год [21]. Эти обстоятельства являются благоприятными факторами для сохранения и выявления залежей углеводородов в данном комплексе.

Среднекаменноугольно-нижнепермский нефтегазоводоносный комплекс отличается от нижележащих более активным гидрогеодинамическим режимом. Снижение напоров подземного потока имеет южную, юго-западную и юго-восточную направленность, диапазон изменения напоров существенно возрастает и составляет 350 м (см. рисунок, б). Гидрогеодинамическая схема комплекса согласуется с гидрогеологической зональностью, выявленной в целом для Волго-Уральской антеклизы. Зона гипергенеза захватывает пермские горизонты выше кунгурской соленосной толщи, частично нижнепермские и верхнекаменноугольные пласты, а также развита на участках, где отсутствуют соленосные отложения (южное окончание Южно-Татарского свода, северо-западная часть Бузулукской впадины), что не является благоприятным фактором для сохранения залежей УВ.

В целом гидрогеодинамические условия эйфельско-нижнефранского и визейского комплексов являются благоприятными для сохранения залежей углеводородов. Среднекаменноугольно-нижнепермский комплекс характеризуется менее благоприятными гидрогеодинамическими условиями, особенно на участках отсутствия соленос-

ных толщ кунгурского и казанского возраста либо незначительных их мощностей. Такими участками в пределах изучаемой территории являются также южное окончание Южно-Татарского свода, северная и западные части Бузулукской впадины. На отдельных участках («гидрогеологические окна») на юге Южно-Татарского свода, на западе Бузулукской впадины по всем изучаемым комплексам отмечается взаимосвязь повышенных пьезометрических напоров с повышенной плотностью нефтей. Участки возможных перетоков пластовых вод из одного комплекса в другой, связанные с превышением пьезометрических напоров в вышележащем комплексе по сравнению с нижележащим, необходимо учитывать при решении практических вопросов, в частности при технологической проводке скважин и качестве цементирования их стволов.

Библиографический список

1. Зорькин Л.М., Суббота М.И., Стадник Е.В. Нефтегазопроисковая гидрогеология. М., 1982. 216 с.
2. Игнатович Н.К. О региональных гидрогеологических закономерностях в связи с оценкой условий нефтеносности // Сов. геология. 1945. № 6. С. 69–72.
3. Игнатович Н.К. Гидрогеология палеозоя Русской платформы // ОНТИ. 1948. 333 с.
4. Силин-Бекчурин А.И. Динамика подземных вод. М., 1958. 258 с.
5. Корценштейн В.Н. Методика гидрогеологических исследований нефтегазоносных районов. М., 1976. 309 с.
6. Ходжакулиев Я.А. Основные черты современной региональной гидрогеологии нефтегазоносных районов Западной Азии. М., 1966. 126 с.
7. Якобсон Г.П. Палеогидрогеологические и современные гидрогеологические закономерности формирования и размещения нефтегазовых месторождений. М., 1973. 268 с.
8. Попов В.Г. Гидрогеохимия и гидрогеодинамика Предуралья. М., 1985. 277 с.
9. Колодий В.В. Подземные воды нефтегазоносных провинций и их роль в миграции и аккумуляции нефти (на примере юга СССР). Киев, 1983. 248 с.
10. Якобсон Г.П., Качалов Ю.М., Самсонов Ф.П. Перспективы нефтегазоносности центральной части Каракумского бассейна по гидрогеологическим критериям. // Нефтегазовая геология и геофизика. 1968. № 2. С.12–15.
11. Ходжакулиев Я.А., Суббота М.И. Природные водонапорные системы бассейнов артезианского типа // Методика палеогидрогеологических исследований. Ашхабад, 1970. С.128–133.
12. Кудряков В.А. Гидрогеологические факторы, влияющие на формирование нефтяных и газовых месторождений // Геология, методы поисков и разведки месторождений нефти и газа. М., 1974. 45 с.
13. Постнова Е.В., Тальнова Л.Д., Удачина М.А. Гидрогеологические условия нефтегазонакопления в палеозойских отложениях Жигулевско-Пугачевского свода и юго-западной части Бузулукской впадины // Геология нефти и газа. 1997. № 4. С. 26–31.



14. Кротова В.А. Роль зон разгрузки подземных вод в формировании углеводородных скоплений и их нефтепоисковое значение // Сов. геология. 1966. № 3. С. 97–105.
15. Карцев А.А. Гидрогеология нефтяных и газовых месторождений. М., 1972. 280 с.
16. Ходжакулиев Я.А. Гидрогеологические закономерности формирования и размещения скоплений газа и нефти. М., 1976. 336 с.
17. Кротова В.А. Гидрогеологические факторы в формировании нефтяных месторождений (на примере Предуралья) // Тр. ВНИГРИ. 1962. Вып. 191. 329 с.
18. Кудряков В.А. Нефтегазонакопление в геогидродинамических системах / Под ред. А.М. Акрамходжаева. Ташкент, 1985. 143 с.
19. Кротова В.А. Роль гидрогеологических факторов в

- образовании, сохранении и разрушении нефтяных залежей // Тр. ВНИГРИ. 1957. Вып. 103. 128 с.
20. Питьева К.Е. Подземные воды палеозоя Северного Прикаспия. М., 1971. 356 с.
21. Карцев А.А., Вагин С.Б., Матусевич В.М. Гидрогеология нефтегазоносных бассейнов. М., 1986. 224 с.
22. Барс Е.А., Зайдельсон М.И. Гидрогеологические условия формирования и размещения нефтяных и газовых месторождений Волго-Уральской области. М., 1973. 280 с.
23. Маврин К.А. Тектоника, палеогидрогеология и полезные ископаемые палеозоя Южного Предуралья. Саратов, 1988. 219 с.
24. Маврин К.А. Палеогидрогеологический метод в нефтегазовой геологии. Саратов, 1999. 48 с.

УДК [069.02:55:378.4] (470.49–25)

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ МУЗЕЙ – ИСТОРИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ САРАТОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Е.М. Первушов, О.Ю. Андрушкевич¹

Саратовский государственный университет,
кафедра исторической геологии и палеонтологии
E-mail: pervushovem@mail.ru

¹Саратовский государственный университет,
Региональный музей земледоведения
E-mail: gemmaoi@bk.ru

Частные собрания пород и минералов с просторов «Уральских гор» и «Киргизских степей», известные в Саратове со второй половины XIX столетия, к началу XX в. сосредоточились в анналах художественно музея им. Радищева. Позже часть из них вошла в состав коллекций геологического кабинета Саратовского университета. В канун 100-летнего юбилея университета на основе экспозиций и фондовых материалов кафедральных музеев геологического факультета формируется экспозиционный план единого геологического музея – Регионального музея земледоведения.

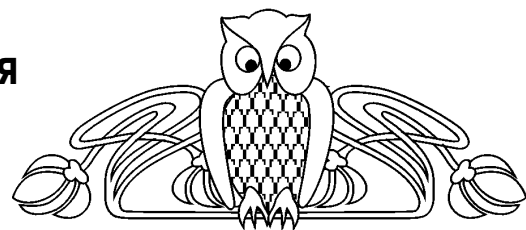
Ключевые слова: геологический музей, история формирования, экспозиционный план, фонды, палеонтологические и минералогические коллекции, геологические объекты.

Geological Museum – a Historical Component of the Saratov State University

Е.М. Pervushov, O.Yu. Andrushkevich

Private collections of rocks and minerals from the vast of the Ural Mountains and Kirghiz plains known in Saratov from the second half of the XIX century, by the beginning of the XX century have been concentrated in the vaults of Radishchev Fine Art Museum. Later on, some of them joined the collections of the geological cabinet at the Saratov State University. On the eve of the University centenary, expositions and funds of the chair museums at the geology faculty were used as the basis for developing the exposition plan of a single geologic museum – the Regional museum of Earth sciences.

Key words: geological museum, creation history, exposition plan, funds, paleontological and mineralogical collections, geologic objects.



Сборы образцов горных пород, небольшие по количеству штуфов и разнообразию минеральных агрегатов, были известны в среде частных лиц, граждан Саратова с середины XIX в. Некоторые из этих коллекций были переданы владельцами для использования в Архивную комиссию. Следы коллекций в виде отдельных образцов и чудом сохранившихся планшетов прослеживаются в фондах ряда краеведческих музеев Саратовской области.

Первые известные систематизированные сборы геологических образцов были переданы в «Эрмитаж Поволжья», в расположенный в центре Саратова Радищевский художественный музей, в 1890 году. Значительное минералогическое собрание было кратко описано будущим академиком В.И. Вернадским [1; с. 188], который отметил, что оно «составлялось в первой половине девятнадцатого столетия, не позже 1840-х годов» и «имеет несомненный научный интерес и довольно значительную научную ценность». Наиболее интересную часть коллекции составляли образцы минералов, пород и руд, собранных на месторождениях Урала, многие из которых исчезли или были заброшены к началу XX века. Минералогическое собрание, насчитывающее почти 1800 экземпляров, было передано администрацией Радищевского музея в 1919 г. Саратовскому государственному университету с условием «сделать коллекцию доступною для обозрения публики» [2, с. 187].

О том, что переданные коллекционные материалы представляют собой сложение образцов, происходящих из разных «источников» и собиравшихся на протяжении значительного



времени, можно судить по многочисленным первичным (полевым) и музейным этикеткам к образцам. В частности, среди наиболее ранних образцов пород и минералов, которые, вероятно, и описывал В.И. Вернадский, обнаружены экспонаты, поступившие из Германии и хранившиеся в частных коллекциях, которые были первоначально определены во второй половине XIX века.

В Саратовском императорском университете собрание каменного материала было предопределено открытием минералогического кабинета в составе единственного в ту пору медицинского факультета. О начальном периоде формирования собственного собрания штучных пород и образцов минералов, так или иначе использовавшихся в медицинских целях, свидетельствуют уже музейные этикетки этого минералогического кабинета. Минералогический кабинет медицинского факультета предстал своеобразной региональной «кунсткамерой», где концентрировались разнообразные находки и сборы коллекционеров по естественному. Имеются косвенные данные о передаче образцов минералогическому кабинету известным отечественным минералогом и геохимиком, популяризатором геологии академиком Александром Евгеньевичем Ферсманом из личной коллекции либо при его содействии.

В 20-х гг. прошлого века значительную роль в становлении и развитии минералогического музея Саратовского университета сыграл профессор кафедры минералогии и кристаллографии П.П. Пилипенко, ученик В.И. Вернадского. Музейное собрание пополнилось материалами частных коллекций и собраниями, переданными сотрудниками Академии наук. Павел Прокопьевич Пилипенко заказал исполнение типографским способом музейных этикеток для пополняющихся коллекций геологического музея Саратовского государственного университета, придавая тем самым некий значительный статус как самому музею, так и каменному материалу экспозиционного и фондового хранения.

В последующем в связи с неоднократной реорганизацией структуры университета, в том числе сформированного в 1931 г. геологического факультета, значительная часть коллекционного материала оказалась в первом и втором учебных корпусах университета. На рубеже 20–30-х гг., единственной кафедрой геологического профиля в Саратовском университете заведовал профессор Б.А. Можаровский, который являлся организатором стационарного и структурированного геологического кабинета, существовавшего при кафедре исторической геологии и палеонтологии и преобразованного позже в геологический музей, который располагался в аудиториях второго корпуса университета.

Тематические сборы каменного материала легли в основу создаваемых кафедральных экспозиций («музеев») – при кафедре минералогии

и петрографии и при кафедре общей геологии. Витрины этих экспозиций располагались в первом и втором учебных корпусах, спроектированных и построенных под руководством архитектора К.Л. Мюфке, главным образом по обе стороны обширных коридоров первого и третьего этажей. «Музейные» экспозиции кафедры исторической геологии и палеонтологии в большей степени были посвящены освещению проблем стратиграфии и в основном биостратиграфии образований осадочного чехла Русской плиты и аспектов региональной геологии территории Советского Союза.

По-видимому, основной целью формирования геологического музея было естественное, профессиональное, стремление приблизить студентов, изначально весьма далеких от представлений о геологии, к разнообразию проявлений объекта исследований – «геологической форме движения материи». Создание профессиональной, геологической окружающей среды для студентов и сотрудников только что появившегося факультета проходило очень успешно. Этому в значительной степени способствовал авторитет основателя саратовской геологической школы Б.А. Можаровского, а также активное участие в практике геолого-съёмочных и инженерно-геологических изысканий сотрудников, преподавателей, инженеров и, подчеркнем особо, студентов факультета. Закономерным проявлением промышленного и экономического роста страны, Поволжского региона явилось открытие в 1935 г. в Саратовском университете института геологии, основателем и первым директором которого был Б.А. Можаровский. С этого времени роль геологического музея в образовательном процессе и в научных исследованиях сотрудников института существенно возросла, что, в свою очередь, способствовало очень активному пополнению экспозиций и фондов музея.

Отметим особо, что в большинстве своем сотрудники института геологии и студенты факультета принимали непосредственное участие в полевых работах, сами доставляли музейные образцы и впоследствии разрабатывали и составляли тематические выставки. Сохранились полевые этикетки многих исследователей: О.С. Вялова, И.Т. Журавлевой, Б.А. Можаровского, В.Г. Камышевой-Елпатьевской, К.Б. Кордэ, В.П. Ренгартена и ряда других геологов и палеонтологов, свидетельствующие об обширности сборов и о значительных поступлениях уникального каменного материала в лоно известного в стране геологического сообщества – геологического факультета и геологического института Саратовского университета. К сожалению, значительный фоссильный и минеральный материал, поступавший по итогам полевых маршрутов почти со всей территории необъятной страны, далеко не всегда в последующем должным образом обрабатывался и хранился.



Отсутствие штатного расписания музея и постепенное сокращение площадей, износ экспозиционного оборудования способствовали потере интереса к сохранению накопленных материалов, что привело, прежде всего, к формальному складированию поступающих сборов на площадях геолого-съёмочных и тематических партий, кафедр и лабораторий факультета.

Б.А. Можаровский ушел из жизни в 1948 году. Его ученики, среди которых В.Г. Камышева-Елпатьевская, С.П. Рыков, С.Н. Морозов и др., во время траурных мероприятий выступили с предложением о присвоении геологическому музею Саратовского университета имени его организатора – Б.А. Можаровского.

По-видимому, уже с конца 30-х гг. XX в. экспозиции трех кафедр геологического факультета (кафедры минералогии и петрографии, кафедры общей геологии и кафедры исторической геологии и палеонтологии), которые до середины 70-х гг. являлись выпускающими, существовали самостоятельно и весьма обособленно претерпевали выпадавшие на их долю изменения. В зависимости от влияния доминировавших научных парадигм, носителями которых являлись сотрудники кафедр, несколько видоизменялись экспозиции уже имеющихся выставок и разрабатывались новые по материалам полевых или морских экспедиций. При практическом отсутствии штатных сотрудников кафедральных «музеев» истинное богатство музеев – каменный материал из уникальных геологических объектов и месторождений – постоянно привносилось сотрудниками геологического факультета и НИИ геологии университета на протяжении 50–80-х гг. прошлого века. Уникальные собрания палеонтологического, минералогического, петро- и литологического материала представляли многие регионы Советского Союза, где проводились полевые изыскания геологические партии саратовских геологов. Это регионы Восточной Сибири и Средней Азии, Урала и Поволжья, Тимана и Кавказа и т.д. Результаты активной деятельности многих поколений геологов-полевиков создали богатейшую основу тематических геологических экспозиций.

Длительное время во втором корпусе университета существовали экспозиции и хранилища каменного материала двух кафедр – кафедры исторической геологии и палеонтологии и кафедры минералогии и петрографии, которые с течением времени и в силу разных обстоятельств меняли место своего расположения. Изменения в местоположении экспозиций были обусловлены то расширением подразделений НИИ геологии, располагавшихся ранее во втором корпусе, то нехваткой учебных аудиторий. Все эти изменения негативно отразились как на экспозиционном оборудовании, так и на сохранности экспозиционного материала. За

содержанием экспозиций и их сохранностью, обновлением следили заведующий кафедрой и кто-то из ее сотрудников. В 70–80-е гг. экспозиции кафедры исторической геологии и палеонтологии сохранялись благодаря трудам лаборанта М.Е. Гуськовой, а в формировании и оформлении экспозиций большая заслуга принадлежит доценту С.П. Рыкову и старшему преподавателю А.И. Кукуеву. В начале XXI в. великолепную экспозицию по минералогии в аудитории № 3 второго корпуса составила сотрудник кафедры минералогии и петрографии О.Н. Синякова.

Великолепные экспозиции кафедры общей геологии и кафедры геологии нефти и газа традиционно украшали центр общения геологов Саратова – коридор третьего этажа первого корпуса, по которому проходили на собрания и защиты все выпускники и сотрудники геологического факультета. Экспозиции время от времени заменялись. Так, в первой половине 80-х гг. прошлого века здесь были представлены стенды по различным типам кор выветривания (по гранитам, основным породам) на примере разрезов Южного Урала. Позже выставлялись образцы породообразующей деятельности современных вулканов Камчатки, предоставленные профессором Я.А. Рихтером.

Расположенные в коридорах классических учебных корпусов экспозиции кафедр наиболее широко использовались, прежде всего, в учебном процессе, когда первичный каменный материал являлся прекрасным дополнением лекционной части учебной дисциплины и основой при проведении лабораторных занятий. Существенна была и роль этих экспозиций в процессе профессиональной ориентационной деятельности сотрудников геологического факультета. По кафедральным экспозициям проводились экскурсии школьников Саратова и Саратовской области, абитуриентов и слушателей «Школы юных геологов». Здесь же иногда формировались отдельные выставки находок юных геологов, сделанных во время полевых маршрутов по территории Саратовской области и Поволжья.

На крайне негативные процессы последней четверти XX в., оставившие богатейшие собрания и экспозиционный материал без должного попечения, практически на грани разграбления, наложились события нежданного пространственного перемещения кафедр. Последнее произошло на фоне сокращения штатов учебно-вспомогательного состава сотрудников, в частности ответственных за оформление выставок и постоянных стендов, и практически полном отсутствии интереса к музейным экспозициям со стороны их учредителей. При этом очень явно проявился циничный прагматичный вкус к стоимостной ценности образцов, некоторые из которых в это время исчезли из экспозиций. В



2004 г. в связи с вынужденным оставлением традиционного местообитания было принято решение о формировании на базе двух кафедральных музеев реорганизовать некогда существовавший общегеологический музей – Региональный музей земледования, помещения для которого были предоставлены в шестом корпусе, на месте лабораторий физического факультета.

В последние годы вновь проявилась тенденция к передаче в фонды и экспозиции кафедр геологического факультета каменного материала и тематических библиотек бывшими и действующими сотрудниками разнообразных геологических и недропользовательских организаций Саратова и Поволжья. Многие из дарителей являются выпускниками геологического факультета Саратовского государственного университета. Отчасти передача коллекционного личного материала в фонды музея объясняется практическим исчезновением подобных экспозиций («музеев»), существовавших ранее при научно-производственных организациях Саратова и Поволжья в целом.

С 2006 г. Региональный музей земледования располагается на первом этаже шестого корпуса университета, по улице Московской, в аудиториях № 119 и № 125. Этот корпус – одно из старейших зданий Саратова, признанный памятник архитектуры – построен во второй половине XIX в. Первое время в нем располагалась инфраструктура саратовского гарнизона. В настоящее время в Региональном музее земледования разрабатывается экспозиционно-тематический план зала № 1 – «Литосфера Земли: процессы, минералы и породы» и представлена экспозиция зала № 2 – «Биосфера Земли: геохронология жизни». В дальнейшем предполагается формирование экспозиций зала № 3 – «История геологических исследований и полезные ископаемые Поволжья».

Экспозиция зала «Литосфера Земли: процессы, минералы и породы» (аудитория № 125) в значительной степени посвящена вещественному составу планеты, минералам, магматическим и осадочным горным породам, полезным ископаемым, содержащимся в недрах территории России, а также процессам и явлениям, с которыми связывается рождение этих пород, появление уникальных минеральных агрегатов. Сотрудники музея рассчитывают представить в экспозиции классические представления по классификации горных пород и минералов, минеральных соединений, а также передать особенности строения месторождений и штуфы по уникальным месторождениям России. Разрабатывается визуальное отображение и вещественное наполнение экспозиций, посвященных детальному отображению геологических процессов, которые изучали сотрудники геологического факультета: коры выветривания Южного Урала (А.Д. Наумов, К.М. Сиротин,

Я.А. Рихтер, В.Н. Краснова), галогенезу Прикаспийской перикратонной впадины (Г.А. Московский), формированию сапропелевых илов и гидротермальным процессам и т.д. Предполагается разработка экспозиций, посвященных необычным вещественным образованиям – метеоритному веществу и техногенным новообразованиям, – появление которых прямо связано с деятельностью человека и часто, к сожалению, оказывает отрицательное влияние на условия его обитания.

Отдельное место в тематико-экспозиционном плане этого зала уделяется формированию экспозиций по особо охраняемым геологическим объектам Саратовской области [3], Поволжья и России в целом. К тому же некоторые разделы существующих залов музея сформированы именно на основе материалов, характеризующих описанные геологами известные геологические памятники Поволжского региона. Элементы разделов тематических экспозиций составлены именно по результатам сборов, раскопок тех или иных местонахождений, сейчас известных специалистам как памятники природного наследия того или иного ранга. При этом музейные экспозиции оказываются единственными документальными свидетельствами уникальности, содержательности и насыщенности ранее известных местонахождений палеофауны или месторождений полезного сырья, которые исчезли к настоящему времени как геологические объекты. На примере Поволжского региона это во многом относится к шахтным и карьерным разработкам, да и ко многим естественным, природным объектам, сильно изменившим свой облик на протяжении последних 50 лет. Так, практически исчезли известные геологические объекты «Пады», описанные еще А.Д. Архангельским [4], карьер завода силикатного кирпича и Заплатиновский карьер, которые были описаны и занесены в реестр охраняемых природных объектов. В фондах Регионального музея земледования хранятся коллекции штуфов и фоссилий, собранные в разные годы на этих объектах, их описания и иллюстративный материал, часть каменного материала из указанных местонахождений представлена в экспозиции.

До некоторой степени толчком к обобщению известных материалов по памятникам природы Саратовской области послужила коллективная работа «Особо охраняемые природные территории Саратовской области: национальный парк, природные микрозаповедники, памятники природы, дендрарий, ботанический сад, особо охраняемые геологические объекты», частным результатом которой явилась опубликованная одноименная монография [3]. При содействии Комитета охраны окружающей среды и природопользования Саратовской области предполагается формирование стендов и витрин, посвященных геологическим памятни-



кам природы, выделенным и существующим в настоящее время в регионе. Поскольку представители геологического факультета и сотрудники Регионального музея землеведения принимали непосредственное участие в выделении и полевом изучении геологических объектов, результаты этих исследований, в том числе и каменный материал, стали концентрироваться в фондах музея университета.

В музейных экспозициях материалы по геологическим объектам представлены в двух вариантах. Во-первых, это тематические экспозиции остатков фоссилий, штуфов пород и минералов, характеризующих своеобразие того или иного местонахождения, стратиграфического объекта или месторождения, проявления полезного сырья. Данные тематические экспозиции представлены в обоих залах, посвященных представителям биосферы Земли и характеристике ее литосферы. Во-вторых, это специальные стенды, посвященные рассмотрению географического и структурного положения геологических объектов, их сложения и стратификации. Для стендов по конкретным геологическим объектам свойственно большее насыщение разносторонним иллюстративным материалом, который выполняет основную визуальную нагрузку, и несколько меньшее дополнение каменным материалом, который как дополнение «привязан» к графической составляющей. Некоторые природные геологические объекты в ином варианте трудно представить для широкого круга посетителей. В частности, это многие очаровательные и привлекательные объекты, более сухо определяемые как «геоморфологические», «стратиграфические» и т.д.

Более полно предполагается представить геологические объекты именно в экспозиции зала «Литосфера Земли: процессы, минералы и породы», поскольку в данном случае рассматриваются собственно строение геологического объекта (тела), генезис полезного компонента, его состав и особенности сложения. В значительной мере тематика и содержание данных экспозиций увязывается с известными месторождениями (проявлениями) тех или иных полезных ископаемых, своеобразных породных комплексов. В частности, будут представлены материалы по процессам субконтинентального седиментогенеза, происходившего в отдельные моменты позднемелового времени в регионе, результатом которого рассматриваются поля развития гигантских «железистых колодцев» (местонахождение «Озерки»). В качестве геологического памятника рассматривается и палеолитическая стоянка – объект «Непряхино», –расположенная на площади распространения палеогеновых сливных кварцевых песчаников, из которых наши предки здесь изготавливали каменные орудия. Представляется, что упомянутый объект может рассматриваться как

древнейший «горнопромышленный участок», а именно «рудник» по добыче кварцита, из которого изготавливали орудия наши предки в позднем палеолите и, возможно, неолите.

Отдельные экспозиции, посвященные породам и полезным ископаемым Поволжского региона, будут украшать аншлифы и поделочные образцы, характеризующие полезные компоненты рассматриваемых геологических объектов: вольскит, марказитовые шары позднемеловой «псевдоабиссали», спонголиты альба и палеогена, «летучие камни» среднечетвероценового моренного комплекса, пейзажный алевролит среднеюрских аллювиальных равнин, дымчатые и полосчатые кремни из каменноугольных известняков, писчий мел, фосфориты и т.п.

Особое внимание уделяется как фактологической стороне представляемого материала по процессам и явлениям в пороодообразовании, так и визуализации представляемого материала. Так, например, мы предполагаем, что многие штуфы должны быть представлены в виде подготовленных аншлифов с прилагаемыми шлифами. Но поскольку шлифы являются не музейным демонстрационным объектом, а одним из наиболее информативных документов по генезису и составу горных пород, считаем необходимым представить изображения шлифов в виде синхронного видеоряда.

В настоящее время структура и содержание экспозиционно-тематического плана этого зала разрабатывается.

Экспозиция зала «Биосфера Земли: время и жизнь» (аудитория № 119) посвящена истории становления жизни на нашей планете, путям формирования многообразия проявлений жизни в соответствии с изменяющейся экологической средой и в связи с катастрофическими явлениями. Здесь же рассматриваются представления о геологическом времени, которое можно измерять даже относительно, но достаточно достоверно и детально с помощью различных методов.

Общая площадь данного зала 92 м², включая экспозиционную площадь, служебный кабинет для сотрудников музея и основное фондохранилище. При составлении экспозиционно-тематического плана максимально полно была задействована площадь зала, что во многом оказалось возможным за счет использования многообразных экспозиционных материалов и приемов подачи материала, разрабатываемых сотрудником музея А.М. Коротковым. Наиболее многочисленны двухъярусные витрины, вертикально ориентированные стенд-витрины, планшеты, макеты, открытые многоярусные подиумы, крупноформатные блок-подиумы, стеклоблоки и разнообразный иллюстративный материал – картины, рисунки, таблицы, схемы и т.д.

В наибольшей степени экспозиции этого зала основываются в учебных дисциплинах «Истори-



ческая геология с основами палеонтологии» и «Геология России» и раскрывают их содержание. Материалы, использованные при формировании экспозиций, стенды, витрины, подиумы и планшеты, рисунки и таблицы взаимно дополняют друг друга, формируя целостное и объемное представление о тенденциях развития биосферы на протяжении фанерозоя во взаимосвязи с геотектоническими фазами (этапами) формирования континентального сектора земной коры.

Экспозиция построена таким образом, что ее содержание раскрывает общие направления в развитии представителей биоты в соответствии с известными тенденциями в развитии морских эпиконтинентальных бассейнов (талласократические этапы) и этапами формирования горных массивов (геократические этапы). Экспозиция, отражающая события раннепалеозойской эвстазии, несмотря на относительную немногочисленность первичного материала, представляет формы организмов, населявших первые эпиконтинентальные моря Русской плиты. Этот каменный материал в основном собран на территории Прибалтики и северо-востоке европейской части России. Здесь же представлены наиболее типичные, характерные образцы осадочных пород (куккерситы, оболочные песчаники, зеленые органогенные известняки и т.д.), формировавшихся в бассейнах седиментации раннего палеозоя.

Более полно представлены экспозиции, посвященные событиям позднепалеозойской эвстазии и завершению герцинского орогенеза, что объясняется большей распространенностью пород этого возраста в пределах Поволжья и сопряженных регионах (Предуралье, Прикаспий). К тому же образования подобного возраста используются как объекты добычи полезных ископаемых – в частности, известняков и углеводородов. Весьма многочисленны остатки представителей морской биоты – брахиопод, мшанок, кораллов, фораминифер, гастропод и иглокожих. Многочисленны образцы брахиоподовых и фораминиферовых известняков, а также каменного угля и антрацита. Доминирование на Земле континентальных условий на рубеже палеозоя и мезозоя способствовало развитию среди представителей флоры и животных, главным образом позвоночных, обитателей континентального сектора планеты. Благодаря многолетним работам саратовских геологов в Южном Предуралье, данный раздел экспозиции представлен уникальными образцами – скелетами и отдельными черепами тетрапод, флористическими остатками и штуфами красноцветных и пестроцветных пород позднепермского и раннетриасового возраста.

Отметим, что разделы экспозиции дополнены цветными графическими приложениями – стратиграфическими шкалами, палеогеографическими картами и схемами расположения материков, реконструкциями облика земноводных животных.

Очень широко представлены в вещественном

выражении события позднемезозойской эвстазии и позднеальпийского геотектонического этапа, с завершающими стадиями последнего связываются появление и расселение представителей человекообразных существ. Породы триаса, юры, мела, палеогена и частично неогена широко распространены на территории Поволжья и сопредельных регионов, что позволяет представить многообразие форм организмов, существовавших в мезозое и кайнозое, приведены примеры характерных породных комплексов. В витринах много внимания уделено головоногим моллюскам, аммонитам и белемнитам, представители которых испытывали период расцвета в мезозое, двустворчатым моллюскам, в частности иноцерамидам, губкам, брюхоногим моллюскам, иглокожим. Отдельные витрины и подиум посвящены морским рептилиям, находки которых сделаны в Поволжье, хрящевым и костистым рыбам. Среди характерных осадочных образований преобладают карбонатные и кремнистые породы, фосфориты и глауконититы. По структуре и составу витрин прослеживается постепенное сокращение разнообразия морских форм, появление субконтинентальных представителей фауны и преобладание широколиственных растений в пределах континентальной суши. Подиум посвящен остеологическому материалу крупных млекопитающих, представители которых доминируют в структуре континентальных позвоночных животных: это остатки мамонтов, шерстистого носорога, медведя и других животных, а также орудия труда древнего человека эпохи неолита, собранные на территории левобережного Поволжья.

Как представляется, весьма полно и представительно раскрыта палеонтологическая и биостратиграфическая составляющая этого зала. Тематические экспозиции посвящены наиболее значимым для целей геологии направлениям: биостратиграфии и эволюционной морфологии, тафономическим и палеоэкологическим реконструкциям, известным группам организмов. Отдельные стенды и тематические экспозиции позволяют наиболее полно показать историю развития представителей той или иной группы, морфологическое разнообразие и тенденции морфогенеза на протяжении времени существования группы, некие экологические специализации, позволяющие проследить закономерности в формировании и появлении новых форм (видов).

Очень удачными можно признать стенды экспозиций, посвященных разнообразию представителей мира растений (два стенда), строматолитам и археоциатам, цефалоподам (три стенда), губкам и иглокожим, брахиоподам и гастроподам, кораллам и двустворчатым моллюскам, меловым иноцерамидам посвящен отдельный стенд. Представлены стенды редких находок – отпечатки граптолитов, скелеты морских лилий, панцири ракообразных, трилобитов и ракоскорпионов, отпечатки насекомых. Большое место в экспозиции



музея занимают стенды, подиумы и планшеты, на которых представлены остатки морских рептилий, континентальных тетрапод (амфибий, терапсид и млекопитающих), отпечатки рыб, зубы и зубные пластины хрящевых (акул, скатов, химер) и костистых рыб.

Собранный за многие годы тематических исследований верхнепалеозойских и мезозойских образований на территории Урала и Восточно-Европейской платформы каменный материал позволил сформировать несколько стендов разделов «Тафономия», «Палеоэкология» и «Палеоихнология». Экспозицию составляют уникальные крупноформатные образцы пород со следами волновой ряби, отпечатками следов животных, капель дождя и кристаллов. Особый интерес представляют экспонаты, свидетельствующие о взаимоотношениях организмов между собой в условиях существовавшей среды, часто испытывавшей изменения тех или иных параметров. Это крупные раковины устриц со следами прикрепления к раковинам погибших аммонитов, поселения раковин червей-трубкожилов на раковинах моллюсков, примеры сверления по раковинам моллюсков и древесине, гальке пород разного состава, выполненные губками и сверлящими моллюсками.

Значительное место в экспозиции зала уделено представлению геологического времени, стратиграфических схем и шкал, биостратиграфическим аспектам исследований на примере тех или иных руководящих групп организмов (граптолитов, брахиопод, цефалопод и т.д.). Эти материалы позволяют не только проводить занятия по разделам отдельного курса, но и организовывать своеобразные тестовые работы по итогам освоения смежных учебных дисциплин, предшествующие той или иной дисциплине. Отметим, что многочисленный и порой уникальный каменный материал является подлинным и представлен сотрудниками НИИ геологии и геологического факультета Саратовского государственного университета.

К сожалению, ограниченность средств и экспозиционной площади не позволили реализовать реконструкцию общего филогенетического древа царств растений и животных, что весьма желательно в соответствии с учебными программами учебных дисциплин средней и высшей школы. На данный момент не представлен и стенд по содержанию геократических и талассократических этапов в истории формирования плитного комплекса Восточно-Европейской платформы, в частности территории Поволжья, на протяжении позднего фанерозоя.

В структуре экспозиционно-тематического плана зала «Биосфера Земли: время и жизнь» выделены следующие основные разделы.

Раздел № 1. «Докембрий. Первоначальные (пунктирные) стадии становления биосферы на планете Земля». Особое внимание уделено разделу протерозойской истории Земли, поскольку эти материалы обычно недоступны для непо-

средственного изучения в связи с их редкостью, особенно в пределах плитного комплекса, где и расположена территория Поволжья. Здесь представлены наиболее древние, первые органогенные образования, возраст которых достигает 500–650 млн лет. Это аншлифы и штуфы строматолитовых известняков, скелеты строматолитов и хиолитов, выделенные из кембрийских и рифейских-вендских образований Западного Урала, Алданского щита, Анабарского массива и Алтае-Саянской области.

Здесь рассматриваются первые этапы формирования земной коры, в том числе и ее континентального сектора, и проявления живой материи на поверхности планеты Земля. Здесь представлены многочисленные подготовленные, отполированные аншлифы крупноформатных штуфов горных пород, дающих представление о наиболее древних образованиях, составляющих верхние интервалы земной коры. Отражены и общие тенденции в формировании литосферы. Выделены первичные, наиболее древние образования – породы основного состава, слагающие океанический сектор земной коры (лабрадорит, габбронорит и др.). Представлены и «вторичные» магматические породы, сформировавшиеся позднее, в частности, как результат дифференциации магматических расплавов, – породы кислого порядка, слагающие основание континентального сектора литосферы (граниты, сиениты), а также наиболее древние осадочные породы, известные в пределах Восточно-Европейской платформы («шокшинские кварциты»). Дополняют раздел впервые широко представленные образцы первичных органогенных пород – строматолитовые известняки – и остатки самих древнейших организмов – строматолитов и губкоподобных форм – археоциат. Дополняет экспозицию витрина с остатками древних скелетных организмов – археоциат.

Раздел № 2. «Палеонтология беспозвоночных. Систематика и таксономическое разнообразие. Морфогенез и экология». Представлены образцы различной сохранности основных представителей выделенных групп беспозвоночных, оставивших след в истории Земли, многие из которых вымерли. Рассматриваются вопросы систематики представителей таксономических групп и их экологические характеристики, особенности их развития на протяжении земной истории.

Раздел № 3. «Палеонтология позвоночных. Систематика и таксономическое разнообразие на протяжении талассократических и геократических этапов в истории Земли». Представлен остеологический материал по тетраподам позднего палеозоя и раннего мезозоя (подраздел 3.1.), морским рептилиям позднего мезозоя Поволжья (подраздел 3.2.), млекопитающим позднего кайнозоя (подраздел 3.3.), разнообразным представителям рыб позднего фанерозоя (подраздел 3.4.) и летающим ящерам, птицам (подраздел 3.5.). При



составлении экспозиций использованы многолетние сборы сотрудников кафедры исторической геологии и палеонтологии по территории Поволжья и сопряженных регионов, когда остеологические материалы передавались сотрудниками музеев и горнодобывающих предприятий. Среди экспонатов можно увидеть остатки морских рептилий, черепа ихтиозавров, позвонки и зубы плезиозавров, мозазавров, черепах, а также остатки разнообразных рыб: хрящевых – акул, скатов и химер, костистых.

Раздел № 4. «Представители царства растений». Впервые для территории Нижнего Поволжья представлена экспозиция, посвященная «каменному гербарии» – находкам листовой и древесной растительности из отложений палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Здесь представлены отпечатки папоротников и гинкковых, хвойных и покрытосемянных растений, остатки водорослей и образцы пород, сформированных на основе растительных остатков – антрацит, каменный уголь, торф и т.д.

Раздел № 5. «Стратиграфия осадочной оболочки земной коры». Рассматриваются общие моменты геологического времени в отношении стратификации известных стратиграфических подразделений на уровне систем. Особенно полно представлены материалы и иллюстративная графика по стратиграфическим подразделениям верхнего палеозоя, позднего мезозоя и кайнозоя, поскольку породы этого возраста выходят на земную поверхность на территории Поволжья. Представлены каменный материал, остатки фоссилий и образцы наиболее типичных пород, существовавших и сформировавшихся на протяжении того или иного интервала геологического времени, периода или века. Представлена иллюстрированная стратиграфическая (геохронологическая) шкала с детальностью расчленения до яруса и описанием основных биотических явлений и абиотических процессов на протяжении периодов и эпох. Каменный материал представлен в витринах, но большее внимание уделено событиям и процессам позднего палеозоя, позднего мезозоя и кайнозоя, поскольку отложения этого возраста доступны для изучения в пределах Поволжья и сопряженных регионов.

Раздел № 6. «Палеоэкология, палеоихнология и тафономия». Следы жизни и абиотических процессов на поверхности осадочных образований планеты. Здесь выставлены многие уникальные образцы следов животных, тех или иных геологических процессов или явлений, происходивших на протяжении геологического времени на территории Поволжья, Урала, Карелии и т.д.

Раздел № 7. Особо охраняемые геологические объекты (события) на территории Саратовского Поволжья. Представлены экспозиции по своеобразным материалам, собранным, как и большинство экспонатов зала, на территории Поволжья. В структуре зала «Биосфера Земли: геохронология жизни» примером тематических экспозиций, при

составлении которых максимально использованы материалы из одного или группы однотипных местонахождений, являются отдельные витрины разделов, посвященных континентальным тетраподам перми – триаса Южного Приуралья, поздне меловым хрящевым рыбам Поволжья, поздне меловым иноцерамам Вольских меловых карьеров и т.д.

Большое количество экспонатов, представленных в составе разных разделов стратиграфического и палеонтологического направления, характеризует геологический памятник федерального уровня «Большое Богдо». Это остатки тетрапод, двустворчатых моллюсков, двоякодышащих рыб, галенитовый известняк, собранные в ходе тематических исследований С.П. Рыковым, В.Г. Очевым, В.П. Твердохлебовым, М.Г. Минихом и др. Материалы этого раздела достаточно полно характеризуют и аспекты тафономии захоронений субконтинентальных позвоночных позднего палеозоя и морских организмов позднего мезозоя.

К сожалению, структура и площадь музейной экспозиции не позволяют в полной мере восстановить весь демонстрационный ряд, составленный в свое время С.П. Рыковым по материалам изучения горы Большое Богдо. В структуре этой экспозиции иллюстрированный геологический разрез с послойным представлением штуфов, фотоплан и геологическая схема территории, панорамный снимок великолепного останца и палетки с остатками характерных представителей триасовой фауны.

Столь же рассеяно по тематическим разделам, витринам представлены экспонаты, иллюстрирующие разнообразие форм юрских и меловых морских рептилий и рыб, обитавших на территории современного Поволжья. Так, стратиграфический объект «Дубки», где доступен для изучения палеонтологически охарактеризованный и достаточно полный интервал отложений келловейского и оксфордского ярусов, получил широкую известность благодаря многочисленным остаткам раковин аммонитов очень хорошей первичной сохранности. Значительная выборка этих цефалопод позволила не только представить стратиграфические и палеонтологические разделы экспозиций, но и разнообразить экспозицию по палеоэкологии (прижизненные повреждения) и тафономии. Геологический объект «Горный», расположенный в левобережной части Саратовской области, до последнего времени был известен благодаря многочисленным находкам в шахтных и карьерных разработках верхнеюрских сланцев и известняков скелетных форм ихтиозавров, плезиозавров и рыб почти полной сохранности. Разрозненные остатки ихтиозавра выставлены в региональном музее землеведения, а фрагменты костей и черепа крупных форм тетрапод и рыб представлены в экспозиции Пугачевского краеведческого музея. В период разработки этих шахт были сделаны основные находки фоссилий



директором Пугачевского краеведческого музея К.И. Журавлевым. В настоящее время только экспозиции и фонды музеев представляют этот уникальный материал для изучения специалистами.

Многочисленные зубы акул и рыб и зубные пластины химер собраны из группы местонахождений, где вскрыты терригенные породы кампанского яруса («Карякино», «Лисий овраг», «Белое озеро»). Эти местонахождения, представляющие своеобразный комплекс остатков морской и субконтинентальной фауны, дают возможность проведения реконструкций архипелагов и проливов, направлений течений и миграции представителей морской и континентальной биоты в этом регионе. Многочисленные фосфатизированные остатки беспозвоночных и тетрапод, в том числе и остеологический материал ихтиозавров, плезиозавров и мозазавров, представлены по результатам раскопок местонахождений «Нижняя Банновка», «Безобразовка», «Меловатка» и «Невежино». В некоторых случаях именно систематические находки и проведение раскопок позволили обосновать статус того или иного геологического объекта и его ранг («Горный»).

Своеобразной палеонтологической «визитной карточкой» Нижнего Поволжья, многочисленным и разнообразным представителям позднемеловых кремниевых губок и иноцерамусов, посвящены отдельные экспозиции. Кажущееся однообразие раковин и ядер иноцерамусов с лихвой дополняется вариациями размеров их остатков – это и гигантские, до 1 м, и весьма неприметные (первые сантиметры) формы. Большая часть сборов иноцерамусов проведена в меловых (турон – маастрихт) карьерах Вольска, изучение их проведено В.М. Харитоновым. Сборы кремниевых губок – гексактинеллид и демоспонгий – осуществлялись по многим геологическим объектам Поволжья, но все же большую их часть представляют геологические памятники «Пады», «Заплатиновка» и «Карьер Саратовского завода силикатного кирпича» (последние два утеряны). Скелетные формы губок из этих местонахождений существенно дополнили экспозиции разделов «палеоэкология» (прижизненные искажения и регенерация скелета, поселения форм) и «тафономия» (проявления биоэрозии).

Зал № 3 – «История геологических исследований и полезные ископаемые Саратовского Поволжья». Экспозиция этого зала посвящена истории геологического изучения территории России, в ней принимали участие сотрудники геологических организаций Саратова, в целом Поволжского региона и ряда центральных геологических учреждений. Предусматриваются экспозиции, посвященные истории формирования широкой сети геологических организаций в Саратове, сделавшие его одним из центров геологических исследований в Советском Союзе. Особое место предпола-

гается уделить экспозиции, посвященной поискам и разведке первых нефтяных и газовых месторождений на территории Саратовской области. Здесь же предусматриваются тематические стенды по полевой геологической оснастке, приборам и шанцевому оборудованию, которое использовалось и используется в практике геологических полевых работ на протяжении более ста лет. Предусматривается экспозиция по аспектам геоэкологических исследований, проводимых сотрудниками геологических организаций в Поволжье. В настоящее время структура и содержание экспозиционно-тематического плана этого зала разрабатывается.

В качестве основных задач и функций деятельности Регионального музея землеведения мы посчитали возможным выделить следующие.

1. Воссоздание единственного на территории Нижнего Поволжья музея о Земле, в котором представлены новейшие материалы по изучению земной коры, ее богатствах и строении, по истории становления облика планеты и эволюции представителей органического мира.

2. Создание профессиональной геологической среды для студентов и аспирантов геологического факультета. Музей призван формировать профессиональное мировоззрение среди студентов геологов, что особенно актуально в настоящее время, поскольку за последние двадцать лет многое из привычного окружения геологов исчезло как из учебных аудиторий, так и из производственных организаций.

3. Обеспечение высокого качества общей профессиональной подготовки специалистов-геологов. Это предполагает наличие в подразделениях геологического факультета не только кондиционных учебных коллекций каменного материала, но и первичного материала, доступного для углубленной, специализированной подготовки выпускников, освоения первичного материала по курсовым и дипломным работам. Экспозиции и фондовые материалы музея обеспечивают фактическое наполнение общих профессиональных и узкопрофильных учебных дисциплин реальным каменным материалом, предоставленным опытными геологами по результатам геолого-съемочных и тематических работ. Экспозиции музея отличаются разнообразием и многочисленностью форм, характеризующих различные интервалы отложений из всех регионов территории России. Важным обстоятельством, подчеркивающим значимость использования экспозиций Регионального музея землеведения в образовательном процессе, является то, что многие образцы, представленные здесь, известны по единичным формам, отличаются очень большими размерами и великолепной сохранностью. Это истинно музейные экземпляры, достойные внимания и сохранения,



которые трудно представить в составе традиционных учебных собраний.

4. Музей рассматривается как важное звено научной и исследовательской деятельности, которое на разных стадиях становления специалиста или «научно-исследовательской школы» является то основой для постановки исследований, то местом представления полученных результатов многолетней деятельности. Считается, что фондовые и экспозиционные материалы будут использованы аспирантами и сотрудниками научных организаций России при проведении монографических и тематических исследований.

5. Важной стороной практического использования музея является просветительская и профессионально ориентированная деятельность. Опыт деятельности сотрудников факультета и музея показывает, что наглядность, достоверность и доступность представляемого материала играют существенную роль в выборе будущей профессиональной принадлежности среди школьников. Наиболее заинтересованными посетителями экспозиций Регионального музея землепользования являются, помимо профессиональных геологов, многочисленные школьники, учащиеся и студенты, сотрудники музеев и средних образовательных учреждений.

6. Восстановление функций Саратовского государственного университета как регионального просветительского центра. Привлечение широкого круга заинтересованных людей, представителей всех поколений и социальных слоев общества обширного региона возможно и на основе университетского музейного комплекса.

7. Формирование фондохранилища с целью сохранения каменного материала и архивных документов из личных коллекций и недропользовательских организаций региона. Сохранение каменных сборов, архивных документов и фондовых материалов, которые в последние годы ликвидировались из-за сокращения объемов геологических исследований, рассматривается одной из важных функций музея.

8. Сохранение библиотеки научных и учебно-методических изданий по тематике геологических исследований на основе личных собраний сотрудников геологического факультета и архивных фондов по истории изучения и освоения недр Саратовской области, которыми располагают геологические организации региона.

9. Музей землеведения предполагает стать площадкой для общения представителей научно-исследовательских, учебных и недропользовательских организаций. Здесь предусматривается проведение торжественных мероприятий, тематических встреч, заседаний и обсуждений в рамках своеобразного «клуба геологов», располагающегося на территории *alma mater* многих специалистов – геологов Поволжья.

10. Одной из задач восстанавливаемого му-

зея рассматриваем ознакомление широких слоев общественности с геологическими объектами, расположенными на территории Поволжья, как особой частью природно-культурного наследия. Это наследие преподнесено нам природой, оно является частью природного богатства, которое мы используем, его следует сохранять как любое хорошее наследство.

Успешное и стабильное развитие Регионального музея землеведения как одной из составляющих музейной сферы университета во многом опирается на доступное финансовое и материальное обеспечение, привлечение к работе очень профессионально одаренных людей. На достигнутом уровне формирования музея его сотрудники предполагают ряд направлений по расширению дальнейшей жизнедеятельности этого подразделения университета.

1. Организация постоянно действующей экскурсионной деятельности при оформлении соответствующих юридических отношений и финансовой документации.

2. Выделение экспозиционного зала по истории геологического изучения и освоения недр Поволжья, по истории деятельности недропользовательских и научно-производственных организаций, а также по известным полезным ископаемым региона, организация зала заседаний ученого совета геологического факультета и попечительского совета Регионального музея землеведения.

3. Разработка совместно с сотрудниками Вычислительского центра университета постоянно действующего сайта музея и открытого интернет-доступа к его ресурсам и сопутствующих мероприятий в интернет-сети.

4. Разработка, подготовка и издание популярной и научно-популярной литературы, а также геологической символики на основе музейного материала.

5. Открытие при музее геммологической лаборатории, где бы, среди прочего, производилась обработка и подготовка каменного материала для экспозиций и учебных коллекций.

6. Рассмотрение вопроса о придании Региональному музею землеведения частичных прав (функций) юридического лица.

7. Подготовка и издание научных и научно-популярных работ, монографических исследований по тематике экспозиций и фондов музея.

8. Организация и проведение научных конференций и тематических семинаров встреч по тематике музея и геологического факультета.

9. Придание музею функций куратора профессионально ориентационной деятельности в регионе.

10. Музей может и должен сыграть роль некоего центра объединения, места встреч представителей всех геологических и недропользовательских организаций Саратовской области и Поволжья с целью объединения усилий по



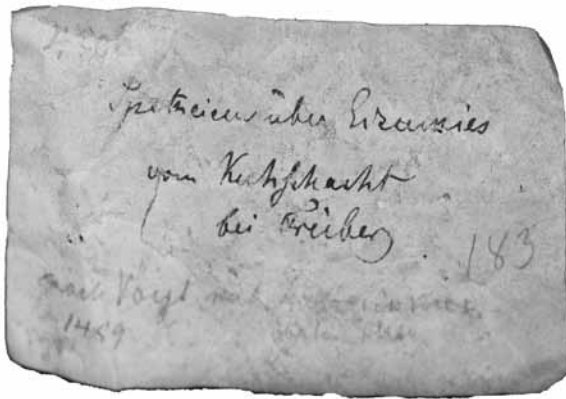
повышению статуса геологической профессии, качества подготовки студентов и сохранения профессионально ориентированной среды.

11. Поддержка профессионально ориентированных научно-исследовательских и производственных совещаний, конференций, проводимых на базе саратовских недропользовательских организаций.

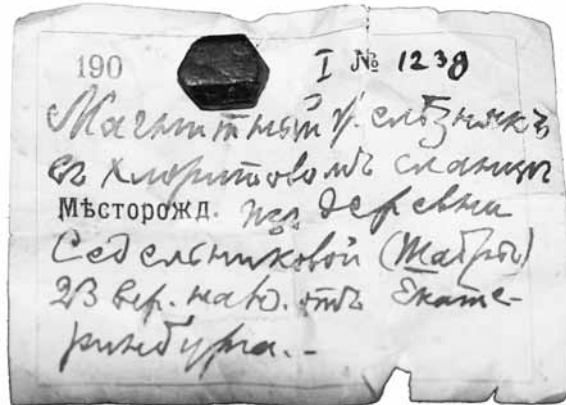
В итоге всех многотрудных действий по перемещению экспозиций и фондового материала, реконструкции и реставрации части музейных экспозиций 26 декабря 2008 г. состоялось торжественное открытие зала № 2 «Биосфера Земли: геохронология жизни» для посетителей и для проведения тематических экскурсий. Оно посвящено 70-летию кафедры исторической геологии и палеонтологии, которой руководили профессор Б.А. Можаровский, В.Г. Камышева-Елпатьевская, Н.С. Морозов, В.Г. Очев.

Библиографический список

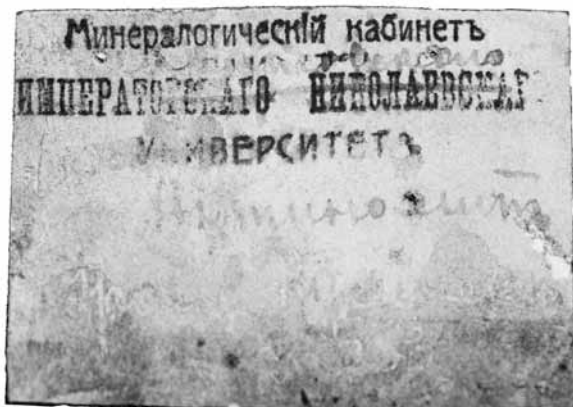
1. Вернадский В.И. О минералогическом собрании Радищевского музея // Саратовский вестн. 1901. 5 сент. (Перепечатка: Волга. 1989. № 8. С. 188–191).
2. Вардугин В.В. Предисловие к статье В.И. Вернадского «О минералогическом собрании Радищевского музея» // Волга. 1989. № 8. С. 187–188.
3. Особо охраняемые природные территории Саратовской области: национальный парк, природные микрозаповедники, памятники природы, дендрарий, ботанический сад, особо охраняемые геологические объекты / Науч. ред. В.З. Макаров; Комитет охраны окружающей среды и природопользования Саратовской области. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2007. 300 с.
4. Архангельский А.Д., Добров С.А. Геологический очерк Саратовской губернии: Материалы изуч. ест.-производ. усл. Сарат. губ. М.: Печатня СП. Яковлева, 1913. Вып. 1. 256 с.



Пример наиболее ранних первичных этикеток горных пород из «немецких» коллекций, в том числе и по образцам, доставленным из Германии (г. Фрайберг). Конец XIX века



Пример наиболее ранних первичных этикеток и собственно образца магнитного железняка из хлоритовых сланцев Восточного Урала. Конец XIX века



Пример первых этикеток «Минералогического кабинета Императорского Николаевского университета» (образец – актинолит). 1900-е гг. XX века



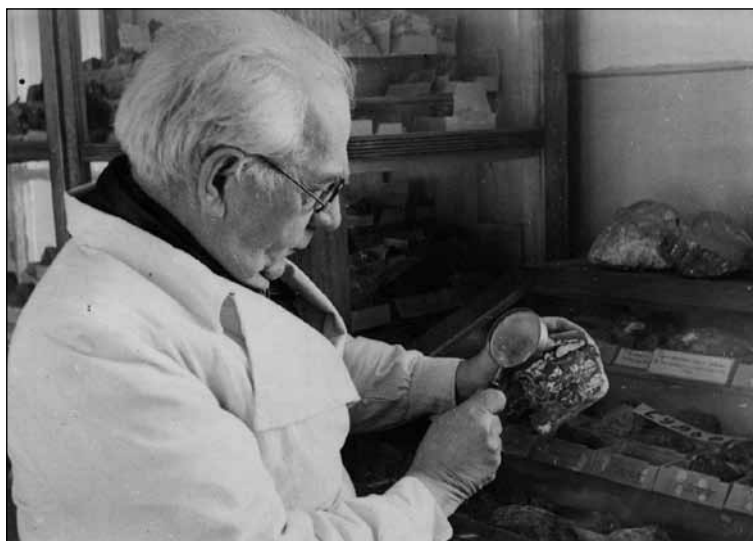
Пример этикеток «Геологического музея Саратовского государственного университета», изготовленных типографским способом по настоянию профессора П.П. Пилипенко. Первая половина 20-х гг. XX века



Б.А. Можаровский с коллегами, слева от него В.Г. Камышева-Елпатьевская с найденным черепом носорога – одним из первых значительных экспонатов экспозиции геологического кабинета. Начало 30-х гг. XX века



Б.А. Можаровский проводит экскурсию по разделам Геологического музея со студентами младших курсов геологического факультета и со школьниками Саратова. 2-й учебный корпус СГУ, ауд. 25а. Вторая половина 40-х гг. XX века



Б.А. Можаровский за изучением образцов минералого-петрографической экспозиции Геологического музея. 2-й учебный корпус СГУ, ауд. 25а. Вторая половина 40-х гг. XX века



Б.А. Можаровский с коллегами в период разработки экспозиций стратиграфического и палеонтологического разделов музея. 2-й учебный корпус СГУ, ауд. 25а. Вторая половина 40-х гг. XX века



Музей кафедры исторической геологии и палеонтологии, расположенный в коридоре второго этажа 2-го учебного корпуса СГУ. На переднем плане инженер кафедры Н.В. Великанов, на втором доцент С.П. Рыков. Первая половина 70-х гг. XX века



Музей кафедры исторической геологии и палеонтологии, расположенный в коридоре второго этажа 2-го учебного корпуса СГУ. На переднем плане лаборант кафедры М.Е. Гуськова. Вторая половина 70-х гг. XX века. Фото С.П. Рыкова



Музей кафедры общей геологии, расположенный в коридоре третьего этажа 1-го учебного корпуса СГУ. Первая половина 90-х гг. XX века



Общий вид экспозиции зала № 2 «Биосфера Земли: геохронология жизни» Регионального музея землеведения, расположенного в ауд. № 119 7-го учебного корпуса СГУ. 2009 г.



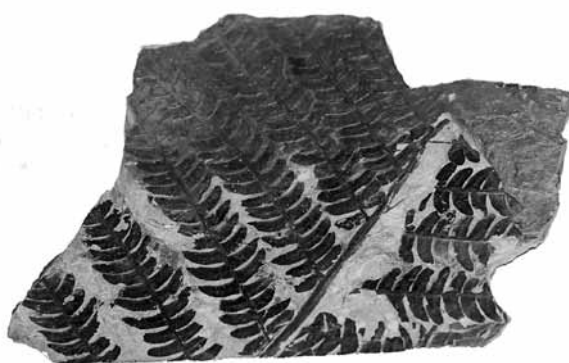
В структуре экспозиции подиума «Тетраподы перми – триаса Южного Приуралья» представлены скелетные остатки континентальных позвоночных, собранных под руководством В.Г. Очева. В частности, представлен полный скелет капитозавроидного лабиринтодонта *Eryosuchus garjainovi Otschev*



Череп лабиринтодонта – бентозуха *Benthosuchus sushkini*.
Триас Южного Приуралья. Муляж



Слепок двух уровней знаков ряби с сохранившимися выполнениями трещин усыхания. Песчаник тонкозернистый. Верхняя пермь, Южное Приуралье. Образец доставлен В.П. Твердохлебовым



Углефицированный отпечаток папоротника на сланце.
Средняя юра, Восточный Урал

PERSONALIA

АКАДЕМИК Ф.П. САВАРЕНСКИЙ В САРАТОВСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ*

В связи со столетием Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского мы вспоминаем тех замечательных ученых, которые стояли у истоков научных школ и направлений, получивших развитие в его стенах. В их числе был и крупнейший отечественный геолог Федор Петрович Саваренский, создатель школ гидрогеологии и инженерной геологии в Советском Союзе.



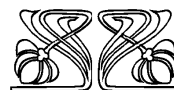
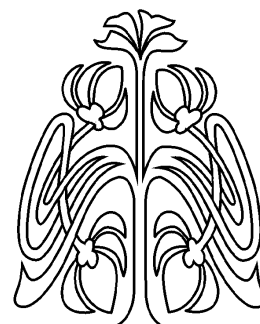
Значительная часть деятельности академика Ф.П. Саваренского связана с Саратовским Поволжьем, с 1915 по 1922 год он работал профессором Саратовского университета. Это были тяжелые годы гражданской войны

и голода, особенно остро ощущавшиеся в Поволжье. В одном из писем из Саратова Федор Петрович так описывал виденное им во время очередной экспедиции в заволжские степи: «... пусто в степи; земля не распахана, хутора и деревни разорены и вместо домов – кучи глины. Появились волки, лисы и масса всякого другого зверья. Степь дичает. Едешь десятки верст и не можешь достать не только молока (о хлебе и речи нет), но и воды. Солнце как покажется утром над степью, так и не сходит до самого заката. Жара...» [1].

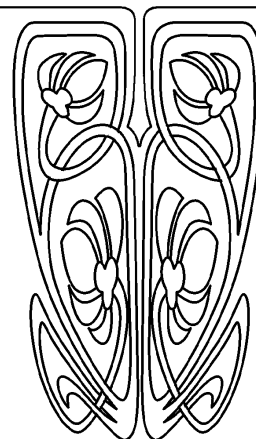
Пребывание Ф.П. Саваренского в Саратовском Заволжье началось в 1915 г., когда он был привлечен к изучению возможности строительства в этом регионе оросительных систем. К этому времени Заволжье становится одним из важнейших зернопроизводящих районов страны, особенно прославившимся своими сортами твердой пшеницы, которые давали муку превосходного качества. Однако устойчивые урожаи трудно было получать из-за постоянных засух. Выход виделся в создании большой оросительной системы с использованием волжских вод. Для этого нужны были серьезные почвенные и гидрогеологические исследования, специалистом по которым к этому времени стал Федор Петрович Саваренский, ученик выдающихся ученых В.И. Вернадского и В.В. Докучаева.

В первые годы после окончания (1909 г.) Московского университета Ф.П. Саваренский занимался исследованием образования почв в центре России, а затем заинтересовался тем, какую роль в формировании почвенного слоя играют грунтовые и подземные воды. Этот интерес привел его к решению переехать в 1915 г. в Саратов, где он начал работать в качестве гидрогеолога, потом стал начальником гидрогеологического отдела, а затем был назначен начальником 2-й Поволжской изыскательской партии, которая исследовала заволжские районы современных Волгоградской, Саратовской и Самарской областей. В течение 7 лет

* В ОПИ ГИМ хранятся интересные документы, собранные усилиями внука Ф.П. Саваренского доктора исторических наук Ф.А. Петрова, отражающие жизнь и деятельность крупнейшего геолога. Им же подготовлена рукопись «Неизвестные страницы биографии академика Ф.П. Саваренского». С любезного согласия Федора Александровича мы используем материалы фонда и его рукописи, за что сердечно его благодарим.



ПРИЛОЖЕНИЯ





проводил свои исследования Ф. П. Саваренский в этом регионе, положив начало изучению одной из актуальнейших проблем современной гидрогеологии – тесной связи поверхностных и подземных вод. Федор Петрович выявлял ресурсы подземных вод в регионе и условия задержания поверхностных вод путем устройства плотин и искусственного орошения земель. По собранным материалам Ф. П. Саваренский написал ряд работ, которыми руководствовались все последующие исследователи Заволжья в связи со строительством плотин на Волге и оросительных систем [2–4].

В Саратовском университете с самого начала его существования предполагалось наличие кафедры минералогии и геологии, которую долгие годы некому было возглавить. Поэтому специальные предметы читали по мере своих возможностей профессора-химики. Наконец, в 1916 г. академик В.И. Вернадский рекомендовал на кафедру Саратовского университета своего ученика П.П. Пилипенко, избранного Советом Саратовского университета весной 1917 г. В том же году осенью в университете открылся физико-математический факультет, к которому стала относиться эта кафедра. С присоединением к университету сельскохозяйственного института в качестве агрономического факультета потребности в преподавании дисциплин геологического цикла увеличились. К тому же профессор П.П. Пилипенко уехал на время в Томск и задержался там в связи с гражданской войной. В этих условиях в 1918 г. Федор Петрович Саваренский был приглашен в Саратовский университет читать лекции по гидрогеологии на агрономическом факультете и динамической геологии на физико-математическом. В течение 4 лет он был профессором кафедры геологии Саратовского университета (в те годы были отменены ученые звания, защита диссертаций, профессором становился тот, кто соглашался читать самостоятельный курс лекций в вузе). Коллегами Федора Петровича по агрономическому и физико-математическому факультетам были такие выдающиеся ученые, как Н.И. Вавилов (генетик), В.П. Бушинский (почвовед), Н.Н. Яковлев (палеонтолог), Д.П. Коновалов (химик), А.А. Белопольский (астроном), Л.С. Лейбензон (механик и геофизик), Н.В. Насонов (зоолог), В.В. Голубев (математик и механик), И.И. Привалов (математик) и другие, бывшие уже тогда или ставшие позже академиками и членами-корреспондентами РАН и АН СССР. В такой благоприятной духовной атмосфере началась преподавательская деятельность Федора Петровича, которую он продолжил, переехав из Саратова в Москву.

Федор Петрович был выбран также профессором существовавшего в те годы, а затем влившегося в состав университета политехнического института.

Преподавательскую работу Ф.П. Саваренский сочетал со своими изысканиями в Заволжье. Как он пишет в своей автобиографии, в 1919 г. он за-

нимался гидрогеологическими исследованиями в окрестностях г. Покровска (Энгельса) с целью поиска и разведки грунтовых вод для водоснабжения воинских частей. В 1921 г. под его руководством проводились гидрогеологические изыскания для строящейся железной дороги Александров-Гай – Эмба, в 1923 г. – в Дергачевском районе для системы орошения [5].

Работая в Саратовском университете, Федор Петрович, возможно, начал читать первый в России курс гидрогеологии. Сохранились подлинники конспектов 6 лекций, датированные 17 февраля – 31 марта 1920 г. [6]. Очевидно, Ф.П. Саваренский читал эти лекции раз в неделю. Конспекты свидетельствуют о тщательной подготовке к каждой лекции, большой эрудиции лектора, об умелом распределении учебного материала, методическом мастерстве. Можно отметить, что, имея к тому времени сравнительно небольшой опыт преподавательской работы, Федор Петрович продемонстрировал лекторский талант, настоящий университетский профессорский уровень.

Дошедшие до нас конспекты представляют собой развернутые планы лекций, в которых большое место занимал анализ трудов предшественников, сочетавшийся с солидным фактическим материалом и фундаментальными выводами. В частности, Ф. П. Саваренский детально разбирал работы Дарси, считающиеся в настоящее время классическими, дополняя их данные результатами собственных исследований. Обращаясь к рассмотрению распространения грунтовых вод, Федор Петрович выявлял их зависимость от разных геолого-географических условий. Нужно подчеркнуть, что профессор демонстрировал хорошее владение математическим аппаратом, с которым он знакомил студентов.

Хочется отметить то обстоятельство, что в конспектах содержатся элементы ландшафтно-экологического и геоэкологического подходов, которые появились в геологической науке намного позднее. В своих записях Ф. П. Саваренский продемонстрировал детальный экосистемный подход; он рассматривал особенности принятия осадков и дальнейшего распространения водных потоков, зон увлажнения в различных ландшафтных обстановках, приводил примеры распределения атмосферных осадков в условиях биогeoценозов пашни и леса. Кроме того, в лекциях отмечались показатели испаряемости почв разных типов, влагоемкости растительности (конкретных видов трав, кустарников и деревьев), а также геологического субстрата и отдельных горных пород.

Если первая лекция носила в основном обзорный характер, то последующие рассматривали конкретные гидрогеологические проблемы: факторы инфильтрации, классификацию подводных вод, процессы просачивания воды, формы и условия залегания грунтовых вод, связь грунтовых вод с видами открытых водоемов, влияние леса на грунтовые воды и т. д.



Лекции были нацелены на то, чтобы дать студентам-геологам конкретные знания по гидрогеологии Поволжского региона, где многим из них предстояло работать.

Окончание гражданской войны, с одной стороны, и голод, разразившийся в Поволжье, – с другой, привели к тому, что многие крупные ученые начали покидать Саратовский университет, возвращаться в Москву, Петроград, Казань, откуда они приехали в Саратов. Университет переживал тяжелые времена, но продолжал работать. Ф.П. Саваренский писал 14 марта 1922 г. свояченице В.А. Успенской (ставшей после смерти первой жены Федора Петровича его второй женой) об однообразном и монотонном существовании в Саратове и о том, что «... всю энергию направил на окончание лекций в Университете», этим одним он наполнял сейчас и время, и мысли. «Саратовский университет живуч, и должно быть мы скорее умрем, чем сдадимся. Умереть, впрочем, здесь можно скорее всего; в одно и то же время в Университете было 6 больных тифом профессоров. Приближается весна. Солнце, жизнь, радость. Языческая формула, не правда ли? Но я все еще прозябаю в грубом язычестве... А впрочем я всегда говорил, что истина лежит ни там, ни тут. А и там и тут. Ни одна доктрина не может ухватить ее, даже близко подойти к ней, а каждая со своей стороны заглядывает в лицо единой истины и каждой истина представляется по-своему» [7]. В этом письме интересна не только обстановка в Саратовском университете, описанная Федором Петровичем, но и его мировоззренческие рассуждения.

В 1922 г. Ф.П. Саваренский переехал в Москву, где стал работать на геодезическом факультете Межевого института, в Московском практическом землеустроительном техникуме и в Отделе прикладной геологии Московского геологического комитета. Его опыт преподавательской работы в Саратовском университете оказался востребованным.

Связи Ф.П. Саваренского, постепенно ставшего одним из ведущих геологов страны, с Саратовом и Поволжьем не прерывались и в последующие годы. Во-первых, еще некоторое время после отъезда Федора Петровича из Саратова там оставалась его жена с детьми. Между ними шла переписка, и Ф. П. Саваренский был в курсе того, что происходило в городе и в университете.

В 1928 г. по пути на Кавказ, где Федор Петрович проводил гидрогеологические исследования в Куро-Араксинской низменности, он, плывя по

Волге на пароходе, побывал в Саратове. 7 августа он писал жене А. А. Успенской: «Шлю привет из Саратова... Тот же двор, дом, балкон. Липки стали опять тенистыми, как в наш первый приезд. Бабушкин извоз. Саратов оживлен, много народу. Прошлись по Немецкой. Вот где я особенно чувствовал твое отсутствие. У нас ведь с Саратовом целых 7 лет...» [8].

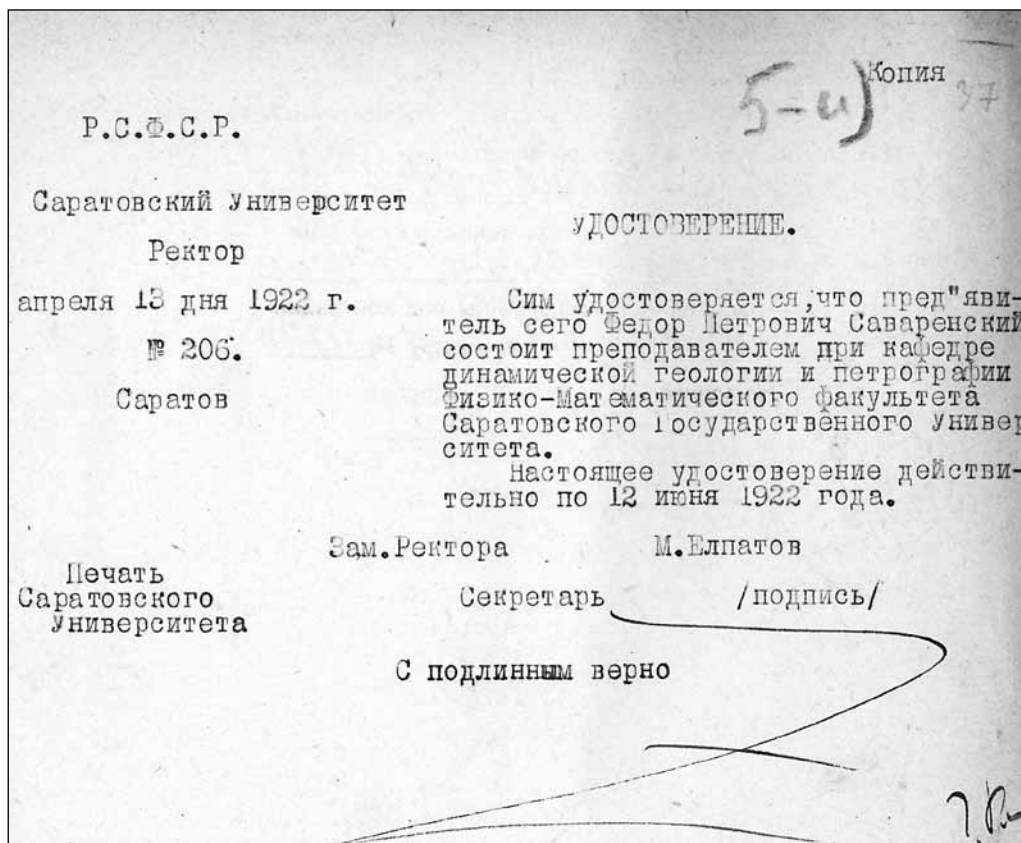
В 1930-е гг. Федор Петрович привлекался к геологическим изысканиям в Поволжье в связи с начавшимся проектированием строительства ряда ГЭС: Горьковской, Куйбышевской, Камышинской. В дневнике Ф.П. Саваренского имеются записи его рекомендаций по устройству Камышинской (Волгоградской) плотины и оценка тектонических условий строительства намечаемых створов [из личного архива Ф.А. Петрова]. Перед началом Великой Отечественной войны Ф.П. Саваренский был назначен членом постоянной научно-методической комиссии по борьбе с эрозией почв при Почвенном институте и занимался изучением оползней в поволжских городах: Горьком, Ульяновске, Саратове, Батраках. В составленном Федором Петровичем «Плане работы по теме “Связь подземных вод с водами поверхностного стока”» среди объектов изучения указывались прежде всего поволжские города, в том числе и Саратов [из личного архива Ф.А. Петрова].

Таким образом, работа в Саратовском университете и гидрогеологические исследования в Поволжье прочно связали академика Ф.П. Саваренского с нашим городом, с нашим университетом. А сам он навсегда вписался в историю СГУ как крупный ученый, один из создателей геологической науки в Саратовском университете.

Библиографический список

1. Отдел письменных источников Государственного исторического музея (ОПИ ГИМ). Ф. 583. Д. 389. Л. 52.
2. *Саваренский Ф.П.* Каталог буровых скважин Заволжья. Саратов, 1919.
3. *Саваренский Ф.П.* Роль лиманов в гидрогеологии заволжских степей // Водное хозяйство и мелиорация. 1922. № 4.
4. *Саваренский Ф.П.* Гидрогеологический обзор Заволжья. Южная часть Пугачевского округа и заволжская часть Автономной республики немцев Поволжья. М.; Л., 1931.
5. ОПИ ГИМ. Ф. 583. Д. 410. Л. 9–10.
6. Там же. Д. 425. Л. 1–41.
7. Там же. Д. 429. Л. 6.
8. Там же. Л. 67.

А.И. Аврус, А.В. Иванов



Ф.П. Саваренский (третий слева) с коллегами при отборе полевых проб



Р. С. Ф. С. Р.
Н. К. В. Д.
Саратовского Губернского Совета Народного Хозяйства

„19“ Мая 1919 г.
№ 695



Образец подписи

УДОСТОВЕРЕНИЕ.

Дано сие тов. Фредеру Петровичу Саваренскому, 38 л.
в том, что он действительно состоит на службе в Саратовском Губернском Совете Народного Хозяйства в качестве кавалериста 2-го новополка из войск народного ополчения, что и удостоверяется подписью приложением сургучной печати и фотографической карточки.

Председатель А. Алексеев
Управл. Делами
Секретарь И. Федотов

— 12 —

Конспект
1 лекции 17 декабря 1920.

1. Ветеринария; признаки отравления курса. Обширности климатическ. и водн. хоз. Недостаток специального
2. Гидрология, ее место в гидрологии и в ряду естеств. наук. Русск. школе гидрологии некое гидролог.
3. Круговорот воды в природе:
 - 1) непереносим. воден. в. в. и души
 - 2) Колич. атмосф. осадков.
 - 3) Судба ил. Невероятн. принцип Кельвина на 3/3.
 - 4) Методы определения испарения, конденс. и сточн. и их последствие. Методы и гидрологич.
 - 5) метод. редина. басс. Волга. Коэф. стока
 - 6) Методы расчета атмосфер. в. в. на Мёртв.
 - 7) просачивание (инфильтрация). Коэф. инфильтрации. Методы в. в. - прониц. и непереносим.
 - 8) Методы прогнозирования. Геометрич. градиент. Закон Van Hise Методы прогнозирования в. в.
4. Методы...