



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE

ГЕОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ

GEOLOGICAL JOURNAL

Засновники
Національна академія наук України
Інститут геологічних наук
НАН України

Науковий журнал,
заснований у березні 1934 року
Виходить один раз
на три місяці

2017 * № 2 (359)

Головний редактор
ГОЖИК Петро Феодосійович

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

АНДРЕЄВА-ГРИГОРОВИЧ А. С. (Україна)
ВЕЛІКАНОВ В. Я. (Україна)
ГЕВОРК'ЯН В. Х. (Україна)
ГІНТОВ О. Б. (Україна)
ГАРЕЦЬКИЙ Р. Г. (Білорусь)
ДЕМЧИШИН М. Г. (Україна)
ДУГІНА Н. І. (Україна) заст. гол. редактора
ЗАГОРОДНЮК П. О. (Україна)
ЗОСИМОВИЧ В. Ю. (Україна)
ІВАНІК М. М. (Україна)
КЛИМЧУК О. Б. (Україна)
КРИВДІК С. Г. (Україна)
ЛАВРУШИН Ю. О. (Росія)
ЛУКІН О. Ю. (Україна)
ЛЯЛЬКО В. І. (Україна) заст. гол. редактора

МАРКС ЛЕШЕК (Польща)
МИТРОПОЛЬСЬКИЙ О. Ю. (Україна)
ОГНЯНИК М. С. (Україна)
ПОЛЄТАЄВ В. І. (Україна)
СИТНІКОВ А. Б. (Україна)
ФЕДОНКІН М. О. (Росія)
ФЕДОРОВІЧ СТАНІСЛАВ (Польща)
ХРУЩОВ Д. П. (Україна)
ШЕСТОПАЛОВ В. М. (Україна)
ШОВКОПЛЯС В. М. (Україна) заст. гол. редактора
ШНЮКОВ Є. Ф. (Україна)
ШУЙСЬКИЙ Ю. Д. (Україна)
ЩЕРБАК М. П. (Україна)
ЯКОВЛЄВ Є. О. (Україна)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор

ГОЖИК П. Ф. (Украина)

АНДРЕЕВА-ГРИГОРОВИЧ А. С. (Украина)

ВЕЛИКАНОВ В. А. (Украина)

ГЕВОРКЬЯН В. Х. (Украина)

ГИНТОВ О. Б. (Украина)

ГАРЕЦКИЙ Р. Г. (Беларусь)

ДЕМЧИШИН М. Г. (Украина)

ДУГИНА Н. И. (Украина) *зам. глав. редактора*

ЗАГОРОДНЮК П. А. (Украина)

ЗОСИМОВИЧ В. Ю. (Украина)

ИВАНИК М. М. (Украина)

КЛИМЧУК А. Б. (Украина)

КРИВДИК С. Г. (Украина)

ЛАВРУШИН Ю. А. (Россия)

ЛУКИН А. Е. (Украина)

ЛЯЛЬКО В. И. (Украина) *зам. глав. редактора*

МАРКС ЛЕШЕК (Польша)

МИТРОПОЛЬСКИЙ А. Ю. (Украина)

ОГНЯНИК Н. С. (Украина)

ПОЛЕТАЕВ В. И. (Украина)

СИТНИКОВ А. Б. (Украина)

ФЕДОНКИН М. А. (Россия)

ФЕДОРОВИЧ СТАНИСЛАВ (Польша)

ХРУЩЕВ Д. П. (Украина)

ШЕЛКОПЛЯС В. Н. (Украина) *зам. глав. редактора*

ШЕСТОПАЛОВ В. М. (Украина)

ШНЮКОВ Е. Ф. (Украина)

ШУЙСКИЙ Ю. Д. (Украина)

ЩЕРБАК Н. П. (Украина)

ЯКОВЛЕВ Е. А. (Украина)

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

GOZHIC P. F. (Ukraine)

ANDREEVA-GRIGOROVICH A. S. (Ukraine)

VELIKANOV V. Ya. (Ukraine)

GEVORKIAN V. H. (Ukraine)

GINTOV O. B. (Ukraine)

GARETSKY R. G. (Belarus)

DEMCHYSHYN M. G. (Ukraine)

DUGINA N. I. (Ukraine) *Deputy Editor-in-Chief*

ZAGORODNYUK P. O. (Ukraine)

ZOSIMOVICH V. Yu. (Ukraine)

IVANIK M. M. (Ukraine)

KLIMCHOUK O. B. (Ukraine)

KRYVDIK S. G. (Ukraine)

LAVRUSHIN O. A. (Russia)

LUKIN O. Yu. (Ukraine)

LYALKO V. I. (Ukraine) *Deputy Editor-in-Chief*

MARKS LESZEK (Poland)

MITROPOLSKY O. Yu. (Ukraine)

OGNYANIK M. S. (Ukraine)

POLETAEV V. I. (Ukraine)

SITNIKOV A. B. (Ukraine)

FEDONKIN M. O. (Russia)

FEDOROVICZ STANISLAV (Poland)

KHRUSHCHOV D. P. (Ukraine)

SHELKOPLYAS V. M. (Ukraine) *Deputy Editor-in-Chief*

SHESTOPALOV V. M. (Ukraine)

SHNYUKOV Ye. F. (Ukraine)

SHUISKY Yu. D. (Ukraine)

SHCHERBAK M. P. (Ukraine)

YAKOVLEV E. O. (Ukraine)

Видавець: Інститут геологічних наук НАН України

Адреса редакції:

01601 Київ-54, вул. О. Гончара, 55-б
Інститут геологічних наук НАН України
Тел.: 486-38-76
E-mail: geoj@bigmir.net

Редактор Н. І. Дугіна

Комп'ютерна верстка Л. Г. Мигаль

Надруковано ПП «Фоліант»,
00121 Київ, вул. Семенівська, 13,
тел.: (044) 275-47-55

Свідоцтво про державну реєстрацію

друкованого засобу масової інформації
серія КВ № 13744-2718 ПП від 28.02.2008 р.

Рекомендовано до друку

редакційною колегією журналу

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготівників і роз-
повсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 4631 від 14.10.2013 р.

Здано до набору 29.05.2017. Підписано до друку 22.06.2017. Формат 60x84/8. Папір офсетний № 1.
Друк офсетний. Ум.-друк. арк. 14,42. Тираж 300 прим. Зам. № 23. 2017.

© Інститут геологічних наук НАН України, 2017

ЗМІСТ

- 5 Багрій І.Д.**
Гідрогеоструктурні особливості формування родовищ вуглеводнів імпактних структур на прикладі Бовтиської астроблеми
- 35 Шаталов М.М.**
Тектоніка Сурозького золоторудного вузла Приазовського мегаблока Українського щита
- 49 Олійник О.П., Божежа Д.М., Малишев О.М.**
Результати палеотектонічних та структурно-термо-атмогеохімічних досліджень у зв'язку з нафтогазоперспективністю Скоробагачківської площі Дніпровсько-Донецької западини
- 57 Сіренко О.А.**
Нові матеріали до палинологічної характеристики еоплейстоценових та нижньонеоплейстоценових відкладів лівобережжя Середнього Дніпра
- 70 Кулянда М.Й.**
Умови седиментації міоценових відкладів бережницької світи (Самбірський покрив, Передкарпатський прогин) на основі вивчення дрібних форамініфер
- 80 Овчиннікова Н.Б.**
Про хімічний склад мінеральних вод: хімічні аналогії та фізичні властивості

Гіпотези. Дискусії. Рецензії

- 93 Шевчук В.В.**
Проблеми формування гранітного шару планети (масового гранітоутворення) у світлі сейсмотомографічних даних

Із історії науки

- 107 Шаталов М.М., Михайлов В.А., Іванік О.М., Огняник М.С.**
ВИДАТНИЙ ГЕОЛОГ УКРАЇНИ – ПРОФЕСОР СЕРГІЙ АМВРОСІЙОВИЧ МОРОЗ (До 80-річчя від дня народження)

Ювілеї

- 110 ГРЕКУ РУДОЛЬФ ХАРИТОНОВИЧ**
(До 80-річчя від дня народження)

Втрати науки

- 112 Пам'яті** видатного геолога-металогеніста – професора ЛЕОНІДА СТАНІСЛАВОВИЧА ГАЛЕЦЬКОГО

Повідомлення

- 116 Про відновлення** роботи Міжвідомчого тектонічного комітету України

CONTENTS

- Bagriy I.D.**
Hydrogeostructural features of hydrocarbon deposits formation in impact structures on the example of the Boltysch astrobleme
- Shatalov N.N.**
Tectonics of the Surozh gold-ore cluster of the Near-Azovian megablock of the Ukrainian shield
- Oliynyk O.P., Vozhezha D.M., Malichev O.M.**
Results of paleotectonic and structural-thermo-atmogeochimical researches in connection with oil and gas potential of Skorobagatkivska area, Dnieper-Donets depression
- Sirenko E.A.**
New materials on palynological characteristics of Eopleistocene and Low Neopleistocene deposits of Middle Dnieper left bank
- Kulyanda M.J.**
Sedimentary conditions of Miocene deposits the Berezhnytsa formation (Sambir Nappe, Carpathian Foredeep) on base of study of small foraminifers
- Ovchynnikova N.B.**
About chemical composition of mineral waters: chemical analogies and physical properties

Hypotheses. Discussions. Reviews

- Shevchuk V.V.**
Problems of the earth granite layer formation (mass granite formation) based on seismic tomography

From the History of Science

- Shatalov M.M., Mikhailov V.A., Ivanik O.M., Ognyanik M.S.**
THE GREAT THE GEOLOGIST UKRAINE – PROFESSOR SERGIY AMVROSIOVYCH MOROZ (On the 80th Anniversary of the His Birthday)

Jubilees

- GREKU RUDOLF KHARITONOVICH**
(On the eighty-year-old jubilee)

Losses of Science

- In memory** the great the geologist-metallogenist of professor LEONID STANISLAVOVYCH GALET'S'KIY

Information

- About the restoration** work of the Interdepartmental Tectonic Committee of Ukraine

СОДЕРЖАНИЕ

- Багрій І.Д.**
Гідрогеоструктурні особливості формування месторождений углеводородов імпактних структур на прикладі Болтышской астроблеми
- Шаталов Н.Н.**
Тектоника Сурожского золоторудного узла Приазовского мегаблока Украинского щита
- Олейник Е.П., Божежа Д.М., Малышев А.Н.**
Результаты палеотектонических и структурно-термо-атмогеохимических исследований в связи с нефтегазоперспективностью Скоробагачковской площади Днепро-Донецкой впадины
- Сиренко Е.А.**
Новые материалы к палинологической характеристике эоплейстоценовых и нижнеоплейстоценовых отложений левобережья Среднего Днепра
- Кулянда М.И.**
Условия седиментации миоценовых отложений бережницкой свиты (Самборский покров, Предкарпатский прогиб) на основании изучения мелких фораминифер
- Овчинникова Н.Б.**
Про химический состав минеральных вод: химические аналогии и физические свойства

Гипотезы. Дискуссии. Рецензии

- Шевчук В.В.**
Проблемы формирования гранитного слоя планеты (массового гранитообразования) в свете сейсмотомографических данных

Из истории науки

- Шаталов Н.Н., Михайлов В.А., Иваник Е.М., Огняник Н.С.**
ВЫДАЮЩИЙСЯ ГЕОЛОГ УКРАИНЫ – ПРОФЕССОР СЕРГЕЙ АМВРОСИЕВИЧ МОРОЗ (К 80-летию со дня рождения)

Юбилеи

- ГРЕКУ РУДОЛЬФ ХАРИТОНОВИЧ**
(К 80-летию со дня рождения)

Утраты науки

- Памяти** выдающегося геолога-металлогеніста – професора ЛЕОНІДА СТАНІСЛАВОВИЧА ГАЛЕЦЬКОГО

Сообщение

- О возобновлении** работы Межведомственного тектонического комитета Украины

ПЕРЕДПЛАЧУЙТЕ «ГЕОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ»

- * Засновниками журналу є Національна академія наук України та Інститут геологічних наук НАН України.
- * Журнал висвітлює нові дані геологічної науки і практики, теоретичні розробки, наукові узагальнення, результати досліджень корисних копалин, дискусійні питання, нові концепції, гіпотези тощо. Розглядаються переважно об'єкти України, а також інших країн, якщо вони становлять загальнонауковий інтерес.
- * Журнал надає українським і зарубіжним суб'єктам великі можливості для реклами виробів, продуктів, технологій, послуг, які мають відношення до геології, мінеральної сировини, геологорозвідувальних робіт тощо.
- * Журнал розрахований на широке коло геологів: практиків, науковців, викладачів, інженерів, аспірантів, студентів.
- * Матеріали друкуються українською, російською та англійською мовами.
- * Періодичність – 4 рази на рік. Передплатити журнал можна в будь-якому відділенні зв'язку.

ГИДРОГЕОСТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ ИМПАКТНЫХ СТРУКТУР НА ПРИМЕРЕ БОЛТЫШСКОЙ АСТРОБЛЕМЫ

И.Д. Багрий

(Рекомендовано акад. НАН Украины П.Ф. Гожиком)

*Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина, E-mail: bagrid@ukr.net
Доктор геологических наук, старший научный сотрудник, заместитель директора,
заведующий отделом геоэкологии и поисковых исследований.*

Рассмотрены возможности и эффективность применения комплексных приповерхностных поисковых технологий при изучении геолого-структурно-геохимических особенностей формирования нетрадиционных месторождений энергетических ресурсов в условиях импактных структур (на примере Болтышской структуры). Структурно-термо-атмогеохимические исследования с использованием гидролого-гидробиологических, геоструктурных материалов о формирующих нефтегазоносных процессах на принципах гидро-геосинергетической биогенно-мантийной концепции происхождения углеводородов позволяют предварительно выделить в пределах импактной структуры участки, перспективные на выявление скоплений углеводородов.

Ключевые слова: астроблема, импактная структура, структурно-тектонические особенности, термометрическая и газогеохимическая съемки, флюидопроницаемые зоны, углеводороды.

HYDROGEOSTRUCTURAL FEATURES OF HYDROCARBON DEPOSITS FORMATION IN IMPACT STRUCTURES ON THE EXAMPLE OF THE BOLTYSH ASTROBLEME

I.D. Bagriy

(Recommended by academician of NAS of Ukraine P.F. Gozhik)

*Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, E-mail: bagrid@ukr.net
Doctor of geological sciences, senior research worker, deputy of director,
manager of department of geoecology and searching.*

The possibilities and efficiency of the application of complex near-surface search technologies in the study of geological-structural and geochemical features of the formation of non-traditional deposits of energy resources under the conditions of impact structures (the example of the BoltysH structure) are considered. The application of structural-thermal-atmo-hydro-geochemical studies (STAHGS) using hydrologic, hydrobiological and geostructural materials on forming oil and gas processes on the basis of the hydro-geosynergic biogenic mantle concept of the origin of hydrocarbons allows us to preliminarily identify areas that are promising for detection of hydrocarbon accumulations.

Key words: astrobleme, impact structure, structural and tectonic features, thermometric and soil vapor surveys, fluid-permeable zones, hydrocarbons.

ГІДРОГЕОСТРУКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ РОДОВИЩ ВУГЛЕВОДНІВ ІМПАКТНИХ СТРУКТУР НА ПРИКЛАДІ БОВТИСЬКОЇ АСТРОБЛЕМИ

І.Д. Багрій

(Рекомендовано акад. НАН України П.Ф. Гожиком)

*Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, E-mail: bagrid@ukr.net
Доктор геологічних наук, старший науковий співробітник, заступник директора,
завідувач відділу геоecології та пошукових досліджень.*

Розглянуто можливості та ефективність використання комплексних приповерхневих пошукових технологій при вивченні геолого-структурно-геохімічних особливостей формування нетрадиційних родовищ енергетичних ресурсів в умовах імпактних структур (на прикладі Бовтиської структури). Структурно-термо-атмогеохімічні дослідження з використанням гідролого-гідробіологічних, геоструктурних матеріалів про формуючі нафтогазоносні процеси на принципах гідро-геосинергетичної біогенно-мантійної концепції походження вуглеводнів дозволяють наперед визначити в межах імпактної структури ділянки, перспективні на виявлення скупчень вуглеводнів.

Ключові слова: астроблема, імпактна структура, структурно-тектонічні особливості, термометрична і газогеохімічна зйомки, флюїдопроникні зони, вуглеводні.

В настоящее время сложилась трудная обстановка с дальнейшим наращиванием запасов нефти и газа. Необходимы новые направления поисково-разведочных работ и новые объекты как по площади, так и по вертикальному разрезу на глубины, технически доступные на сегодняшний день. С этой точки зрения вновь приобрела актуальность нефтегазоносность кристаллических пород докембрийского фундамента, на необходимость решения которой в течение многих лет указывали В.Б. Порфирьев, И.И. Чебаненко, А.Е. Лукин, В.А. Краюшкин, Г.Н. Доленко, В.П. Ключко и др.

Независимо от представлений о происхождении углеводородов (УВ) осадочного чехла и кристаллических пород фундамента требуется разработка новых обоснований и направлений геологоразведочных работ, а также научных объяснений нетрадиционных объектов, в данном случае астроблем, на основе применения широкого спектра фундаментальных исследований и их практического применения и внедрения. Для дальнейшей успешной разработки новых концепций (парадигм), поисковых технологий, внедрения новых идей необходимо новаторство и известный риск. На основе анализа многолетних результатов геологоразведочных работ за рубежом и в Украине как на традиционных, так и нетрадиционных объектах, в частности на астроблемах, было установлено, что запасы нефти и

газа исчерпываются. В действительности оказалось, что исчерпали себя научные идеи при отсутствии новых концепций и технологий.

Решение такой чрезвычайно сложной проблемы при отсутствии прогнозно-поискового опыта на территории Украины возможно только на основе изучения и адаптации международного опыта, в данном случае на нефтегазоносных астроблемах мира, а также новых подходов в совершенствовании и адаптации к специфике геологических гидролого-седиментационных и геолого-структурных условий Болтышской астроблемы, в частности.

Нами разработаны и адаптированы новые технологические подходы на основе многолетнего материала поисковых технологий, где впервые в геологической поисковой практике структурно-термо-атмо-гидролого-гидрогеохимических исследований (СТАГГИ) использованы гидролого-гидробиологические, геоструктурные данные о формирующих нефтегазоносных процессах на принципах гидро-геосинергетической биогенно-мантійной концепции происхождения УВ (ГГСБМКПУВ).

ГГСБМКПУВ открывает новые пути и возможности объединяющих принципов двух «противоборствующих», но взаимно дополняющих аргументов происхождения УВ. И уже на этой основе, учитывая колоссальный научный потенциал двух «противоборствующих» научных

школ, можно положительно решать актуальные прогнозно-поисковые проблемы нефтегазоносности осадочного чехла и кристаллических пород, используя значительный международный опыт на нефтегазоносных импактных структурах Еймс, Авак, Ньюпорт, Игл Бат, Стин-Ривер, которые по возрасту и размещению площадей совпадают с Болтышской астроблемой.

Мировой опыт добычи УВ из нефтегазоносных импактных структур дает все основания для изучения и внедрения новых концепций и технологий в связи с ростом интересов к таким объектам, как к источникам, перспективным на открытие и добычу промышленных залежей УВ. Именно в таких структурах Канады и США обнаружены и эксплуатируются промышленные залежи нефти и газа, которые связываются с импактидами в цоколе метеоритных кратеров (подкратерных зон) и, главное, в раздробленной зоне фундамента и кольцевого вала, оконтуривающего кратер.

Одним из важнейших аспектов исследования Болтышской астроблемы является наличие значительных энергетических ресурсов в виде почти 4 млрд м³ горючих сланцев, насыщенных УВ [Басс, 1967; Васильев, 1970; Гурский, 2010; Михайлов, 2011].

Изучение и анализ нефтегазоносности импактных структур мира, в сравнении с украинскими (Болтышская, Оболонская), рассматривались со следующих точек зрения: 1) картировочных геологических признаков расположения разломно-блоковой тектоники, трещинных зон, разломных зон повышенной проницаемости (РЗПП), зон растяжения и приуроченных к ним нефте- и газовых участков (эндогенных процессов); 2) гидробиологических условий (экзогенных процессов).

Концепция В.И. Вернадского о глобальном круговороте вещества в природе послужила объединяющим началом двух существующих парадигм происхождения нефти. В такой объединяющей совокупности рассмотрения проблемы экзогенных процессов происхождения УВ выступают продукты биоты, окислителями и носителями которых служит вода в виде рек как постоянный восстанавливаемый элемент круговорота, который не только формирует процессы образования месторождений, но и дает четкое представление о генерации и воспроизведении действующего круговорота веществ, а с ним и месторождений.

Нами рассмотрен сложный процесс образования УВ на локальном гидрологическом уровне, где за таксономическую единицу принимается речной бассейн – приречные площади.

Как показали наши исследования при прогнозном картировании перспективных площадей практически всех нефтегазоносных структур мира, изучение происхождения и заложения прогнозных основ тесно связано с нефтегазоносными провинциями, с соответствующими гидролого-гидрогеологическими условиями формирования нефтегазоносных провинций артезианских бассейнов, речных систем, предгорных прогибов и впадин. К таким формирующим нефтегазоносным условиям можно отнести астроблемы Украины: Оболонскую, Болтышскую, Зеленогайскую, Западную, Олешковские пески.

Ниже мы впервые рассмотрим проблемы формирования углеводородных месторождений, расположенных на площадях астроблем, с геотектонических и гидролого-гидрогеологических позиций.

Гидрогеоструктурные особенности формирования нефтегазовых месторождений импактных структур. С начала XX в. большой вклад в изучение геологического строения Болтышской площади внесли ученые Института геологических наук (ИГН) НАН Украины И.В. Луцицкий, П.А. Тутковский, Н.К. Михайловский и др. Планомерные же исследования начались в 30-е годы Л.Г. Ткачуком, В.В. Резниченко, В.Н. Червинским.

В процессе геофизических работ на территории Болтышской астроблемы была обнаружена большая впадина в кристаллическом фундаменте, названная по ближайшему населенному пункту Болтышской депрессией. О.И. Слензак (1946 г.) высказал мнение о том, что Болтышская депрессия образовалась в результате тектонических нарушений типа грабена. В 1951 г. группой геофизиков под руководством Л.Ф. Пеликаса проведены гравиметрические работы. Было установлено, что Болтышская депрессия имеет замкнутую изометрическую форму и не соединяется с Днепровско-Донецкой впадиной.

Неоценимый вклад в исследование Болтышской, Зеленогайской, Ротмистровской впадин как астроблем мирового значения внесли Е.П. Гуров, Е.П. Гурова, В.А. Рябенко, А.А. Вальтер. В исследованиях этих авторов на большом геологическом материале об ударно-метаморфических процессах научно обоснованы строение кратеров,

их происхождение, геохимические особенности расплавов импактных пород при определении состава кратероформирующих тел и пород [Гуров, 1991, 2006, 2010; Вальтер, 1977, 1982; Рябенко, 1982]. В связи с большим научным интересом к астроблемам Украинского щита Е.П. Гуровым были привлечены ученые Австрии, Великобритании, Финляндии, ЮАР, Венгрии.

Наибольшее внимание в работах геологического и энергетического направлений было уделено изучению и описанию Болтышского кратера, где во главу угла стали вопросы энергоресурсов. Одним из первых исследователей, предпринявшим попытку установить связь нефтяных и газовых месторождений с глубинными разломами в нефтегазоносных провинциях Украины, был С.И. Субботин. В общем теоретическом плане большое значение глубинным разломам как основным проводникам нефти и газа из мантийных очагов, их генерации к поверхности Земли придавал В.Б. Порфирьев [Порфирьев, 1952]. И.И. Чебаненко, Г.Н. Доленко, А.Е. Лукин и другие ученые указывали на признаки структурной и генетической связи месторождений нефти и газа с зонами глубинных разломов.

Проведенный анализ исследований в нефтегазоносных провинциях, включая нефтегазоносные астроблемы мира и Украины (Оболонская, Болтышская, Зеленогайская), позволил коррелировать гидродинамические и гидрогеохимические условия с разломной тектоникой. На этой основе установлена генетическая связь аномальных процессов: гидродинамических, геотермических, гидрогеохимических, газогидрогеохимических. Такие процессы возникают главным образом вследствие вертикальной «сквозьзональной» миграции подземных вод и их разгрузки в выше лежащие водоносные горизонты или на поверхность. Региональная вертикальная зональность обеспечивает формирование локальных аномалий в залегающих выше пластах, формирующих отложения. Гидродинамические аномалии сопровождаются, как правило, гидрогеохимическими.

Разломная тектоника оказывает на гидрогеологические процессы как прямое, так и опосредованное влияние. Образование крупных разломов и тектонических разрывов низших порядков приурочено к геодинамическим зонам. Основные особенности глубинных разломов – значительная протяженность, глубина и амплитуда, длительность развития, периодичность подвижек и их оживление в неоген-антропогенное

время – играли и играют большую роль в динамике поземных флюидов. Зоны разломов являются не только каналами вертикальных перетоков и разгрузки подземных вод или экранами на путях такого перемещения, в чем заключается их гидродинамическое значение, но и представляют собой большие по объемам «реакторы», где протекают гидрогеохимические и физико-химические процессы, ведущие к изменению химического состава водорастворенных веществ и физического состояния флюидов.

Формирование крупных кольцевых разломов, по представлениям М.В. Гзовского, Л.В. Чертовой, К.И. Багринцевой и других исследователей, связано с длительным объединением многочисленных мелких нарушений сплошности пород в напряженной области, размеры которой весьма велики [Гзовский, 1975; Багринцева, 1999]. По данным Х. Бениоффа, длина такой области может достигать 100 км и более, а ширина – десятков километров. Зияющие трещины в тектоносфере вплоть до мантии, по В.В. Белоусову, могут образовываться до 40 км и глубже.

Изучение и картирование РЗПП горных пород, проведенные в ИГН НАН Украины, имеют длительную историю. Разносторонние научные и прикладные аспекты их исследования – тектонические, металлогенические, гидрогеологические, инженерно-геологические и др. – освещены в работах С.И. Субботина, В.Б. Порфирьева, А.Е. Бабинца, И.И. Чебаненко, В.М. Шестопалова, И.Д. Багрия, Г.В. Лисиченко, В.В. Гудзенко и многих других исследователей [Багрий, 2013, 2015; Гожик, 2010 и др.].

Изменение напряженного состояния земной коры или тектонической активности разрывных нарушений влечет за собой изменения как интенсивности флюидного потока, так и его состава. Наиболее показательны в этом плане геохимические эффекты, вызванные изменением напряженного состояния земной коры в результате землетрясений, а также процессов ударного метаморфизма.

Выделение зон интенсивных современных деформаций земной поверхности имеет важное прогностическое значение, поскольку подобные зоны могут выступать каналами миграции флюидов. Многолетние исследования показали, что такие геодинамические зоны успешно выявляются приповерхностной газоэманационной съемкой (R_n , T_n , R_a , H , He).

Для геодинамических зон характерны аномалии напряженно-деформационного состояния по-

кровных отложений. Это вызывает появление в последних вблизи геодинамических зон таких эффектов, как перераспределение литохимических элементов в верхней части покровных отложений, усиление переноса вещества в обратных направлениях из глубоких горизонтов горного массива к дневной поверхности и закрепления его на геохимических барьерах. Все эти процессы характерны именно для покровных отложений, которые ранее традиционно считались инертными и статическими, особенно если они представлены глинистыми породами большой мощности.

С начала 1960-х годов в ИГН НАН Украины начали осуществляться фундаментальные исследования процессов массо- и теплопереноса в трещиноватых горных породах, что представляло непосредственный интерес для разного рода расчетов и прогнозов РЗПП. С 1973 г. в исследованиях В.М. Шестопалова, В.И. Лялько, И.Д. Багрия, Г.В. Лисиченко, В.И. Гудзенко и других ученых приобретает широкое развитие применение элементов распада радия – радона как индикатора трещинных зон [Багрий, 2003]. В это же время активно осваивается газовая съемка (He, H, CO₂). Уже первые результаты комплексирования эманационного газового набора элементов показали высокую эффективность и надежность проведенных исследований в комплексе с методами термометрических и гидрологических съемок для выявления зон современной повышенной проницаемости, в частности при изучении взаимосвязи подземных и поверхностных вод. Комплексирование эманационной и термической съемок с газовой позволило отбраковывать необоснованные аномалии как продуктивные, повысить достоверность выявления разрывных нарушений и приуроченных к ним зон повышенной проницаемости, а также геохимических особенностей подземных газов и вод в связи с современными геологическими процессами [Багрий, 1988]. Сейчас является общепризнанным, что распределение и интенсивность миграции природных газов в значительной степени обусловлены геотектоническими особенностями и сейсмической активностью. Установлено, что, наряду с гидродинамическими эффектами, землетрясениям предшествуют также изменения в химическом составе подземных газов и вод, что используется для разработки геохимических методов прогноза землетрясений. Отмечены и некоторые другие особенности, которые свидетельствуют о том, что аномальные кратковременные

вариации содержания гелия, радона и других газов являются следствием тектонических напряжений и нарушений. Это определяет высокую информативность приповерхностных атомохимических методов для картирования скрытых современных активных тектонических нарушений и приуроченных к ним РЗПП.

Увеличение интенсивности миграционного газового потока в разломах, трещинах и зонах дробления пород – не единственная возможная причина образования эманационных радиоаномалий при тектонических нарушениях. Другой причиной может быть повышение концентрации материнских радиоэлементов, в частности радия, в зонах тектонических нарушений, что связано с вторичным накоплением этих элементов в трещинах и на контактах нарушенных пород. Трещинные зоны – проницаемые участки являются путями миграции и накопления углеводородных флюидов, а также часто дренируют подземные и поверхностные воды. В зоне нарушений, которая является геохимическим барьером, растворенный в воде радий может переоткладываться. Одной из причин образования эманационных аномалий может быть также рост эманационной способности за счет увеличения эманационной способности дробленных пород.

Таким образом, упругие колебания благодаря комплексному воздействию на систему «порода – вода – газы», могут создавать ряд условий миграции газов для перераспределения эманаций между частицами «связанными» и теми, которые переходят в фазу-носителя. Такие зоны разгрузок напряжения и деформаций по содержанию представляют собой сочетание локальных участков стока энергии горного массива, служащих одновременно как газоносителями, так и накопителями УВ.

Возникновение в этом пространстве, заполняющемся флюидами, градиентов давления, температуры ведет к изменениям химического состава флюидов, их дифференциации в газовой и жидкой фазах. Последняя, отлагаясь в свободном пространстве, изменяет проводящие свойства разломов, что, в свою очередь, приводит к изменению характера теплового, барического и геохимического полей. Возобновление геодинамических процессов нарушает установившиеся гидродинамическое и геохимическое равновесия и т.д.

В зонах глубокопроникающих разломов формируются месторождения полезных ископаемых, в том числе УВ, термальных минеральных вод.

Все это позволяет утверждать, что тектонические движения, разломная тектоника и связанные с ней изменения физико-механических свойств пород, гидродинамических, геотемпературных, геохимических полей оказывают определяющее влияние на гидрогазогеохимические условия нефтегазоносных структур, включая астроблемы.

Вертикальные перетоки флюидов осуществляются по зонам разломов, которые связывают гидравлически водоносные горизонты в большом гипсометрическом интервале. Такую роль, очевидно, могут играть только те разломы, которые характеризуются проницаемостью и, соответственно, повышенной проводимостью. Фильтрационные способности разломов зависят от характера нарушенных разломом пород, ширины зоны дробления, амплитуды разлома, механизма его образования, времени заложения и возобновления геодинамических процессов. Наиболее благоприятные условия для движения флюидов

создаются в разломах, секущих крепкие породы. Менее благоприятны разломы в пластичных водонасыщенных глинистых породах, и в этих случаях их частичная проводимость не исключается. Проводящие разломы на определенных этапах становятся непроводящими, а непроводящие – проводящими. Раскрытие трещин сопровождается внедрением флюидов главным образом подземных вод и газов, а также нефти.

Таким образом, роль разломов как проводников флюидов или экранов на путях их движения изменяется во времени и пространстве. Разломы, проводящие флюиды вплоть до зоны инфильтрационного водообмена, служат путями движения подземных газонасыщенных вод, несущих углеводородные флюиды, и являются не только путями разгрузки флюидов глубоководных горизонтов, но и путями проникновения вод верхних горизонтов на большие глубины (рис. 1).

Рис. 1. Положение кратера Болтышской импактной структуры по отношению к структурам кристаллического фундамента (на основе фрагмента карты «Тектоническая схема кристаллического фундамента», лист М-36-XXVII, м-б 1: 500 000) [Державна..., 2004]

Структурно-формационные зоны: Ингуло-Ингулецкая: 1 – Чигиринская подзона, 2 – Приингульская подзона, 3 – Кировоградская зона; структурно-вещественные комплексы: метаморфические образования: 4 – прогеосинклинальный структурно-формационный комплекс палеоархея, амфиболито-гнейсовая формация (аульская серия); 5 – прогеосинклинальный структурно-формационный комплекс палеопротерозойской эвмиогосинклинали, флишиодная металавролит-метапесчаная формация (чечелиевская свита); 6 – метавулканогенная кремнево-сланцевая формация, метавулканогенно-метатерригенная подформация (верхняя подсвита успенской свиты).

Ультраметаморфические интрузивные образования. Стадия орогенеза (консолидации коры континентального типа): 7 – формация гранит-мигматитовая (кировоградский комплекс), 8 – формация диорит-монзонит-гранитовая (новоукраинский комплекс); протоплатформенная стадия тектоно-магматической активизации (корсунь-новомиргородский и дайковый комплексы): 9 – формация габбро-анортозитовая, 10 – формация рапакиви-гранитная, 11 – диабазовая формация. Разрывные нарушения: 12 – зона Кировоградского глубинного разлома; 13 – главные региональные разрывные нарушения (разломы): 2 – Тимошевско-Галещинский, 3 – Глодосский, 4 – Чигиринский, 5 – Знаменский, 7 – Цибулевский, 8 – Марьевский, 12 – Глодосско-Панчевский, 13 – Шполянский, 14 – Тимошевско-Галещинский (Тарасовский); 14 – второстепенные разрывные нарушения (разломы): 9 – Ревовско-Худолиевский, 10 – Косарско-Погорельский, 11 – Александрийский; 15 – разновидности разломов: а) взброс, б) сброс, в) сдвиг.

Блочные структуры Кировоградского блока: 16 – блоки 2-го ранга (Н – Новоукраинский, И – Ингульский); 17 – блоки 3-го ранга: I – Райгородский, II – Чигиринский, III – Корсунь-Новомиргородский, IV – Elizavetgradsky, V – Знаменский; 18 – границы блоков: а) 2-го, б) 3-го ранга; 19 – Болтышская импактная структура, контуры: а) кратера, б) предполагаемого коренного вала.

20 – изогипсы поверхности кристаллического фундамента, проведенные через 20 м

Fig. 1. The position of the crater of the Boltys impact structure in relation to the structures of the crystalline basement (based on the fragment of the map «Tectonic scheme of the crystalline basement». Sheet M-36-XXVII; Scale 1: 500 000) [Державна..., 2004]

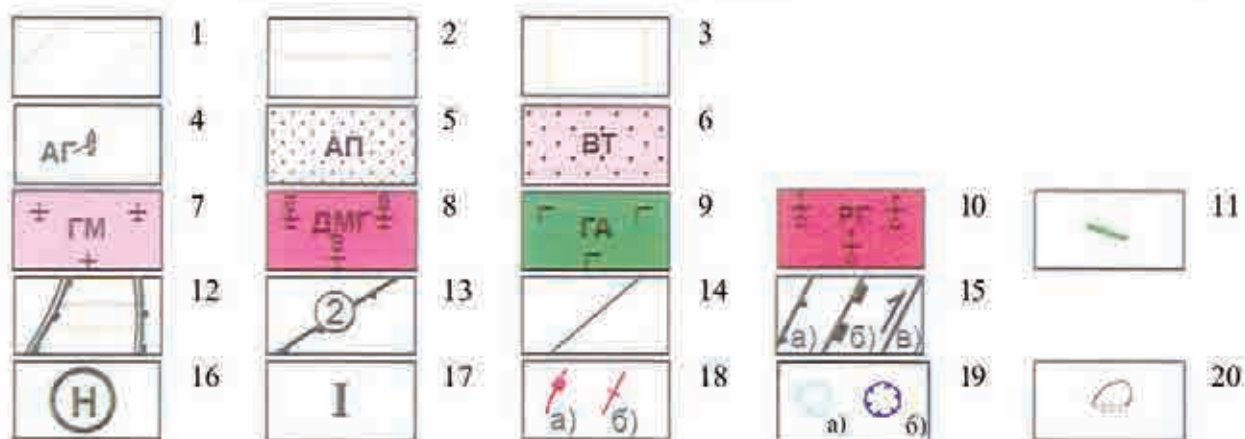
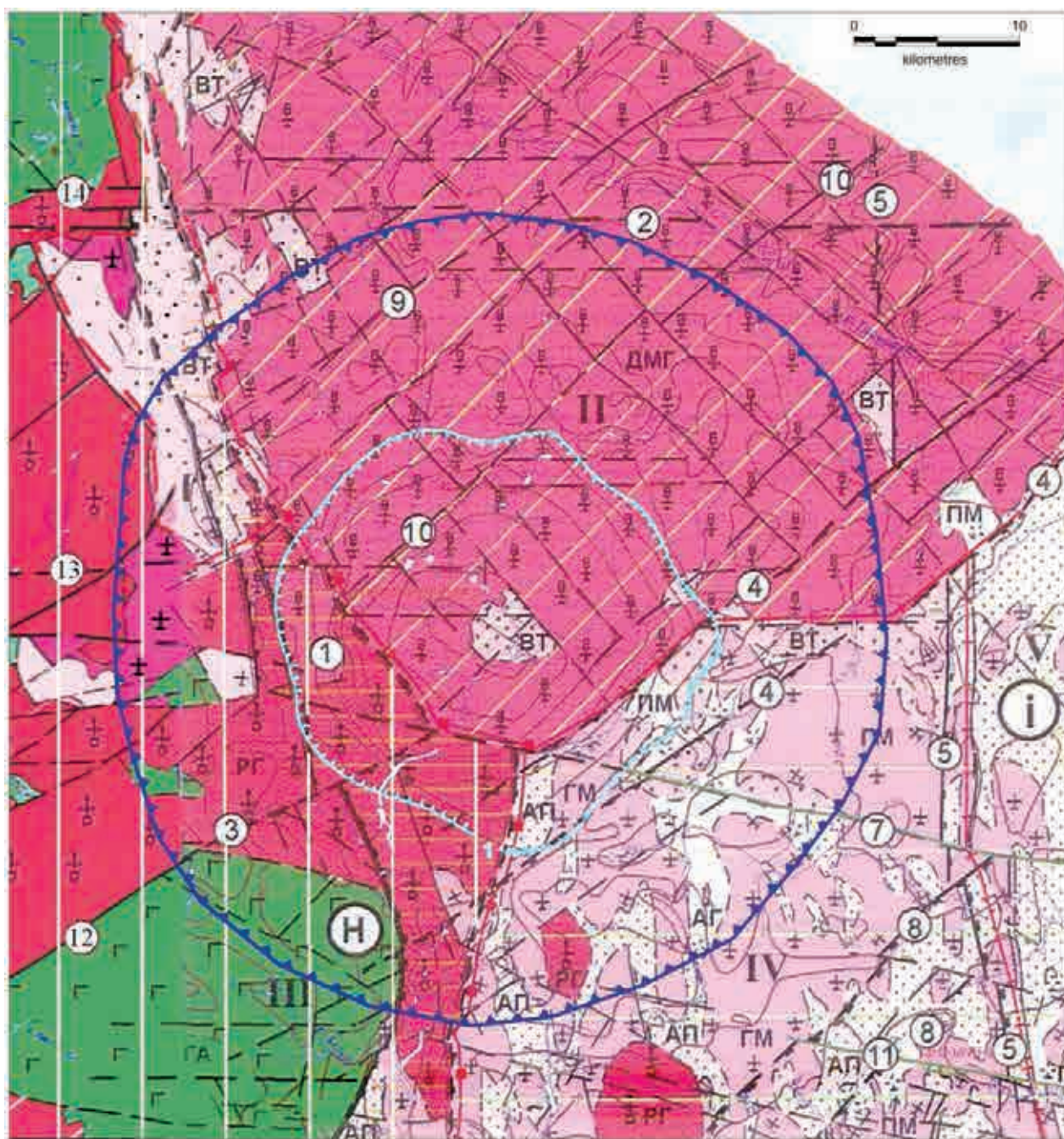
Structural and formation zones: Ingulo-Inguletskaya: 1 – Chigirinskaya subzone, 2 – Priingulskaya subzone, 3 – Kirovogradskaya zone; structural-material complexes: 4 – progeosynclinal structural-formational complex of Paleoarchae, amphibolite-gneiss formation (aulskaya series); 5 – progeosynclinal structural-formational complex of the Paleoproterozoic eumyosyncline; 6 – metavolcanogenic siliceous-slate formation.

Ultrametamorphic intrusive formations. The stage of orogenesis (consolidation of the continental crust): 7 – granite-migmatite formation (Kirovogradsky complex), 8 – formation of diorite-monzonite-granite (Novoukrainsky complex); protoplatform stage of tectonic-magmatic activation (Korsun-Novomirgorodsky and dike complexes): 9 – gabbro-anorthosite formation, 10 – rapakivi-granite formation, 11 – diabase formation.

Faults: 12 – zone of the Kirovogradsky deep fault; 13 – major regional faults: 2 – Timoshevsko-Galeshchinsky, 3 – Glodosky, 4 – Chigirinsky, 5 – Znamensky, 7 – Tsiulevsky, 8 – Maryevsky, 12 – Glodosko-Panchivsky, 13 – Shpolyansky, 14 – Timoshevsko-Galeshchinsky (Tarasovsky); 14 – secondary faults: 9 – Revivsko-Khudoliievsky, 10 – Kosarsko-Pogorelsky, 11 – Alexandriysky; 15 – types of faults: a) upcast, b) downthrow, c) shift.

Block structures of the Kirovogradsky block: 16 – blocks of the 2nd rank (H – Novoukrainsky, I – Ingulsky); 17 – blocks of the 3rd rank: I – Raigorodsky, II – Chigirinsky, III – Korsun-Novomirgorodsky, IV – Elizavetgradsky, V – Znamensky; 18 – block boundaries: a) 2nd, б) 3rd rank; 19 – Boltys impact structure, contours: a) crater, б) rim.

20 – isohypes of the surface of the crystalline basement, drawn through 20 m



Гидродинамические и гидрогеохимические особенности палеозойских водоносных комплексов тесно связаны с разломной тектоникой, в данном случае с ударным метаморфизмом, определяющим аномальные явления – различные гидродинамические аномалии, сопровождающиеся геотермическими, газогидрогеохимическими, гидрогеохимическими, в конечном итоге выступают критериальными признаками. Аномалии проявляются в районах, характеризующихся развитием разноамплитудных разломов в фундаменте и осадочном чехле. Их наличие обуславливает вертикальные перетоки флюидов по зонам дробления, играющих роль каналов, обеспечивающих гидравлическую связь между водоносными комплексами в круговороте от поверхности до мантии.

В зонах глубинных разломов наблюдается миграция глубинных полигенных флюидов, которые, смешиваясь и преобразуясь в зонах дробления, накапливаются в недрах под надежными крышками.

Одним из наиболее убедительных доказательств вертикальной миграции углеводородных газов, концентрирующихся в виде залежей под крышками в соответствующих геолого-структурных условиях, являются инфильтрационные пресные газонасыщенные воды, образующие своеобразные оторочки под газоконденсатными и газовыми залежами. Благоприятными условиями для формирования конденсационных вод являются насыщение газа водой при высокой температуре, вертикальная миграция газа по зонам разломов, формирование залежи под крышкой, где по мере снижения температуры парогазовой смеси до фоновой избыточная влага конденсируется и скапливается под залежью.

Таким образом, отмечается тесная пространственная связь месторождений нефти и газа с основными структуроформирующими глубинными разломами. Закономерно, что и наибольшая плотность прогнозных запасов УВ, приуроченных к прогибам, тесно связана с разломно-блоковыми процессами при ударном метаморфизме.

Глубинные разломы влияют не только на структурные особенности и процессы заложения их конфигурации, но и являются активными факторами, служащими определяющими условиями происхождения и накопления УВ, а также их путями миграции.

Наиболее значительным в этом плане для Болтышской астроблемы является Кировоградский глубинный разлом, контролирующий зало-

жение русловой сети, а также распространение складчатых комплексов рифея–палеозоя и нижнего мезозоя. К северу от разлома фундамент региона представлен лишь архей-среднепротерозойским кристаллическим комплексом. В блоках, ограниченных разломами, формируются отдельные депрессии и поднятия. Примерами могут служить субмеридиональные прогибы, возникшие в палеогеновое и неогеновое время между Одесским и Кировоградско-Николаевским глубинными разломами [Чебаненко, 1963].

Разломы северо-восточного простирания. К региональным разломам северо-восточного простирания в пределах участка исследований относятся Чигиринский и Глодосский. Эти разломы принадлежат к системе разломов северо-восточного простирания общей шириной до 50 км, которая пространственно связана с мантийным глубинным разломом, разделяющим блоки с «тонкой» и «толстой» литосферой, мощность которой уменьшается с юго-востока на северо-запад. С учетом структурного положения разлом можно рассматривать как ослабленную зону, благоприятную для прохождения флюидов.

Оба разлома входят как составляющие в мощную Глодосско-Адабасскую зону (до 15 км) мантийного заложения тектоно-метасоматической активизации северо-восточного простирания. Эта зона прослеживается вдоль юго-восточного крыла Глодосского разлома. Зона пересекает Новоукраинский массив, а в пределах Корсунь-Новомиргородского плутона интенсивность гидротермально-метасоматических процессов несколько уменьшается. На исследованной площади она проявляется в виде локальных зон и полей хлоритизированных, эпидотизированных, гематитизированных анортозитов, габбро-анортозитов, габбро, гранитов, иногда с вторичными кварцем, карбонатом, сульфидами, которые зафиксированы как в зоне Глодосского разлома, так и на расстоянии до 15 км на юг от него. Далее она прослеживается вдоль Чигиринского разлома в виде зон альбитизации, хлоритизации, эпидотизации, иногда с сульфидами, кварцем, карбонатом, длиной от первых километров до 25 км, шириной 1-4 км, с локальными (десятки и первые сотни метров) телами альбитовых, микроклин-альбитовых метасоматитов. Не исключена рудоконтролирующая роль Чигиринского разлома в локализации золотого оруденения (с зоной разлома пространственно связаны отдельные пункты минерализации золота).

Таким образом, глубинные разломы в комплексе астроблемных процессов определяют распространение формаций и литолого-фациальных отложений осадочного чехла и, соответственно, пород-коллекторов и экранирующих пород-покрышек. Они также фиксируют участки экстремальных мощностей осадочных толщ, связанных с речными системами, и, следовательно, зоны, оптимальные для нефтегазообразования.

Определяя формирование геоструктурных элементов фундамента и осадочного чехла, распространение формаций и литофаций, а значит, структурно-тектонические и литолого-фациальные условия образования углеводородных скоплений, глубинные разломы играют существенную роль и в процессе миграции первичных водогазовых флюидов, а также нефти и газа. Данные исследований в основном указывают на преимущественно вертикальную миграцию УВ по разрывам. Допускать значительные масштабы латеральной миграции, как это рассматривают некоторые авторы, нет оснований, поскольку проницаемость пород-коллекторов в условиях превалирующего кольцевого заложения трещиноватости нефтегазоносного мезозой-кайнозойского комплекса астроблем весьма низкая.

В этой связи сошлемся на весьма интересные данные геофизических исследований по геотраверсам глубинного сейсмического зондирования, указывающие, что Кировоградский глубинный разлом проникает в верхнюю мантию. Его ширина только по поверхности Мохо составляет 15-20, а в верхних горизонтах «осадочного слоя» – 30-40 км.

Данный разлом, надо полагать, достигает глубин астеносферного слоя верхней мантии, где, по нашим представлениям согласно ГГСБМКПУВ, происходит минеральный синтез нефти и газа.

Именно благодаря разломной тектонике в этих зонах, по данным дешифрирования аэрокосмических съемок, увеличивается трещиноватость пород и вместе с тем улучшаются их коллекторские свойства. Проницаемость пород возрастает в 5-10 раз. Разломная тектоника повлияла и на строение центрального локального поднятия. Большинство складок сформированы в процессе удара и вследствие тектонического сжатия на фоне вертикальных погружений. Многие региональные и локальные концентри-

ческие разрывы служат соединяющими каналами между основными путями миграции нефти и газа из мантийных очагов по глубинным разломам к структурам-ловушкам. Это главным образом опережающие разрывы, тяготеющие к шовным зонам глубинных разломов. Причем возможность миграции нефти и газа по ним является преимущественно в период их раскрытия, т.е. в период преобладающих напряжений растяжения – геодинамических процессов.

Таким образом, разломы могут влиять на особенности нефтегазоаккумуляции по-разному. Они являются основными структуроформирующими элементами, определяющими стиль тектоники и развития основных геоструктур, в том числе грабенов и прогибов с большим диапазоном мощного осадочного чехла, способного вмещать многоярусные ловушки нефти и газа. Вместе с тем глубинные разломы, а также сопутствующие им опережающие региональные разрывы обусловили тектоническую зональность, формирование зон антиклинальных складок определенной ориентации и простирание крупных оконтуривающих валов. Локальные разрывы осложняют строение отдельных антиклинальных складок. Эти разрывы способствуют образованию внутрипластовых трещин, а значит, и улучшению коллекторских свойств пород.

Одновременно глубинные разломы существенно влияли также на седиментогенез, распределение формаций и фаций отложений, литологических типов коллекторов. При этом кольцевые (астроблемные) разломы были главенствующими в начальную стадию формирования осадочного чехла. Глубинные разломы должны являться также основными путями миграции нефтяных флюидов в земной коре, где в благоприятных структурно-тектонических и литолого-фациальных условиях могут формироваться их залежи.

Анализ и обобщение материалов по разломной тектонике и нефтегазоносности Болтышской импактной структуры позволяют сделать следующие выводы:

1. Система глубинных разломов обусловила прогибание земной коры и образование седиментационных бассейнов на начальных этапах геотектонического развития – ударного процесса.

2. В узлах пересечения кольцевых продольных и поперечных глубинных разломов, характеризующихся наиболее интенсивной деформа-

цией пород, раскрывались возможные каналы для поступления эндогенных флюидов, в частности нефтяных УВ в осадочный комплекс нефтегазоносных пород.

3. Скопления УВ, примыкающие к разломам или тяготеющие к ним, характеризуются увеличенной плотностью нефти, о чем свидетельствуют анализы горючих сланцев, повышенным содержанием смол, асфальтенов, серы, в групповом составе их увеличиваются количество ароматических УВ, а также концентрация парамагнитных центров и природная радиоактивность. В вертикальном разрезе осадочного чехла и отдельных мест по мере увеличения глубины залегания горючих сланцев уменьшаются плотность и кинематическая вязкость, в групповом составе возрастает количество парафиновых УВ, сокращается разброс значений изотопного состава углерода и водорода, снижаются парамагнетизм и радиоактивность.

4. Разломы отражаются и в тепловых полях нефтегазоносных провинций. Над разрывными нарушениями обычно фиксируются резкое повышение температуры, а по мере удаления от них – температурные минимумы. Положительные температурные аномалии обнаружены также на тектонически приподнятых блоках. Кроме того, их интенсивность иногда уменьшается, что свидетельствует, согласно исследованиям Э.Б. Чекалюка и В.Г. Осадчего, о возможной нефтеносности.

5. Разломная тектоника в значительной мере сказывается также на гидрогеохимических, газогидрогеохимических, гидродинамических, гидролого-гидрогеологических особенностях нефтегазоносности. В приразломных зонах встречаются воды как с пониженной минерализацией и разнообразным составом, так и с повышенными геотермальными характеристиками. Гидрогеохимические аномалии ассоциируются со сверхгидростатическими пластовыми давлениями, присущими месторождениям нефти и газа.

Одной из главных составляющих формирования скоплений УВ, как было приведено ранее, выступают водобиологические компоненты. Практически все подземные и поверхностные воды в единстве с биологическим циклом круговорота вещества в природе, в данном случае в зонах астроблем, являются чрезвычайно сложной динамической системой вещества, находящегося в тесной связи с окружающей средой, и представляют собой газовый раствор, заключающий в себе

некое количество определенного состава газов. Водогазовые растворы выражены прежде всего в равновесии $вода \leftrightarrow газ$, причем эти газы очень определенные и немногочисленные, находящиеся, так или иначе, между собой в сообществе – всякая вода, проникающая через всю биосферу и идущая далеко глубже, связана со всеми водорастворимыми газами [Вибрані..., 2012].

Изучение газового состава природных вод и биологических скоплений отражается в характере научного фактического материала. При изучении геологических проблем мы обращали главное внимание на водогазовые субстраты на прирусловых участках (долин, площадей речных водосборов).

Равновесие $вода \leftrightarrow газ$ взято нами за исходное как основной фрагмент классификации водогазовых субстратов. Относительное постоянство количества газа, находящегося в природных водах, делает отличие качественного состава газа (в основном метанового) исключительно удобным показателем характера водонасыщенных газовых растворов. Относительное постоянство весового процента газов при их резком качественном различии выступает удобным параметром для сравнения разных природных вод, формирующих углеводородные месторождения.

Свойства и количественные характеристики природных газов, их распределение в речных бассейнах делают такое сравнение еще более необходимым, так как изучение газов позволяет точно определить, в значительном числе случаев, формирующие начала скоплений УВ.

Для того чтобы ясно представить себе это явление, необходимо остановиться в общих чертах на распределении и характере газовых составляющих. Газы биосферы (речных бассейнов) изучены нами по очень характерным признакам, которые необходимы для научного понимания газовой составляющей окружающей среды.

Явления, характерные для водорастворенных газов, формирующих речные бассейны, следующие: а) углеводородные газы – те же самые газы, что образуются в биохимических процессах, т.е. в своем генезисе связаны с живым – биологическим веществом (метан); б) из всех газов, формирующих месторождения УВ, изучены метан, водород, благородные газы, гелий, этан и другие УВ.

Грунтовые и инфильтрационные речные воды получают и накапливают значительную

массу газов из биосферы. Количество такого рода газов растет по мере углубления, а значит, увеличивается от дренируемых площадей.

Существует мнение, что глубина проницаемости воды в земной коре может быть значительно больше и достигать границы Мохо, т.е. вся земная кора является областью водогазовых растворов. Такую мысль высказали С.М. Григорьев (1971), А.Е. Бабинец [Бабинец, 1979], опираясь на идеи В.И. Вернадского относительно влияния воды на ход геологических процессов. Они обосновали наличие в земных недрах особой дренажной оболочки, которая, в сущности, и определяет роль воды в эволюции земной коры. Дренажная оболочка располагается у основания континентальной коры в области изменения температур от 374 до 430 °С и приурочена к базальтовому слою (рис. 2). Выше нее из-за действия сил гравитации и постепенного увеличения плотности за счет растворимых компонентов образуются нисходящие токи водогазовых растворов. Достигнув дренажной оболочки, такие растворы вытесняют кверху пар, но при температуре 425-450 °С сами переходят в парообразное состояние, захватывая химические элементы, расширяются и движутся вверх.

Между изотермами 374 и 450 °С наблюдаются постоянные вертикальные токи воды. Как считает С.М. Григорьев, в дренажной оболочке создается и горизонтальное движение флюидов в зонах континентальных прогибов, а также в виде разгрузки артезианских вод в сто-

рону океанов и сквозь океаническую кору в связи с деятельностью дренажной оболочки, флюиды частично проникают в виде газовых фонтанов, выходят в виде очагов ее разгрузки.

На заболоченных площадях в составе инверсионных водогазовых растворов в пределах нефтегазоносных структур, в данном случае астроблем, главным компонентом становится первооснова УВ – метан. Формируемые мантийными процессами газы в осадочных породах характеризуются наличием не только метана, но и более тяжелых УВ. Присутствуют также углекислый газ, азот и другие газообразные компоненты, включая He, H, в газах метаморфических и магматических пород важнейшим компонентом становится CO₂. В высокотемпературных условиях, кроме CO₂, встречаются водород, двуокись серы, сероводород, галоидо-водороды. Газы нефтегазовых месторождений особенно богаты метаном и тяжелыми УВ [Соколов, 1999].

Эмпирическое заключение В.И. Вернадского о круговороте вещества в природе до сих пор глубоко не осознано. Акцент обычно делается на изменчивости состава воды, зависимости от многих факторов, нестабильности и т.д. И только в последнее время удалось показать справедливость его парадигмы. Так, анализ сезонных колебаний газового состава подземных вод зоны гипергенеза разных ландшафтно-климатических зон показал, что наблюдающиеся временные изменения происходят плавно и

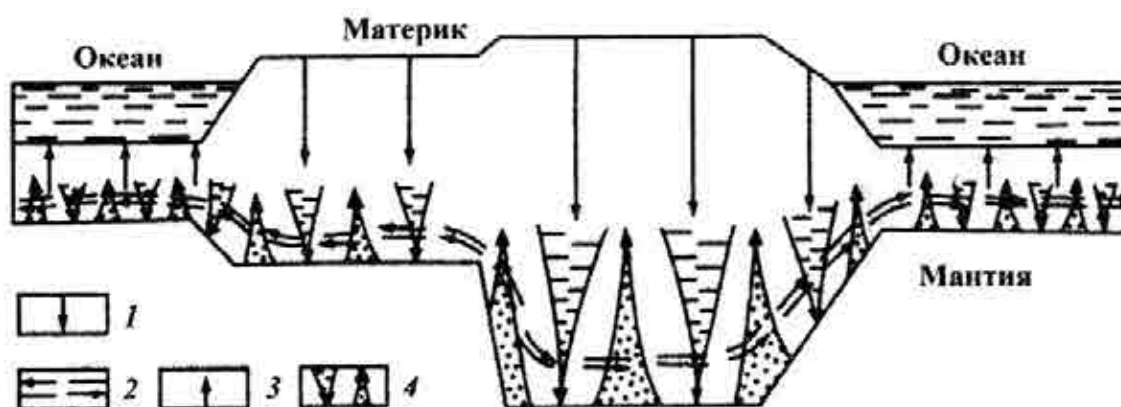


Рис. 2. Схема движения воды в земной коре

1 – нисходящее движение инверсионной воды и водных растворов сквозь континентальную кору в дренажную оболочку; 2 – горизонтальное перемещение воды в дренажной оболочке; 3 – восходящее движение паров и водных растворов сквозь океаническую кору из дренажной оболочки; 4 – движение нисходящих водных растворов и восходящих паров в дренажной оболочке

Fig. 2. The scheme of water movement in the earth's crust

1 – downward movement of inversion water and aqueous solutions through the continental crust into the drainage membrane; 2 – horizontal movement of water in the drainage membrane; 3 – the ascending movement of vapors and aqueous solutions through the oceanic crust from the drainage membrane; 4 – motion of descending aqueous solutions and rising vapors in the drainage membrane

касаются, без исключения, всех компонентов, которые между собой находятся как бы в связке [Вибрані..., 2012].

Этот анализ позволил сделать следующие важные выводы:

1. Временные колебания состава воды в любой ландшафтной зоне, как правило, не приводят к изменению главных (ведущих) ее черт, характеризующих геохимический тип воды.

2. Геохимический тип подземных вод не определяется только режимом их питания, как это упрощенно часто понимают, а обусловлен многими глубокими ее связями со всеми биолого-морфометрическими элементами ландшафта. Изменение условий осадконакопления и питания в разные сезоны года – только один из этих компонентов, который не в состоянии нарушить другие связи.

3. Параметры геохимического типа воды в разных ландшафтно-климатических зонах не всегда одни и те же.

4. Геохимическая специфика подземных вод закладывается уже в области питания и непрерывно усиливается вдоль фильтрационного потока. Важнейшими показателями такой специфики выступают общая минерализация, pH, O₂, CO₂, SiO₂, Fe, Al, K, P, S, химический тип воды, соотношение между отдельными элементами и др., т.е. показатели, которыми прежде всего оперировал В.И. Вернадский.

5. В каждом типе ландшафта и гидрогеологической провинции, в целом, формируется индивидуальная устойчивая гидрогеохимическая система, обладающая значительной степенью свободы, которая обеспечивает возможность колебания ее отдельных параметров, но только в строго определенных пределах.

6. Индивидуальность и стабильность гидрогеохимической системы обеспечиваются наличием глубоких ее связей со всеми компонентами ландшафта (горными породами, биотой (почвой, растительностью), рельефом, вторичными минеральными продуктами, органическим веществом), а также компонентами окружающей среды (температурой, осадками, их количеством, режимом, составом и т.п.).

В процессе исследований учение о круговороте воды и вещества получило значительное развитие. Наряду с климатическим (гидрологическим) введено понятие геологического или литологического круговорота (Павлов, 1977). Первый протекает под воздействием метеоро-

логических и гидрологических факторов, второй обусловлен геологическими процессами, такими как осадконакопление, тектонические движения, вулканизм, метаморфизм и гранитизация.

Гидрологический и геологический круговороты совершаются главным образом в пределах земной коры, но в своем проявлении связаны с водой как ниже-, так и вышележащих оболочек Земли. Хотя водогазообмен совершается с разной скоростью и отличается различными масштабами, оба круговорота тесно взаимосвязаны (рис. 3). Изучение взаимосвязи поверхностной и подземной гидросфер в круговороте – ключ к пониманию многих геологических процессов, в том числе формирования гидрогеологических условий и подземных вод [Вибрані..., 2012].

Воды нефтяных и газовых месторождений довольно разнообразны по химическому составу. Тем не менее они имеют и некоторые сходства. Прежде всего обычно это слабосоленые воды седиментационного генезиса, которые отличаются несколько повышенной общей минерализацией, газонасыщенностью и содержанием водорастворенных органических соединений, а также I, Br, B, NH₄, V, Ni, S, U, Ra и других элементов. В то же время эти воды всегда обессульфачены и содержат относительно мало Ca. Только в отдельных случаях среди вод нефтяных и газовых месторождений встречаются опресненные и даже пресные воды HCO₃-Na типа с общей минерализацией до 2-3 г/л, которые сформировали зоны пресных, но богатых органическими соединениями подземных вод.

Ниже мы рассмотрим гидролого-гидрогеологические особенности Болтышской астроблемы. Астроблема обособлена, характеризуется большой мощностью осадочных отложений, частым переслаиванием водопроницаемых и водупорных пород, которые создают благоприятные условия для накопления УВ и горючих сланцев.

Водоносные горизонты многоярусные, в разной степени связаны между собой и с трещинными водами кристаллического фундамента, за счет которых получают питание на значительных глубинах. Верхние горизонты имеют связь с дневной поверхностью, питаются главным образом за счет атмосферных осадков. Поток подземных вод направлен в долину р. Тясмин, где он частично разгружается.

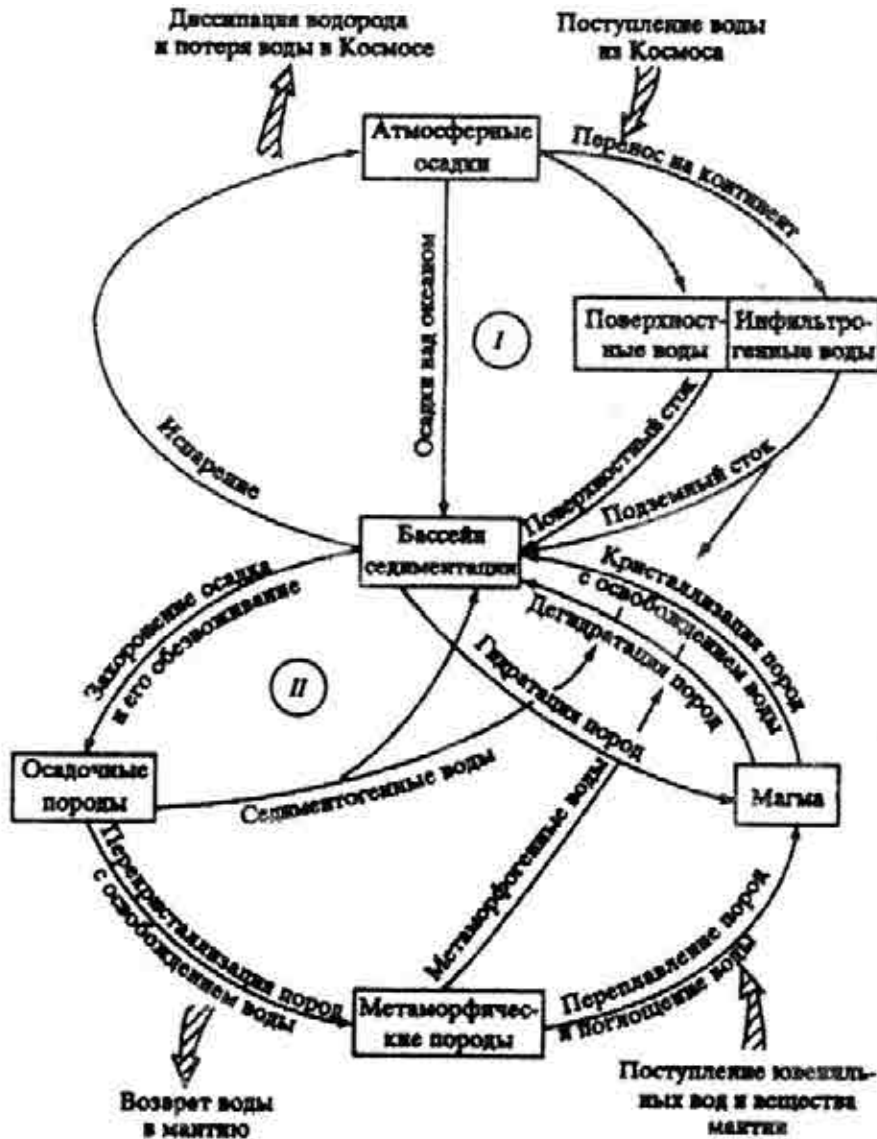


Рис. 3. Взаимосвязь гидрологического (I) и геологического (II) круговоротов воды в земных недрах нефтегазоносных провинций в связи с разломной тектоникой

Fig. 3. Interrelation of hydrological (I) and geological (II) water cycles in the earth's interior of oil and gas bearing provinces in connection with fault tectonics

На основании анализа материалов выполненных работ с учетом данных гидрогеологических скважин, пробуренных в разное время на территории Болтышской впадины для водоснабжения, гидрогеологические условия рассматриваемой территории представляются достаточно сложными. В пределах месторождения выделяются шесть водоносных горизонтов:

1. Воды четвертичных суглинков спорадического распространения. Мощность обводненных суглинков изменяется от нескольких сантиметров до 5-6 м. В балках подземные воды вскрываются на глубинах 0,5-0,8 м, а на водоразделах (с. Болтышка) глубина их залегания достигает 25 м.

2. Водоносный горизонт в аллювиальных отложениях связан с долиной р. Тясмин и ее притоками, с глубокими балками и проходными долинами. Воды безнапорные. Мощность горизонта – 5-25 м. Удельные дебиты скважин составляют 0,3-1,0, достигая 3,2 л/с. Поверхность зеркала воды слабо наклонена к р. Тясмин. Частые источники, вытекающие из аллювиальных песков вдоль тылового шва поймы, свидетельствуют о разгрузке подземных вод в долине реки.

3. Водоносный горизонт (комплекс) в отложениях обуховской, межигорской и киевской свит залегает на глубине от 10 до 60 м. Отмечены случаи наличия сероводорода в подземных водах

на контакте с бучакскими отложениями (район с. Александровка). Вода из скважины, эксплуатирующей воды аллювиальных и киевских отложений, агрессивна по отношению к металлу.

4. Водоносный горизонт в отложениях бучакской серии. В краевой части депрессии воды безнапорные, в центре бучакские пески погружаются под глины, воды становятся напорными. Высота напора достигает 40 м. Удельные дебиты – 0,14-1,25 л/с. Воды пресные, с минерализацией 0,3-0,7 г/дм³, гидрокарбонатные натриево-кальциевые. Воды бучакских отложений в основном содержат значительное количество железа, реже сероводород, что снижает их качество и ограничивает применение для питьевых нужд.

5. Водоносный горизонт в отложениях продуктивной болтышской толщи развит в прибортовой части впадины, где пласты горючих сланцев, содержащие глинистые породы, замещаются песками и грубообломочными породами, в которых формируются напорные воды. Удельные дебиты скважин изменяются от 0,03 до 1,5 л/с. Питание водоносных горизонтов осуществляется за счет как трещинных вод кристаллического фундамента, так и вышележащих водоносных горизонтов, которые связаны с дневной поверхностью и гидрографической сетью. Наличие взаимосвязи с аллювиальными водами установлено по отдельным скважинам. В прибортовой части Болтышской впадины данный водоносный горизонт имеет высокую обогащенность и существенно влияет на обводнение горных выработок.

6. Водоносный горизонт в трещиноватой зоне кристаллических пород распространен повсеместно, что свидетельствует о взаимосвязи водоносных горизонтов по РЗПП. От продуктивных горизонтов воды трещиноватой зоны изолированы достаточно мощной толщей песчано-глинистых пород и существенного влияния на обводнение горных выработок не имеют. По составу подземные воды хлоридно-натриевые, со щелочной реакцией и повышенным содержанием фтора (до 6,6 мг/дм³), минерализацией 0,3-1,2 г/дм³. Температура воды на излиянии составляет +26 °С. По данным термометрии, на глубине она иногда достигает более +40 °С, что свидетельствует о глубинных процессах. Эти воды могут иметь бальнеологическое применение.

Таким образом, на основе комплексного гидрогеологического и гидрогеохимического анализов можно сделать следующие выводы:

1. Согласно гидрогеологическим условиям в пределах Болтышской структуры распространены водоносные горизонты палеогеновой системы, в то время как близкие законтурные участки характеризуются в основном присутствием подземных вод в отложениях нижнего протерозоя (в некоторых случаях – палеогена и кайнозоя).

2. Контуры импактной структуры выделяются по сниженным значениям установленных уровней подземных вод относительно близко прилегающих территорий.

3. По содержанию главных ионов подземные воды территории импактной структуры относятся к гидрокарбонатному, иногда сульфатному классу I типа, что характерно для подземных вод, приуроченных к залежам УВ.

4. На основании комплексного анализа исходного гидрохимического материала выделяется участок в северо-западной части структуры, который можно рассматривать как перспективный на УВ. Здесь отмечаются пониженное содержание сульфатов и снижение значения водородного показателя, повышенная концентрация аммонийного азота и углекислого газа, а также увеличение значений окисляемости.

Ниже мы впервые рассмотрим сложный процесс формирования углеводородных месторождений астроблем и образования УВ, где за таксономическую единицу принят речной бассейн (рис. 4).

Гидрогеологические проблемы формирования нефтегазоносности в зависимости от речного стока включают следующее: характеристики стока, участки поглощения – инфильтрации, участки приращения – фильтрации, газогеохимический состав подземных вод, русловые процессы, взвешенные наносы, донные отложения, переработки берегов, седиментационные толщи, условия накопления биогенных материалов в прирусловых участках и на площадях водосборов, геотермические условия участков русел, геоморфологические конфигурации долин и продолин, а также ряд взаимосвязанных процессов в виде количественной характеристики метаносодержащих пород, наличие УВ как в донных отложениях речных систем, так и в осадочных толщах горючих сланцев (рис. 5).

Одной из важнейших характеристик формирования месторождений УВ является, как было приведено ранее, водорастворимость углеводородных газов [Карцев, 1992].

С глубиной возрастают температура и давление и, следовательно, увеличивается газоемкость

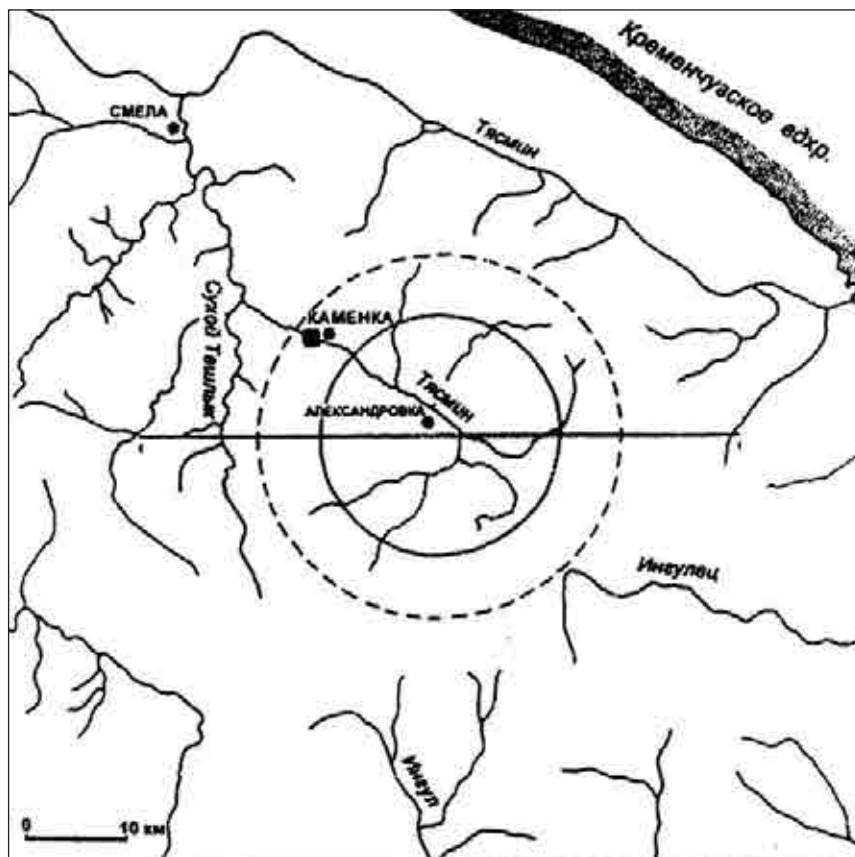


Рис. 4. Строение современной гидросети в районе Болтышской импактной структуры
Контуры кратера показаны сплошной линией, ось морфологически выраженного вала депрессии – пунктирной. I – I положение морфологического профиля Болтышской структуры

Fig. 4. The recent river system in the Boltysh crater area

The crater edge is shown by a solid line and axis of the crater rim by dotted line. I – I position of the morphological section of the Boltysh structure

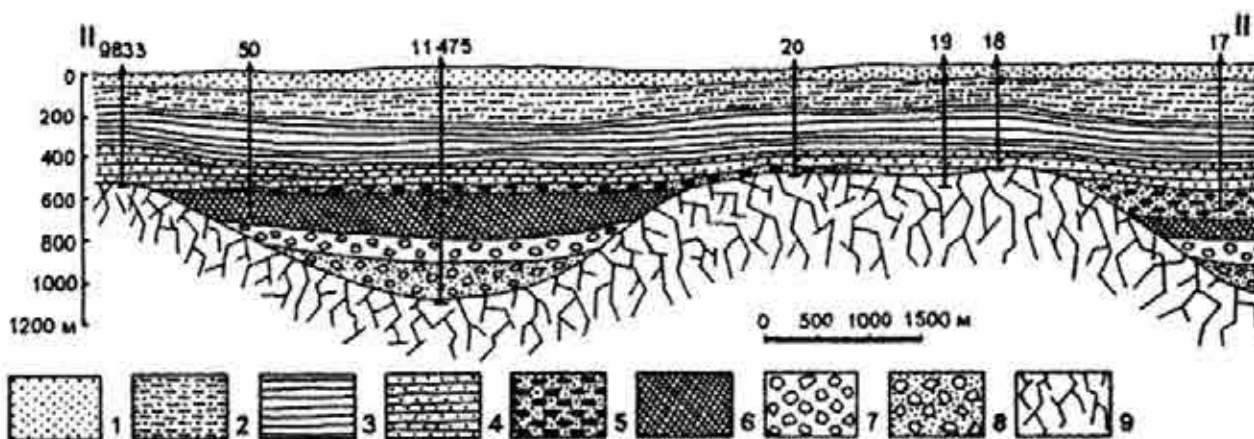


Рис. 5. Схематический разрез II – II центральной части Болтышской импактной структуры

1 – четвертичные и неогеновые пески и глины; 2 – эоценовые мергели и пески; 3 – эоценовые и палеоценовые аргиллиты и горючие сланцы; 4 – палеоценовые песчаники, пески и алевролиты; 5 – зювиты; 6 – расплавные импактиты; 7 – аллогенные литические брекчии; 8 – гранитная горная мука; 9 – брекчированные и катаклазированные породы основания

Fig. 5. Schematic cross-section by II – II of central part of the Boltysh impact structure

1 – Quaternary and Neogene sand and clay; 2 – Eocene marl and sand; 3 – Eocene and Paleocene argillite and oil shale; 4 – Paleocene sand, sandstone and siltstone; 5 – suevite; 6 – impact melt rock; 7 – allogenic lithic breccia; 8 – granitic rock flour; 9 – brecciated and cataclased basement rock

пресных подземных вод. Главным агентом первичной миграции являются поровые пространства и биогенно-насыщенные растворенные газы подстилающих отложений русел рек в зонах инфильтрации. Это, в свою очередь, особенно важно для объяснения гидрологических и гидрогеологических процессов нефтегазовых месторождений, а также их генезиса в связи с прогнозными характеристиками, как было приведено ранее. Для начальных условий формирования нефтегазовых месторождений основное значение имеют седиментационные процессы в свете круговорота вещества, подземная гидрогазосоставляющая речного стока в зонах инфильтрации и поглощения по РЗПП в виде инфильтрационных потоков через трещинные зоны и сообщающиеся поры и трещины. Условно допускается, что фильтрационный поток проникает через всю толщу пород от дневной поверхности и ниже по зонам трещиноватости вплоть до мантии, создавая условия для накопления УВ в кристаллических породах.

Прослеживание эманационной газовой съемкой путей инфильтрации через донные отложения и в обратном направлении по данным комплексных исследований геотектонических и гидрогеологических условий района в ряде случаев служит поисковыми критериями и помогает установить причины химических и геотермических особенностей формирования УВ, а также выяснить зоны геохимически и геотермически проницаемых русловых участков (зон поглощения и разгрузки), служащих критериями формирования УВ.

Все это позволяет очень высоко оценить роль образования и водной миграции жидких и газообразных УВ в широком интервале существующих отложений, их объемов, значение газовых растворов в качестве главного механизма миграции УВ и формирования месторождений в едином гидро-геосинергетическом биогенно-мантийном цикле на площадях развития зон прогибов импактных структур согласно геоструктурным особенностям заложения речной сети, а также связанных с ними гидробиологических и гидрогеологических процессов формирования критериев УВ.

В самих прогибах астроблем зоны нефтегазонакопления, по данным анализа нефтегазонасности мировых астроблем, расположены в центральной части, главным образом на их бортах в зонах развития речных систем и максимальной трещиноватости, служащих основным факто-

ром накопления первичных водогазовых субстратов и трещинными зонами для накопления углеводородных компонентов (табл. 1, рис. 6). Как видно из представленных схем размещения углеводородных месторождений основных астроблем мира, большинство продуктивных скважин (площадей) приурочено к руслам или приречным зонам, что позволяет в конечном счете использовать эту закономерность как дополнительный поисковый критерий, значительно сужая поисковую зону.

Проведенный анализ местоположения нефтегазовых месторождений и гидрогеологических бассейнов мировой добычи УВ, а также зон развития астроблем и геоструктурных особенностей на рассматриваемых территориях речных бассейнов, согласно гидрологическому блоку поисковой технологии, дает надежную основу для расчетных объемов в инфильтрационных зонах накопления продуктов гидрогазовых субстратов (вода – метан), позволяет уже на предварительном этапе технологии СТАГГИ выделить первичные контуры прогнозно-перспективных площадей на УВ.

Изучение материалов размещения продуктивных скважин показывает, что наибольшее количество нефтегазонасных участков астроблем располагается в зонах русловых процессов или в непосредственной близости от них в речных долинах, формирующихся седиментационно-биогенными осадками речных систем [Генезис..., 2006].

Заполнение метанорастворимыми субстратами трещинных объемов мантийного происхождения неизбежно приводит к миграции излишков газовой составляющей, приносимых водогазовым потоком, и невозможности принятия их лимитирующими объемами трещинных зон кристаллических пород. Они накапливаются в приразломных зонах осадочного чехла, зонах прогибов, речных системах, на площадях развития астроблем.

Как показал комплексный анализ гидрологических, гидрогеологических, структурно-тектонических исследований, включая материалы разломно-блоковой тектоники и грабенообразных образований, есть основания считать, что большинство нефтегазонасных объектов бассейна рек Днепровско-Донецкой впадины (Сула, Ворскла, Псел, Орель, Северский Донец), а также зон Предкарпатского и Причерноморских прогибов с дельтовыми каньонами в виде продолжающихся речных систем находятся в зонах поглощения инфильтрационных поверхностных речных вод и

Таблица 1. Нефтегазоносность импактных структур (по данным P.R. Donafrio, R.A.F. Grievae, Alanc Wono, D.I. Baird, T.R. Gerlach, W.F. Wilson, A.R. Hildebran, V.N. Carpenter, M.A. Wiley, S.E. Kirschner, R.L. Gibson, V.L. Sharpton, E.П. Гурову, дополнено В.И. Почтаренко, 2017)

Table 1. Oil and gas potential of impact structures (according to P.R. Donafrio, R.A.F. Grievae, Alanc Wono, D.I. Baird, T.R. Gerlach, W.F. Wilson, A.R. Hildebran, V.N. Carpenter, M.A. Wiley, S.E. Kirschner, R.L. Gibson, V.L. Sharpton, E.P. Gurov, Supplemented by V.I. Pochtarenko, 2017)

№ по	Название структуры	Место нахождения	Год открытия	Диаметр структуры, км	Особенности строения структуры. Морфология для	Возраст образования, млн лет. Система, отдел, ярус	Описание в современном рельефе (кратера, в том числе по данным космических снимков)	Уровень сохранности	Продуктивный элемент структуры
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Авак	США, Аляска	1943-1953	12	Структура сложная, состоит из центрального поднятия, воронки (жазоба) депрессии и вала. Средневысотные сланцы и пески центрального поднятия подняты на 500 м. Деформированные породы вскрыты скважиной на г.г. 1225 м. Фундамент – метаморфические породы	400-1000 К-Р	Структура не имеет отображения в дододатой тулуре Арктики	Структура покрывае слоюм постоженно заложеным пород поддепена и палеотопона	Вал
2	Вьюфелд	Канада, Саскачеван	1969	2,5 (3,2)	Морфология, два прореза. Кратер – глубокий врез в карбонатные отложения миссисипского возраста. Выполнен мощной толщей красно-песчрых пород высокого возраста. Красное подятие отобает кратер, перекрытый осадками мощностью более 1000 м. В разрезе 100 м отдеплет верхнюю часть вала и нижней части структуры. Высота вала – 60 м	с 1980-20	На поверхности кратер не проявлен	Структура перекрыта осадочными породами (>1000 м)	с
3	Эйкс	США, шт. Оклахома	1991	16	Относительно кольцевая структура, покрытая почти 3000 м осадков. Картируется лучом концентрических вадмин вадмин, шириной 1,5-3,0 км и внутренним (осадок центрального подятия). Структура сложная с центральным подятием. Дно кратера – граниты и их брекчии (брекчированные породы)	470-30; O ₁ -O ₂	На поверхности структура не проявлена (перерыва слоем палеотопенных осадков мощность 3 км)	Разрушенне центрального подятия	Вал, центральное подятие
4	Бил Бау	Канада, шт. Альберта	1962, 1993	17-18	Структура сложная в ослуре – поднятие на 250-300 м; конус расстрекивания на поверхности центра подятия; диаметр центрального подятия – 2,5 км; ширина вала – 4 км; радиус 2 км (кольцевой жазоб). Вал разбит многочисленными разломами, фундамент не вскрыт	65; К	На поверхности структура выражена слабо и не очевидна. На спутниковых снимках приближенно кольцевые припика, выраженные в речной сети	На сохранности структура на поверхности может быть обнаружена и после разрушения геоморфологические процессы	Вал, центральное подятие, кольцевые подятия, кольцевые подятия

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	Ньюбери	США, шт. Северная Дакота	1977	3,2	Структура простая: концентрический кратер с ободком кольцевой вали, сложенный кристаллическими сланцами докембрия и их карой выветривания. Дно раздробленные окисленные коренные кристаллические породы	< 500; < 50	Картруется по данным спутниковых снимков. Вал контролирует гидрометеорологическую систему	Сохранена не полностью	Вал
6	Ред-Винг-Крик	США, шт. Дакота	1996	9,1	Структура сложная. Центральное поднятие 6,5 км в диаметре, валики, крутоизгибающиеся склоны поднятия 91,5 км, кольцевая депрессия шириной 1,6 км, радиусом, ободком и внешний вал. Поднятия на 90-155 м, ширина 1,6 км	200±25; T-J	По данным космических структура на поверхности отображена четко	Удаловтворительный	Центральное поднятие в виде концентрической УВ подкра (термой)
7	Сьерра-Мальера (Сьерра-Мальера)	США, шт. Техас	1959	13	Структура сложная: центральное поднятие (купол) поднято на 450 м, сложено известняками, сильно разрушенными; вкременной вал в виде кольцевой	< 100; K	Кратер четко выражен на поверхности; центральная часть поднята над уровнем окружающей местности на 240 м	Сохранена	Центральное поднятие в виде
8	Стив-Ривер	Канада, провинция Альберта	1968	25	Структура сложная: центральное поднятие опущено на 100 м ниже регионального уровня; а вал (диаметр 3 км) складчат на 100 м над региональным уровнем. Вал имеет ободковое строение. Кратер выделен в нескольких километрах на северо-востоке от кружка докембрийского линсаметалла свинцовых руду Най-Ривер	91±2; K ₂	На поверхности структура не выявлена	Удаловтворительный	Вал
9	Чиксулуб	Мексика, северная часть полуострова Юкатан	1981	~260 (300)	Структура сложная многокольцевая: в периферийных частях кратера выделяется четко выраженное кольцевое поднятие диаметром 250-270 м, которое принимается как внешний вал кратера; диаметр кратера 8-10 км. На расстоянии 90 км от центра, в красных частях структуры на поверхности по существу доминируют мелочные валики, возвышающиеся над поверхностью ободком и сллобы пород кристаллического фундамента. Минимум кратера – породы кристаллического фундамента, перекрывающиеся толщей мелочных пород мощностью 2 км. Центральное поднятие имеет сложное строение. Глубина кратера в его центральной части 1600-1700 м, на одна из трех пробуренных скважин не вышла из толще конглоитов и ударно расплавленных пород	65,2±4	Кратер перекрыт толщей осадочных пород породиста (4 км), на поверхности не выделен. По данным космических снимков выделяется несколько концентрических колец. Ободком призматом существующий его сложного многокольцевого строения является система восточных провалов (декаг) диаметром от 30 до 310 м каж. ав. сгущенных на поверхности в виде повернутой на юг дуги диаметром около 165 км	Центральная	Покров индуров (ча) пределеми кратера

Окончание табл. 1

№ п/п	Породы, выстилающие залежи УИ	Глубина залежи, м	Общее количество пробуренных скважин	Процент, % (количество продуктивных скважин)	Запасы		Добыча до сих пор		Примечание
					нефть, т	газ, м ³	нефть, т	газ, м ³	
1	Щебенчатые известняки	790-850	18	-	1,1 млрд	-	37 000	-	Добыча ведется на участках из прилегающей структуры. Эти участки связаны литостратиграфическими с коренными выдами
2	Карбонатные породы бременно-вапняные	1270-1310	50	~50% (24 скв.), по другим данным (40% (30 скв.))	1,6 млн	1,80 млн	87 (45-62)	7-400	Канадская часть Удлинетовского бассейна
3	Трансформированные кристаллического флюидокристаллические и карбонатные породы (известняки)	2540-2900	89	~45% (40 скв.)	3,8 млн	4,30 млн	390	88 000	Структура размещена на позитиве бору нефти в южной части бассейна Анапарко
4	Щебенчатые (?)	4500 (?)		5 скв. (4 скв. на вост. и на центр. участках). Добывается газ					
5	Кристаллические породы и их кора выветривания (песчанники)	2800-2930	5	2 скв.	2,3 млн		42		Структура находится в пределах Удлинетовского нефтяного бассейна
6	Карбонатные брекчии (фусов)	2440-2960 (8600-9700 фусов)	35	40 (21 скв.)	3 млн	700 млн	150	60 000	Структура находится в пределах Удлинетовского бассейна
7	Карбонатные породы	3660-4110	30	50 (20 скв.)	7,7 млрд			220 000	Структура находится во территории частной собственности
8	Карбонатные породы	1420-1500	27	7,4 (2 скв.)	450 000 750 000 (3-5 млн баррелей)		80-82 (5-50 баррелей)		
9	Карбонатные породы	2530-5180 (2766-5666)	658		4,5 млрд	426 млрд	320 000	40 млн	

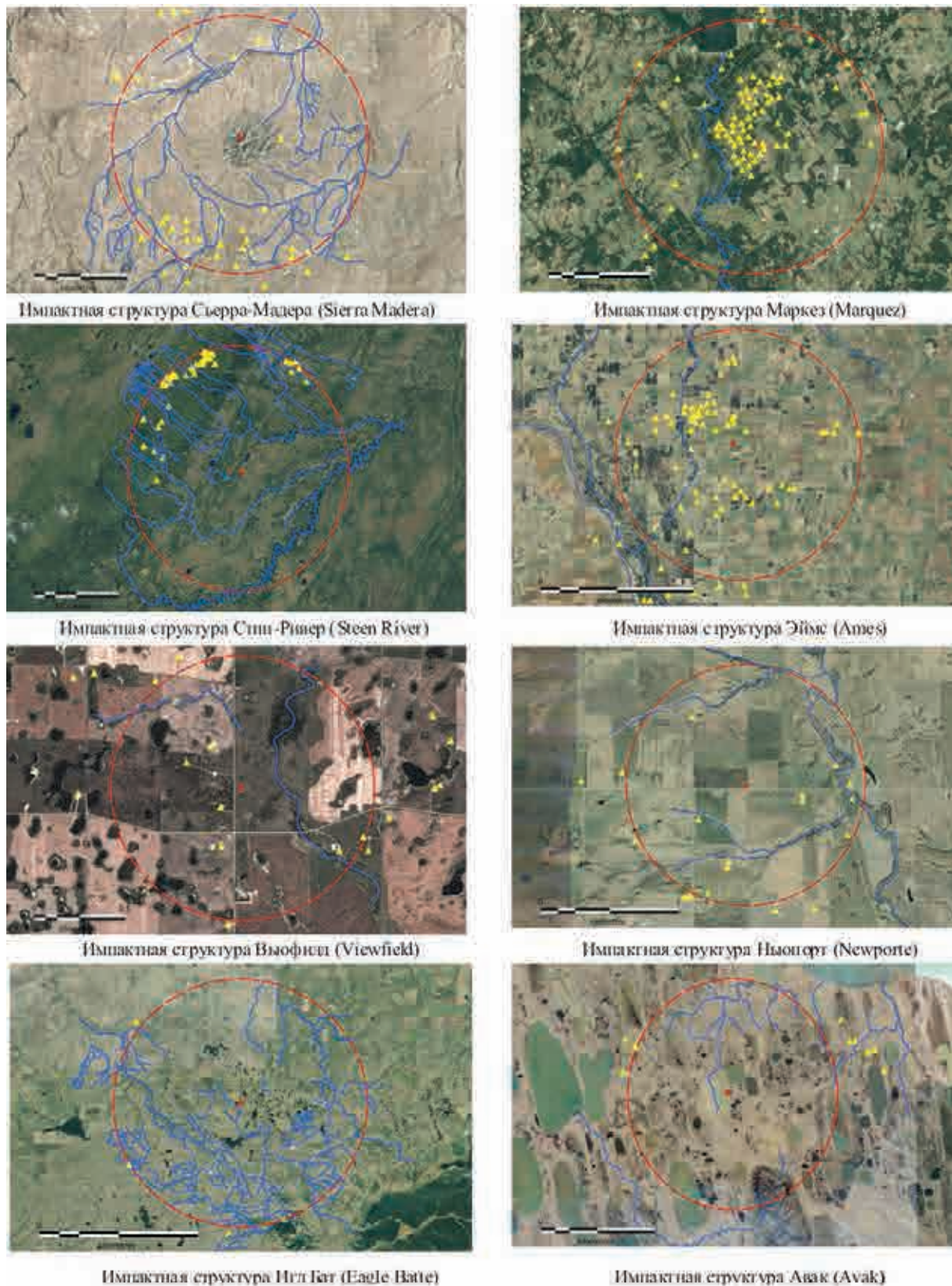


Рис. 6. Расположение продуктивных скважин по отношению к речной сети некоторых импактных структур. Изображения выполнены В.О. Подобой и К.Н. Стародубцем в программной среде MapInfo с использованием снимков Google maps, 2017 г.

Fig. 6. Location of productive wells in relation to the river network of some impact structures. The images were made by V.O. Podoba and K.N. Starodubets in the program environment of MapInfo, using Google maps, 2017

приурочены к их речным долинам (рис. 7) [Багрий, 2016]. Один из примеров размещения месторождений УВ и скважин в зонах геоструктурных проявлений и речных долин приведен на рис. 8.

Таким образом, как показал опыт применения СТАГГИ, формирование месторождений УВ и их прогнозные характеристики необходимо исследовать системно в гидролого-геологическом временном разрезе и с учетом влияния геострук-

турных и гидролого-гидрогеологических особенностей зон прогибов, высокотемпературных условий в тесной взаимосвязи с гидролого-биогеогенными метанопродуцирующими процессами и глубинно-мантийными преобразованиями водорастворенных биогенно-метановых субстратов в парагенезисе с глубинными продуктами флюидодегазационных мантийных процессов и катализаторов H^2 , He^2 , He^3 , а также продуктами распада Ra (Rn), U.

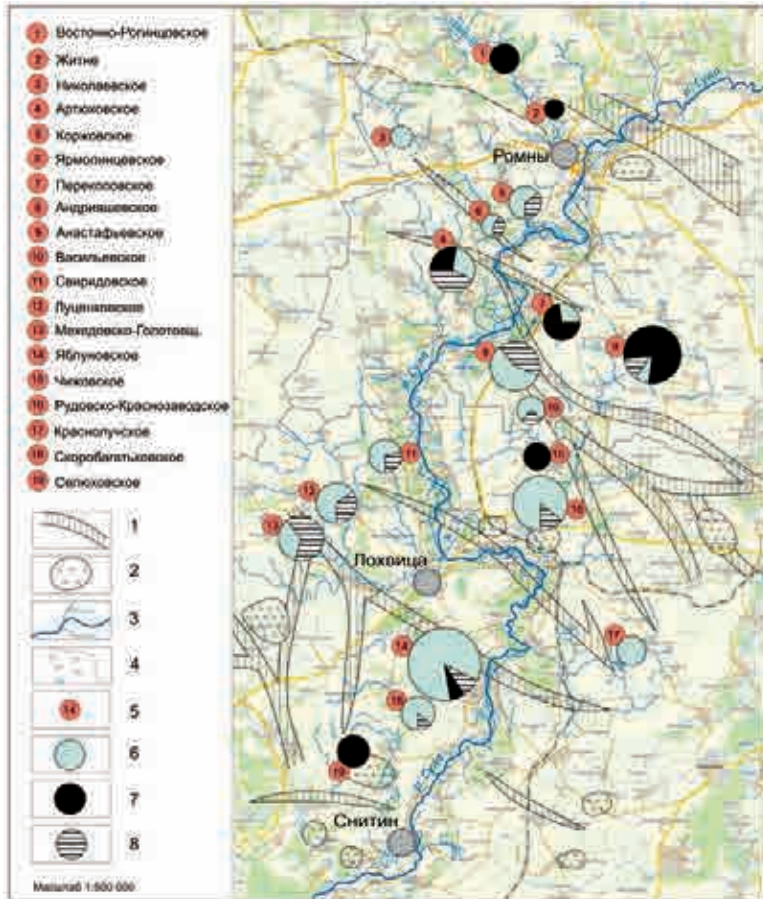


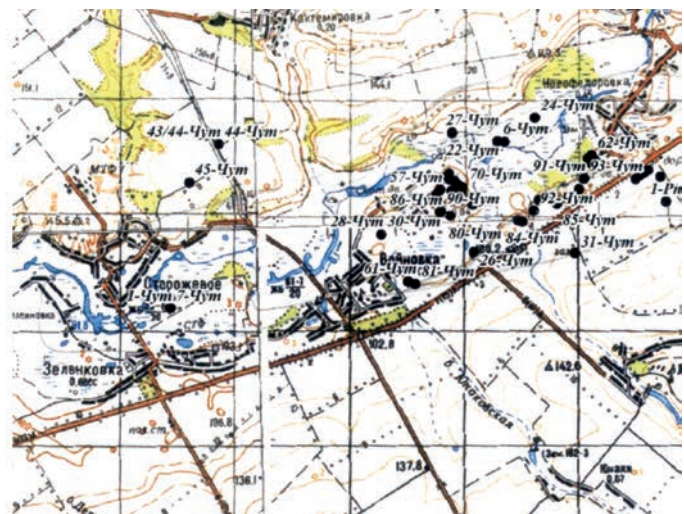
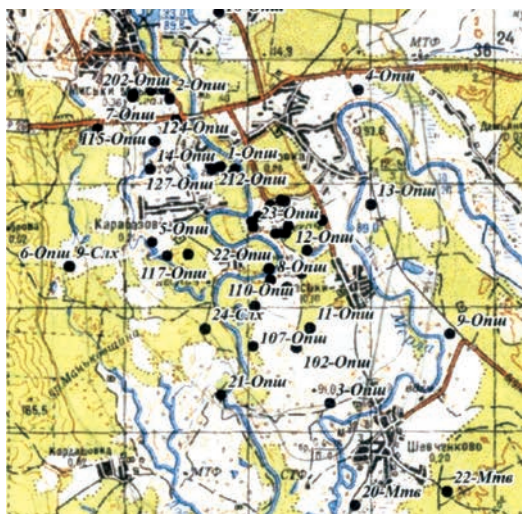
Рис. 7. Схема расположения месторождений УВ в фундаменте

1 – нарушение в фундаменте по КМПВ (данные М. Манюты, 1993 г.); 2 – соляные штоки; 3 – р. Сула с притоками; 4 – болота и границы их распространения; 5 – номера месторождений; 6 – доля газа в начальных запасах месторождений; 7 – доля нефти в начальных запасах месторождений; 8 – доля конденсата в начальных запасах месторождений

Fig. 7. The scheme of hydrocarbon deposits location in the crystal basement
1 – violation in the crystal basement according the refraction correlation shooting (M. Manyuta, 1993); 2 – salt domes; 3 – Sula river with tributaries; 4 – swamps and the boundaries of their distribution; 5 – numbers of deposits; 6 – the share of gas in the initial reserves of deposits; 7 – share of oil in the initial reserves of deposits; 8 – share of condensate in initial reserves of deposits

Рис. 8. Размещение месторождений УВ и скважин в зонах геоструктурных проявлений и речных долин

Fig. 8. Location of hydrocarbon fields and wells in zones of geostuctural manifestations and river valleys



Предлагаемый унифицированный подход позволяет уже на предварительном этапе обосновать поисковые критерии нефтегазоносности в тех районах ударного метаморфизма, зон прогибов и на участках осадочного чехла, где созданы благоприятные условия для накопления УВ в зонах развития речных систем, болотно-зандровых зонах, в кристаллических породах вследствие достаточной генерации биогенных метанопродуцирующих отложений и структурно-геодинамических, геотермических процессов.

Впервые при выполнении методико-поисковых исследований перспективных площадей на УВ были рассмотрены биологические показатели импактных структур мира (см. табл. 1).

Результаты проведения комплекса специальных исследований на участке р. Тясмин и ее притоков. В октябре 2016 г. в пределах Болтышской импактной структуры был выполнен комплекс специальных исследований с целью уточнения положения участков повышенной взаимосвязи поверхностных и подземных вод, связанных с РЗПП. Комплекс исследований для определения положения участков повышенной взаимосвязи поверхностных и подземных вод включал следующее:

1) гидрологическое обследование и гидрометрическую съёмку водотоков в намеченных створах (рис. 9);

2) радонометрические исследования поверхностных вод по створам;

3) отбор донных отложений для лабораторной дегазации и определения состава растворенных газов в намеченных створах.

Комплекс исследований в намеченных створах был проведен по р. Тясмин – четыре створа (Ctv 1-4), а также на притоках р. Болтышка – два створа (Ctv 5-6) и по одному створу на реках Сухой Тясмин (Ctv 7), Осотьянка (Ctv 8) и Косарка (Ctv 9).

В створах были выполнены гидрологическое обследование и гидрометрическая съёмка водотока. Расход воды в исследуемом створе измерялся в зависимости от условий гидрометрическим или объемным методом. В исследуемых створах определены содержания радона. Кроме того, проведено отбор проб донных отложений для последующей дегазации и хроматографического анализа состава газов.

Гидрологическая характеристика р. Тясмин в пределах Болтышской структуры. Тясмин – река в Александровском районе Кировоградской области и Каменском, Смелянском, Черкасском и Чигиринском районах Черкасской области, правый приток Днепра (впадает в Кременчугское водохранилище). Длина ее 161 км, площадь бассейна – 4540 км². Берет начало с небольшого озера у с. Красноселье, течет по Приднепровской возвышенности. Долина трапециевидная шириной до 2,5 км. Наблюдаются выходы кристаллических пород, иногда долина асимметричная с высоким крутым правым и



Рис. 9. Расположение створов для проведения комплекса специальных исследований на р. Тясмин и ее притоках

Fig. 9. Location of stations for conducting a complex of special studies on the Tiasmyn river and on its tributaries

пологим левым склонами. Пойма хорошо выявлена в нижнем течении, частично затопливается водами водохранилища, имеются заболоченные участки. Русло извилистое, на отдельных участках канализованное, шириной до 30-40 м. Уклон реки – 0,34 м/км. Основные притоки: Иркий (правый), Мокрый Ташлык, Гнилой Ташлык (левые). Питание снеговое и дождевое. Сток зарегулирован водохранилищами и прудами, имеются шлюзы-регуляторы.

Результаты проведения комплекса специальных исследований участка р. Тясмин в пределах Болтышской структуры. Изучаемый участок расположен от истока реки до г. Каменка. На этом участке в р. Тясмин впадают правобережные притоки Осотьянка и Косарка и левобережный – Болтышка. В период 4-5 октября 2016 г. здесь проведена гидрометрическая съемка. Расположение створов приведено на рис. 10, результаты измерений – в табл. 2.

При исследованиях на девяти створах был измерен расход воды (на шести створах объёмным методом и на трех створах гидрометрическим). Также было обработано девять проб придонной воды и определено содержание радона. На восьми створах (за исключением р. Осотьянка – Ств 8) были отобраны пробы донных отложений.

Для определения естественного приращения (поглощения) речного стока между исследуемыми створами была использована формула

руслового водного баланса для участка реки. Полная формула руслового водного баланса учитывает данные измерений расходов воды в створах реки, водозабора и сбросов в русло, а также русловое регулирование:

$$DQ = Q_H - Q_B - Q_{бп} + Q_{вз} - Q_{вс} + Q_{pp} + Q_{нб}, \quad (1.1)$$

где DQ – прирост расходов воды между нижним и верхним створами участка; Q_B и Q_H – расходы воды в верхнем и нижнем створах; $Q_{бп}$ – расходы боковых притоков; $Q_{вз}$ – водозабор русловых вод; $Q_{вс}$ – сброс воды в русловую сеть; Q_{pp} – русловое регулирование (в период устойчивой межени стремится к нулю); $Q_{нб}$ – невязка водного баланса, связанная с точностью измерений его элементов.

При составлении руслового водного баланса для межени периода русловое регулирование не учитывали, поскольку величина Q_{pp} очень мала и ею можно пренебречь. Таким образом, уравнение (1.1) принимает вид:

$$DQ = Q_H - Q_B - Q_{бп} + Q_{вз} - Q_{вс} + Q_{нб}. \quad (1.2)$$

На основе гидрологического обследования участка р. Тясмин не выявлено значительного влияния водозаборов русловых вод и сбросов воды в русловую сеть, что позволило использовать сокращенную формулу руслового водного баланса для участка реки:

$$DQ = Q_H - Q_B - Q_{бп}. \quad (1.3)$$

Таблица 2. Результаты проведения комплексных исследований на участке р. Тясмин, 5 октября 2016 г.

Table 2. The results of comprehensive studies on the section of the Tiasmin river. October 5, 2016

№ створа	Название реки	Привязка створа	Метод измерения	Расход воды, м ³ /с	Содержание радона в воде, Бк/л
1	Тясмин	с. Низкие Верещаки	Объёмный	0,022	1,10
2	»	2,5 км выше устья р. Болтышка	»	0,050	1,86
3	»	1 км выше автодороги Киев – Кривой Рог	Гидрометрический	0,180	0,10
4	»	4 км ниже устья р. Косарка	»	0,100	0,64
5	Болтышка	У с. Болтышка	Объёмный	0,001	0,70
6	»	3 км выше устья	Гидрометрический	0,150	0,25
7	Сухой Тясмин	4 км выше устья	Объёмный	0,020	0,09
8	Осотьянка	2 км выше устья	»	0,060	0,34
9	Косарка	3 км выше устья	»	0,020	0,39

Данные исследования прироста расходов воды (поглощения) между нижним и верхним створами участка реки сведены в табл. 3.

Результаты определения содержания радона в придонной воде приведены в табл. 4 и на рис. 11, 12. Наибольшие значения содержания радона отме-

чаются в верхних створах рек Тясмин и Болтышка. На этих участках установлено также поглощение речного стока вследствие инфильтрационных процессов. Такие участки хорошо коррелируются с прогнозно-перспективными зонами на УВ, выделенными по результатам СТАГГИ (см. рис. 10).

Таблица 3. Расходы воды (поглощение) между нижним и верхним створами участка р. Тясмин

Table 3. Water discharge (absorption) expenditure between the lower and upper stations of the Tiasmin river

№ створа	Расход воды, м ³ /с	Боковые притоки	Расход воды притоков, м ³ /с	Приращение, м ³ /с
1	0,022	—	—	—
2	0,050	—	—	+0,032
3	0,180	Реки Болтышка (л) и Сухой Тясмин	0,170	-0,060
4	0,100	Реки Осотьянка (п) и Косарка (п)	0,080	-0,160

Примечание: (л) – левый приток, (п) – правый приток.

Таблица 4. Сводные результаты математическо-статистической обработки данных лабораторно-аналитических исследований по технологии СТАГГИ. Площадь исследований – 1951 км², пунктов исследований – 181

Table 4. Summary results of mathematical and statistical data processing of laboratory-analytical studies on STAGGS technology. The area of research – 1951 km², points of research – 181

Определяемые компоненты	Количество проб (n)	Результаты математическо-статистической обработки данных								
		min	max	\bar{C}_p	δS	D	S	C_{min}	C_n	C_{95}
Температура, °С	181	15,7	30	22,72	0,39	0,87	2,62	24,03	26,65	30,58
Радон, Бк/л	181	0	33,72	2,33	0,35	-1,93	2,22	3,45	5,67	9
Торон, Бк/л	181	0	72,04	26,63	1,84	158,67	12,4	32,93	45,52	64,42
Гидрид (H ₂) (H ₂), об.%	33	0,33	7,97	Все показатели на уровне нуля						
Водород (H ₂) (H ₂), об.%	82	0,16	16,93	0,78	0,14	0,5	0,84	1,22	2,17	3,45
Углекислый газ (CO ₂), об.%	181	0	7,73	0,22	0,02	0,02	0,14	0,29	0,43	0,61
Метан (СН ₄), 10 ³ об.%	181	5,81	113,1	37,29	2,18	214,46	14,64	44,61	59,25	81,22
Этан (С ₂ H ₆), 10 ³ об.%	179*	0,81	57,11	7,9	0,65	17,74	4,21	10,01	14,22	20,54
Этилен (С ₂ H ₄), 10 ³ об.%	180**	0,73	516,2	46,59	5,33	1184,54	34,42	63,79	98,21	149,84
Пропан (С ₃ H ₈), 10 ³ об.%	180***	0,18	37,0	5,37	0,39	14,95	3,57	7,46	11,37	17,17
Изобутан (С ₃ H ₈), 10 ³ об.%	181	0,1	200,3	23	3,33	481,34	21,94	33,97	53,91	88,82
Бутан (С ₄ H ₁₀), 10 ³ об.%	181	0,46	430,7	47,41	5,69	1373,95	37,07	65,94	103,01	158,61
Пентан (С ₅ H ₁₂), 10 ³ об.%	180	0,39	240,5	23,97	2,51	263,71	76,24	32,09	48,33	72,69
Неопентан (С ₅ H ₁₂), 10 ³ об.%	181	3,5	134,5	151,5	16,01	10447,7	103,18	702,6	104,78	458,06
Гексан (С ₆ H ₁₄), 10 ³ об.%	181	2,7	791,8	94,78	9,57	3735,65	61,12	1125,34	217,02	217,14
Гексан (С ₆ H ₁₄), 10 ³ об.%	181	1,24	538,2	65,34	6,29	1613,23	40,17	85,43	145,07	185,84

Примечание:

Гексан и неопентан на участке работ в пробах не обнаружены.

* Этан не определен в трех пробах (пик поглощен пиком метана).

** Этилен и пропан не определены в одной пробе (пик поглощен пиком метана).

*** Пропан не определен в одной пробе (пик поглощен высокой концентрацией метана).

В случаях, когда пик газа поглощен другим газом, при расчете статистических показателей для этого газа количество проб уменьшалось.

Для случаев, когда концентрация показателя меньше чувствительности прибора с min считалось 1/2 минимально определенного значения:

n – количество проб, в которых определен компонент (выше чувствительности прибора);

min – минимально определенное значение показателя;

max – максимально определенное значение показателя;

\bar{x} – среднее арифметическое значение;

N – количество проб, в которых показатель не превышает СЗС.

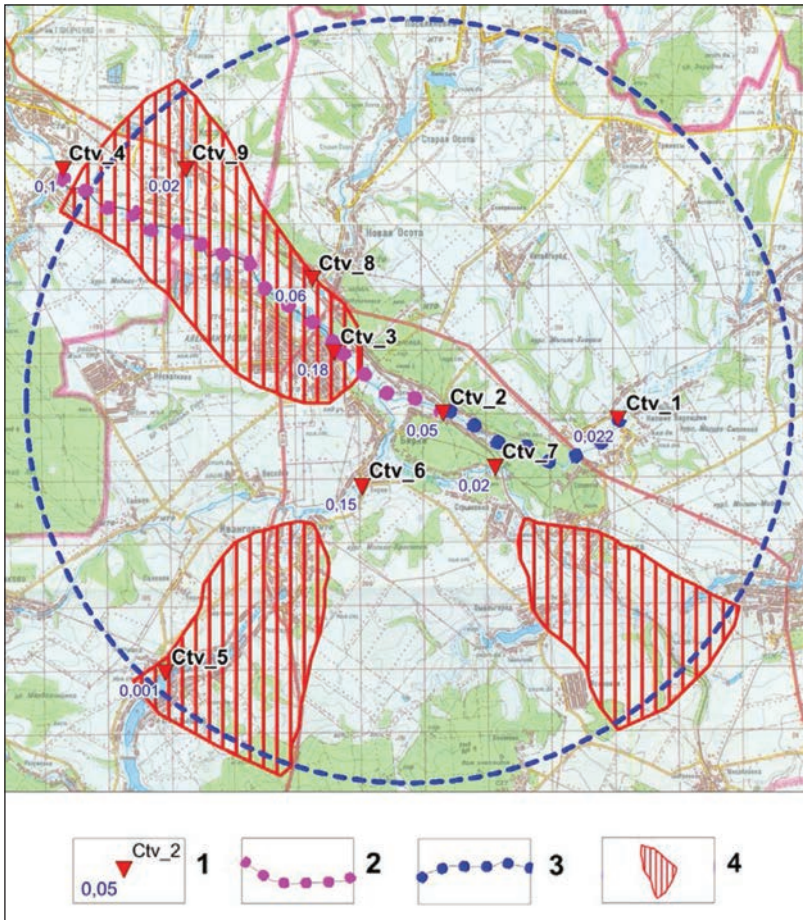


Рис. 10. Участки, перспективные на поиск УВ по результатам проведения гидрометрических исследований на участке р. Тясмин и ее притоков на топографической основе

1 – гидрометрический створ (верхний индекс – название створа, нижний индекс – расход воды в створе, м³/с); 2 – участок речного русла с поглощением водного стока; 3 – участок речного русла с приращением водного стока; 4 – участки, перспективные на поиск УВ по гидролого-гидрогеологическим критериям

Fig. 10. Sites promising to search for hydrocarbons by the results of hydrometric research on the section of the river Tiasmin and its tributaries on a topographic basis

1 – gauging station (superscript station name, subscript water flow in the station, m³/s), 2 – section of river bed with absorption of water flow, 3 – section of the river bed with increasing water flow, 4 – areas promising to search for hydrocarbons under hydrological and hydrogeological criteria

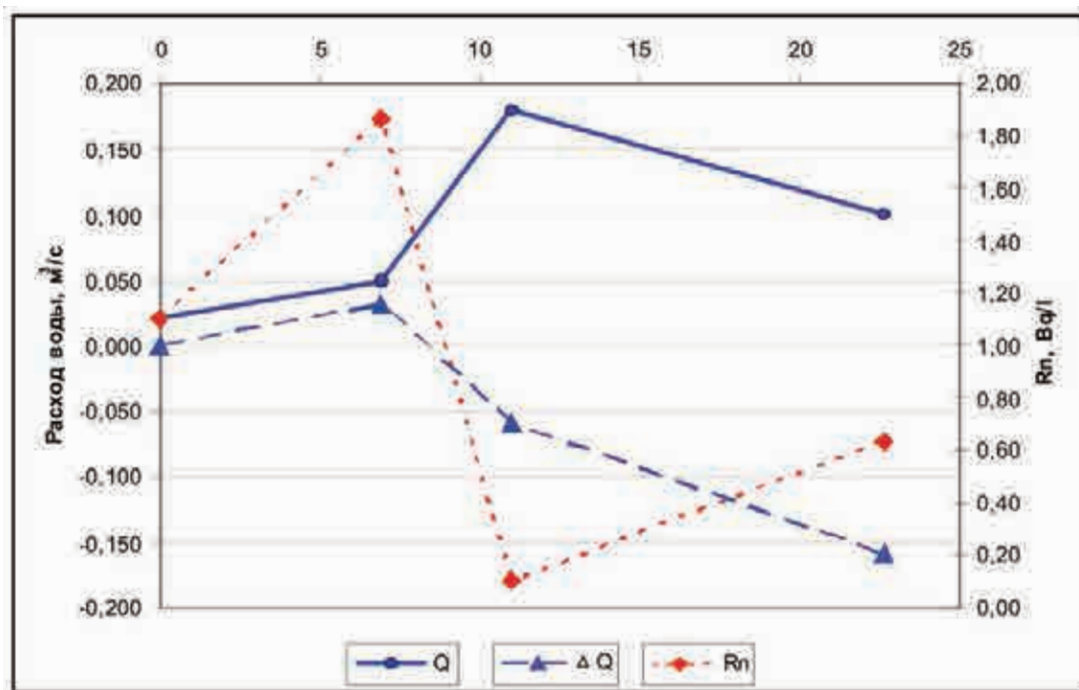


Рис. 11. График изменения расходов воды (Q), приращения водного стока (Q) участка р. Тясмин (створы 1-4, съемка 04-06.10.2016 г.) и результатов радонометрических исследований (Rn)

Fig. 11. Graph of changes in water flow (Q), the increase of water flow (Q) in the section of the Tiasmin river (points 1-4, survey by 04-06.10.2016) and the results of radon studies (Rn)



Рис. 12. Результаты проведения радонометрических исследований на участке р. Тясмин и ее притоках (съемка 04-06.10.2016 г.)

Fig. 12. The results of the radonometric studies on the section of the Tiasmin river and on its tributaries (survey by 04-06.10.2016)

По данным геологоразведочных работ, в основе Болтышской впадины залегает пласт брекчиеподобных пород мощностью свыше 100 м. Основная часть разреза составлена слоистыми аргиллитами, сланцами, в том числе горючими.

В стратиграфическом разрезе впадины, безусловно, наибольший интерес представляют два продуктивных горизонта горючих сланцев, расположенных на глубине 300-330 и 220-250 м, соответственно. Интересными в отношении газосности являются залежи, вмещающие горючие сланцы Болтышской впадины и относительно насыщенные органическим веществом.

Экономические и экологические проблемы использования горючих сланцев. Были проведены многочисленные исследования возможного применения горючих сланцев разными организациями: ВНИИнефтехим, ЛИСИ, НИИ сланцевой, магниевой и электродной промышленности ВАМИ (г. Ленинград), ВТИ, ЭНИН (г. Москва), Теплоэлектропроект, ВНИИПКнефтехим (г. Киев), ВНГИ, ПИ, ИГГГК, Львовским политехническим институтом (г. Львов), НИИС (г. Котлах-Ярве), Башкирским НИИ по переработке нефти (г. Уфа). В результате установлено, что они могут использоваться как топливо для электростанций, для получения моторного топлива, смазочных масел, высококалорийного газа, парафи-

нов, азотных соединений, поверхностно активных веществ (ПАВ), гербицидов, синтеза полимерных материалов и т.п. По подсчетам, из смол Болтышского месторождения можно получить 800 млн т сырой нефти. При термическом разложении сланца выход газа составил 750 м³/т. Тепловая отдача при сжигании – от 7860 до 8740 ккал/кг. Приведенная сравнительная таблица дает все основания считать, что теплота сгорания (кдж/кг) – одна из наиболее эффективных по качеству среди мировых запасов горючих сланцев (табл. 5).

Запасы и ресурсы горючих сланцев по категориям С₂ и Р₁+Р₂ составляют 3795 млн т (табл. 6). Кроме того, на месторождении были подсчитаны забалансовые запасы, куда, помимо некондиционных на время подсчета частей пластов II и IV горизонтов, были включены также отдельные пласты III горизонта, которые не учитывали при подсчете запасов (табл. 7).

По данным хроматографического анализа углеводных газов, основной их составляющей является метан (80-90%).

Под основными направлениями комплексной переработки горючих сланцев обычно понимают выбор основной технологии переработки сланца (сжигание или пиролиз) и порядок технологических операций с продуктами переработки (твердыми, жидкими и газообразными).

Таблица 5. Сопоставление качества горючих сланцев разных месторождений мира

Table 5. Comparison of the quality of oil shale from different deposits of the world

Месторождение	Страна	Содержание золы, %	Теплота сгорания, кДж/кг	Выход смолы, %
Болтышское	Украина	42,4-70,0	8372-19 934	6-32,0
Прибалтийский бассейн	Эстония	40-60	14 600-16 700	20-40
Кашпирское	Россия	60,3	9900	13,0-25,0
Фушунское	КНР	78-80	4200-5800	3,0-6,0
Ермало	ПАР	42,5	18 800	13,0-37,8
Египетское	ПАР	73,8	6300	6,6
Тремебе	Бразилия	82,3	2500-3700	4,0
Глен-Девис	Австрия	51,6	14 600	30,0
Грин-Ривер	США	66,9	До 8400	10-15,0

Таблица 6. Запасы и ресурсы горючих сланцев Болтышского месторождения (т)

Table 6. Reserves of oil shale of the Boltysk deposit (t)

Категория	IV					II	Всего
	A	B	B ₁	B ₂	Г		
C ₂	165 572	1 056 500	42 949	108 011	–	341 001	1 714 033
P ₁ +P ₂	111 426	607 322	336 406	521 964	164 092	340 258	2 081 468
Всего	276 998	1 663 822	379 355	629 075	164 092	681 259	3 795 501

Таблица 7. Забалансовые запасы горючих сланцев Болтышского месторождения (т)

Table 7. Off-balance reserves of oil shale of the Boltysk deposit (t)

IV категория					III категория		II категория			Всего
A	B	B ₁	B ₂	Г	C ₁	C ₂	H ₁	H ₂	H ₃	
129 426	77 556	162 203	99 328	109 076	142 991	69 489	59 548	35 172	35 766	920 555

Кроме этого, необходимо отметить, что переработка горючего сланца Болтышского месторождения изучалась только на первых стадиях разведки (с 1965 по 1985 г.), когда нефти, газа и угля в Украине добывалось достаточно для обеспечения энергетической независимости. После выполнения этих работ прошел довольно долгий промежуток времени, а исследований на базе новых технологий переработки не проводилось. Выполнение таких работ в мире имеет приоритетное направление. В мировом обзоре использования горючих сланцев предлагается:

1. Энергетическое (прямое сжигание сланцев для получения электроэнергии) направление использования. Несмотря на высокую зольность и высокую влажность болтышских сланцев, применение их в качестве энергетического топлива воз-

можно только при условии глубокой размокнутой подсушки. Из-за ограничений, связанных с запыленностью и загазованностью серным ангидридом атмосферы, мощность ГРЭС на базе болтышских сланцев принята 1200 мВт. Максимальный выброс серного ангидрида будет достигать 0,466 мг/м³ при максимально допустимом 0,5 мг/м³.

2. Энерготехнологическое использование горючих сланцев подразумевает предварительную термальную обработку (полукоксование) сланцев, в результате чего органическое вещество сланцев разлагается с образованием сланцевой смолы, газа, подсмольных вод и других продуктов.

Сожжение сланцевого масла или газа дает возможность увеличить мощность энергетических блоков, повысить рабочие параметры котла и турбин, уменьшить удельный расход топлива.

При этом повышается надежность электростанции, улучшаются условия работы персонала, а сама электростанция может быть размещена в отдалении от топливной базы и с меньшими капитальными затратами на ее строительство.

Энерготехнологическое направление предусматривает метод термической переработки измельченного сланца с твердым теплоносителем. Перед началом переработки горючих сланцев необходимо дробление полезных ископаемых, если необходимо сушение или обогащение горючих сланцев. Известно, что при горении сланцев длительность образования летучих газов зависит не только от условий термической обработки (температуры и скорости нагрева частиц), но и от измельчения частиц. Измельчение угольных или сланцевых частиц, как показали исследования, позволяет получить не только ту или иную степень дисперсности частиц, но и ряд новых свойств, связанных с конфигурацией реакционных свойств частиц, таких как скорость воспламенения и горения, температура воспламенения. Высоконапряженные способы измельчения, например струйные, характеризующиеся большой мощностью разрушающего действия, позволяют получить угольные порошки с активной поверхностью частиц.

Выполнение всего комплекса работ позволит максимально использовать энергетический потенциал горючих сланцев. Но, к сожалению, еще не разработана технологическая схема переработки сланцев физико-химическим методом, который будет иметь ряд преимуществ, а именно: экологическую чистоту получения всей горючей части сланцев, продукты переработки органики с практически нулевой зольностью и высокой теплотворной способностью, минеральная часть горючих сланцев не будет поддаваться температурному воздействию и, соответственно, не будет содержать продукты сгорания органики.

Экологические проблемы. Сланцевая промышленность имеет весьма различное влияние на окружающую среду, причем негативный характер этого влияния во многом определяется образованием чрезвычайно большого количества твердых отходов, основная часть которых при нынешней технологии добычи и переработки сланцев складывается в отвалах.

В настоящее время, с целью предотвращения самовозгорания, отсыпка пород на прибалтийских шахтах ведется только в плоские отвалы с террасами через каждые 10 м по высоте.

Проект рекультивации таких отвалов предусматривает покрытие поверхности террас и вершин отвалов плодородным слоем почвы, предварительно снятого с поверхности, отведенной под отвал, и посадку леса.

Крутые откосы старых отвалов перед рекультивацией необходимо сделать более пологими. Однако выполаживание откосов до 8-12° требует проведения больших объемов работ по перемещению грунта и ведет к увеличению площади земель, занятых отвалами. В связи с этим проведены опыты по рекультивации крутых откосов отвалов без выполаживания путем их озеленения с помощью торфяно-дерновых ковров. Их использование для закрепления и озеленения крутых откосов во многих случаях экономически более целесообразно, чем по обычной технологии рекультивации.

Разработаны и, как предполагается, в будущем будут широко применяться методы озеленения зольных отвалов переработки сланцев деревьями и кустами, а также многолетними травами. Первые опыты в этом направлении были выполнены в 1968 г. в Эстонии. Вегетационные опыты по озеленению отвалов проведены и в США.

Для складирования отходов переработки сланцев необходимо использовать отрицательные формы рельефа (балки, овраги и др.). При этом отходы должны увлажняться водой и утрамбовываться. Для предупреждения загрязнения водотоков при растворении веществ из отходов отвалы должны быть обустроены дамбами и дренажным оборудованием. После выполнения негативных форм рельефа отвалы выравниваются и покрываются почвенным слоем.

Таким образом, есть ряд технических решений, реализация которых позволяет уменьшить негативное влияние отходов на окружающую среду. Тем не менее круг нерешенных проблем достаточно широк. Например, именно это является одним из главных доводов против организации промышленной переработки сланцев в наземных агрегатах.

При решении проблем охраны окружающей среды необходимо учитывать то, что газовые выбросы и сточные воды сланцеперерабатывающих производств содержат загрязняющие вещества, которые имеют повышенное негативное влияние на окружающую среду и вредное воздействие на человека. Системы защиты атмосферного воздуха от загрязнения, защиты воды от загрязнения сточными водами, охрана почвы

и рекультивации земель будут использовать современные технические средства и мероприятия, что в полном объеме обеспечит очистку газовых выбросов и сточных вод до предельно допустимых концентраций.

На основе всего изложенного выше можно еще раз констатировать, что единственно верным и радикальным решением этой проблемы

является комплексная переработка сланцев с максимальной утилизацией их минеральной части. При таком подходе эффективной защиты окружающей среды достигается значительная экономия средств, которые расходуются для обустройства и эксплуатации породных и зольных отвалов и обеспечения рационального использования природных ресурсов.

Список литературы / References

1. **Бабиниц А.Е., Боровский Б.В., Шестопалов В.М., Лисиченко Г.В. и др.** Формирование эксплуатационных ресурсов подземных вод платформенных структур Украины. Киев: Наук. думка, 1979. 214 с.
Babinets A.E., Borevsky B.V., Shestopalov V.M. et al., 1979. Formation of operational resources of underground waters of platform structures of Ukraine. Kiev: Naukova Dumka, 214 p. (in Russian).
2. **Багрий І.Д.** Розробка геолого-структурно-термо-атмогеохімічної технології прогнозування пошуків корисних копалин та оцінки геоекологічного стану довкілля. Київ: Логос, 2013. 511 с.
Bagriy I.D., 2013. Development of geological-structural-thermal-atmogeochemical technology of forecasting of search of minerals and assessment of geoeological environmental state. Kyiv: Logos, 511 p. (in Ukrainian).
3. **Багрий І.Д.** Обґрунтування нової пошукової технології та її адаптація на традиційних і нетрадиційних нафтогазоносних об'єктах імпактних структур України. *Геол. журн.* 2015. № 2 (351). С. 105-126.
Bagriy I.D., 2015. Justification of new search technology and its adaptation to conventional and unconventional oil and gas facilities impact structures of Ukraine. *Geologichnyy Zhurnal*, № 2 (351), p. 105-126 (in Ukrainian).
4. **Багрий І.Д.** Гидро-геосинергетическая биогенно-мантийная гипотеза образования углеводородов и ее роль при обосновании прямопоисковой технологии. *Геол. журн.* 2016. № 2 (355). С. 107-133.
Bagriy I.D., 2016. Hydro-geosynergetic biogenic-mantle hypothesis of hydrocarbons origin and its role in direct search technology substantiation. *Geologichnyy Zhurnal*, № 2 (355), p. 107-133 (in Russian).
5. **Багрий І.Д., Лисиченко Г.В., Шестопалов В.М.** Комплексирование методов при изучении взаимосвязи подземных и речных вод. *Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. Методы изучения водообмена.* Киев: Наук. думка, 1988. С. 223-239.
Bagriy I.D., Lisichenko G.V., Shestopalov V.M., 1988. Integration of methods in the study of the relationship of groundwater and river water. *Water exchange in hydrogeological structures of Ukraine. Methods of studying the water cycle.* Kiev: Naukova Dumka, p. 223-239 (in Russian).
6. **Багрий І.Д.** Прогнозування розломних зон підвищеної проникності гірських порід для вирішення геоекологічних та пошукових задач. Київ: ТОВ «Видав. дім Дмитра Бураго», 2003. 150 с.
Bagriy I.D., 2003. Prediction of fracture zones of high permeability of rocks to solve search and geoeological problems. Kyiv: TOV «Vydavnychyy Dim Dmytra Burago», 150 p. (in Ukrainian).
7. **Багринцева К.И.** Условия формирования и свойства карбонатных коллекторов нефти и газа. Москва: РГГУ, 1999. 285 с.
Bagrintseva K.I., 1999. Conditions for formation and properties of carbonate reservoirs of oil and gas. Moscow: RGGU, 285 p. (in Russian).
8. **Басс Ю.Б., Галака А.И., Грабовский В.И.** Болтышские горючие сланцы. *Разведка и охрана недр.* 1967. № 9. С. 11-15.
Bass Yu.B., Galaka A.I. Grabovsky V.I., 1967. Boltish oil shale. *Razvedka i okhrana neдр*, № 9, p. 11-15 (in Russian).
9. **Вальтер А.А., Гуров Е.П., Гурова Е.П. и др.** Болтышский кратер. *Геология и петрология взрывных метеоритных кратеров.* Киев: Наук. думка, 1982. С. 161-193.
Walter A.A., Gurov E.P., Gurova E.P. et al., 1982. Boltish crater. *Geology and petrology of explosive meteorite craters.* Kiev: Naukova Dumka, p. 161-193 (in Russian).
10. **Вальтер А.А., Рябенко В.А.** Взрывные кратеры Украинского щита. Киев: Наук. думка, 1977. 156 с.
Walter A.A., Ryabenko V.A., 1977. Explosive Craters of the Ukrainian Shield. Kiev: Naukova Dumka, 156 p. (in Russian).
11. **Васильев И.В., Селин Ю.И.** Новые данные о палеонтологической характеристике продуктивной толщи Болтышского месторождения горючих сланцев. *Докл. АН УССР. Сер. Б.* 1970. № 12. С. 1059-1061.
Vasiliev I.V., Selin Yu.I., 1970. New data on the paleontological characterization of the productive strata of

the Boltysk oil shale deposit. *Dopovidi AN USSR. Ser. B*, № 12, p. 1059-1061 (in Russian).

12. **Вибрані** наукові праці академіка В.І. Вернадського. Т. 6. Історія природних вод. Кн. 2. Досвід гідрохімії і геохімії вод Землі. Статті. Коментарі: Патон Б.Є. (ред.). Київ: Фоліант, 2012. 1104 с.

Selected scientific work of academician V.I. Vernadsky. Vol. 6. History of natural waters. Book 2. Experience in hydrochemistry and geochemistry waters of the Earth. Articles. Comments, 2012. (Ed. Paton B.E.). Kyiv: Foliant, 1104 p. (in Ukrainian).

13. **Генезис** углеводородных флюидов и месторождений: Дмитриевский А.Н., Валяев Б.М. (отв. ред.). Москва: ГЕОС, 2006. 315 с.

Genesis of hydrocarbon fluids and deposits, 2006. (Eds. Dmitriyevskiy A.N., Valyayev B.M.). Moscow: GEOS, 315 p. (in Russian).

14. **Гзовский М.В.** Основы тектонофизики. Москва: Наука, 1975. 575 с.

Gzovskiy M.V., 1975. Fundamentals of tectonophysics. Moscow: Nauka, 575 p. (in Russian).

15. **Гожик П.Ф., Багрій І.Д., Гладун В.В., Гуров Є.П.** Прогнозування нафтогазоносності Оболонської імпаکتної структури комплексом поверхневих методів. *Геол. журн.* 2010. № 3 (332). С. 7-16.

Gozhik P.F., Bagriy I.D., Gladun V.V et al., 2010. Forecasting of oil and gas on Obolon impact structure by complex of surface methods. *Geologichnyy Zhurnal*, № 3 (332), p. 7-16 (in Ukrainian).

16. **Гуров Е.П., Гурова Е.П.** Геологическое строение и вещественный состав пород импактных структур. Киев: Наук. думка, 1991. 160 с.

Gurov E.P., Gurova E.P., 1991. Geological structure and material composition of rocks of impact structures. Kiev: Naukova Dumka, 160 p. (in Russian).

17. **Гуров Е.П., Гожик П.Ф.** Импактное кратерообразование в истории Земли. Киев: НТП «Нафтогаз-прогноз», 2006. 218 с.

Gurov E.P., Gozhik P.F., 2006. Impact craters formation in the history of the Earth. Kiev: NTP «Naftogaz-prognoz», 218 p. (in Russian).

18. **Гуров Е.П., Гожик П.Ф.** Импактные кратеры на рубеже мела и палеогена и их роль в развитии жизни на Земле. *Геолог України.* 2010. № 3. С. 17-26.

Gurov E.P., Gozhik P.F., 2010. Impact craters at the boundary of the Cretaceous and Paleogene and their role in the development of life on Earth. *Geolog Ukrainy*, № 3, p. 17-26 (in Russian).

19. **Гурский Д.С., Михайлов В.А., Чепиль П.М. и др.** Сланцевый газ и проблемы энергообеспечения Украины. *Мінер. ресурси України.* 2010. № 3. С. 3-8.

Gursky D.S., Mikhailov V.A., Chepil P.M. et al., 2010. Shale gas and energy supply problems in Ukraine. *Mineralni resursy Ukrainy*, № 3, p. 3-8 (in Russian).

20. **Державна** геологічна карта України. М-6 1:200 000. Сер. Центральноукраїнська. Аркуш М-36XXVII (Знам'янка). Пояснювальна записка. Київ, 2004. 89 с.

State geological map of Ukraine. Scale 1:200 000. Series of the Central Ukrainian. Sheet M-36XXVII (Znamianka). Explanatory Note, 2004. Kyiv, 89 p. (in Ukrainian).

21. **Карцев А.А., Вагин С.Б., Шугрин В.П.** Нефтегазовая гидрогеология. Москва: Недра, 1992. 206 с.

Kartsev A.A., Vagin S.B., Shugrin V.P., 1992. Oil and gas hydrogeology. Moscow: Nedra, 206 p. (in Russian).

22. **Михайлов В.А., Загнітко В.М., Михайлова Л.С.** Перспективи газоносності сланцевих відкладів Бовтиської западини. *Наук. пр. Ін-ту Тутковського.* 2011. С. 23-29.

Mikhailov V.A., Zahnitko V.M., Mikhailova L.S., 2011. Prospects for shale gas content in Boltysk crater sediments. *Naukovi prazhi Instytutu Tutkovskogo*, p. 23-29 (in Ukrainian).

23. **Порфирьев В.Б., Линецкий В.Ф.** Вопросы миграции нефти. Харьков: Изд-во Харьков. гос. ун-та, 1952. 162 с.

Porfiriev V.B., Linetskiy V.F., 1952. Migration issues of oil. Kharkov: Izdatelstvo Kharkovskogo Gosudarstvennogo Universiteta, 162 p. (in Russian).

24. **Рябенко В.А., Вальтер А.А., Гуров Е.П. и др.** Геология и петрология взрывных метеоритных кратеров. Киев: Наук. думка, 1982. 228 с.

Ryabenko V.A., Walter A.A., Gurov E.P. et al., 1982. Geology and petrology of explosive meteorite craters. Kiev: Naukova Dumka, 228 p. (in Russian).

25. **Соколов Б.А., Абля Э.А.** Флюидодинамическая модель нефтегазообразования. Москва: ГЕОС, 1999. 76 с.

Sokolov B.A., Ablia E.A., 1999. Fluid dynamic model of oil and gas formation. Moscow: GEOS, 76 p. (in Russian).

26. **Чебаненко И.И.** Основные закономерности разломной тектоники земной коры. Киев: Изд-во АН УССР, 1963. 155 с.

Chebanenko I.I., 1963. The main regularities of fault tectonics of the earth's crust. Kiev: Izdatelstvo AN USSR, 155 p. (in Russian).

Статья поступила
13.04.2017

TECTONICS OF THE SUROZH GOLD-ORE CLUSTER OF THE NEAR-AZOVIAN MEGABLOCK OF THE UKRAINIAN SHIELD

N.N. Shatalov

(Recommended by doctor of geological-mineralogical sciences L.S. Galetsky)

*Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kiev, Ukraine, E-mail: geoj@bigmir.net
Doctor of geological sciences, senior scientific worker.*

The results of investigations for the large structural Surozh ore cluster located within the Sorokinskaya graben – syncline of the Near-Azovian megablock of the Ukrainian Shield are presented. The features of fault-block tectonics and its influence on forming the ore cluster are defined. The Sorokinskaya graben-syncline and other fault zones of the orthogonal and diagonal systems and their significance in the localization of the unique fluorite rare-earth deposit are characterized. The manifestation features for magmatism, metasomatism, mineral and ore genesis are studied.

Key words: tectonics, faults, geoblocks, graben-syncline, dikes, metasomatites, gold, deposit.

ТЕКТОНІКА СУРОЗЬКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО ВУЗЛА ПРИАЗОВСЬКОГО МЕГАБЛОКА УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

М.М. Шаталов

(Рекомендовано д-ром геол.-мінерал. наук Л.С. Галецьким)

*Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, E-mail: geoj@bigmir.net
Доктор геологічних наук, старший науковий співробітник.*

Наведені результати досліджень великого структурного Сурозького рудоносного вузла, розташованого в межах Сорокинської грабен-синкліналі Приазовського мегаблока Українського щита. Визначені закономірності розломно-блокової тектоніки та її роль у формуванні рудного вузла. Охарактеризовані Сорокинська грабен-синкліналь та інші розломні зони ортогональної та діагональної систем і їх значення в локалізації унікального Сурозького золоторудного родовища. Досліджені особливості прояву магматизму, метасоматозу, мінерало- і рудогенезу.

Ключові слова: тектоніка, розломи, геоблоки, грабен-синкліналь, дайки, метасоматити, золото, родовище.

ТЕКТОНИКА СУРОЖСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО УЗЛА ПРИАЗОВСКОГО МЕГАБЛОКА УКРАИНСКОГО ЩИТА

Н.Н. Шаталов

(Рекомендовано д-ром геол.-минерал. наук Л.С. Галецьким)

*Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина, E-mail: geoj@bigmir.net
Доктор геологических наук, старший научный сотрудник.*

Приведены результаты исследования крупного Сурожского рудоносного узла, расположенного в Сорокинской грабен-синклинали Приазовского мегаблока Украинского щита. Определены закономерности разломно-блоковой тектоники и ее роль в формировании рудного узла. Охарактеризованы Сорокинская грабен-синклиналь и другие разломные зоны ортогональной и диагональной систем и их значение в локализации уникального Сурожского золоторудного месторождения. Исследованы особенности проявленного магматизма, метасоматоза, минерало- и рудогенеза.

Ключевые слова: тектоника, разломы, геоблоки, грабен-синклиналь, дайки, метасоматиты, золото, месторождение.

Introduction

A lot of gold deposits were found on our planet. Over the last 30–35 years the large high-grade gold deposits of the world are discovered in the geological formations of the different types such as greenstone, black-shale ones, etc.

Surozh deposit is especial, because it was found within the unique, exclusive, no equals in the world the ancient Precambrian structure. This structure is known as “Sorokinskaya graben”, “Sorokinskaya fault tectonic zone”, and “Sorokinskaya greenstone structure”. Gold deposit was formed at the depth of about 5 km within the rather complicated Surozh ore cluster. The significant feature is not only tectonic position of this deposit, but also the duration of evolutionary development of this graben-syncline, i.e. at least 1.5 billion years. Within the boundaries of the structure in addition to Surozh gold deposit it was discovered the large deposit of rare metal pegmatites “Balka Srutaya” [Розанов, Лавриненко, 1979].

Thus the data presented in the article give ground to categorize the Sorokinskaya graben-syncline as the *geological exclusive*. Such exclusives include, for example, the geological structure and the largest Witwatersrand gold-uranium field in South Africa, the analogues of which so far haven't been found on Earth. The formation of these exclusive structures and deposits in the author's opinion are connected with the long and unique evolutionary and

geodynamic development of our planet, resulting in the unique geological structures occurred in certain its parts and consequently the exclusive deposits.

Geologic-structural position and Sorokinskaya graben-syncline structure

This original geo-tectogene [Глевасский, 1996] is the tectonic boundary between the two larger plicative Precambrian structures having a different age from the Near-Azovian - Manhush synclinorium and Saltychansk anticlinorium, in the center of which same-name dome fold is identified. Some investigators describe this structure as the deep linear zone of rifting embedded in the Achaean (more 3.3 Ga.) on the Precambrian granulite-gneissic basement. In the plan this is the narrow local strip of the Precambrian supracrustal units continued down to 35–40 km at the maximum width (in the bulges) to 2 km. Graben-syncline is cut off from the “frame” of rocks by subparallel deep faults having North-Western spread direction (320–330°) and South-West steep dip (75–85°). In its northern part the strike of structure changes from the north-western direction to sub latitudinal one and there its knee-band is created. The level of erosional truncation within the structure can reach up to 5–6 km. Thus at the present time only the abyssal features remained on the comparatively large fissure-like, fosse-shaped trough-suture (graben-syncline) (Fig. 1, 2).

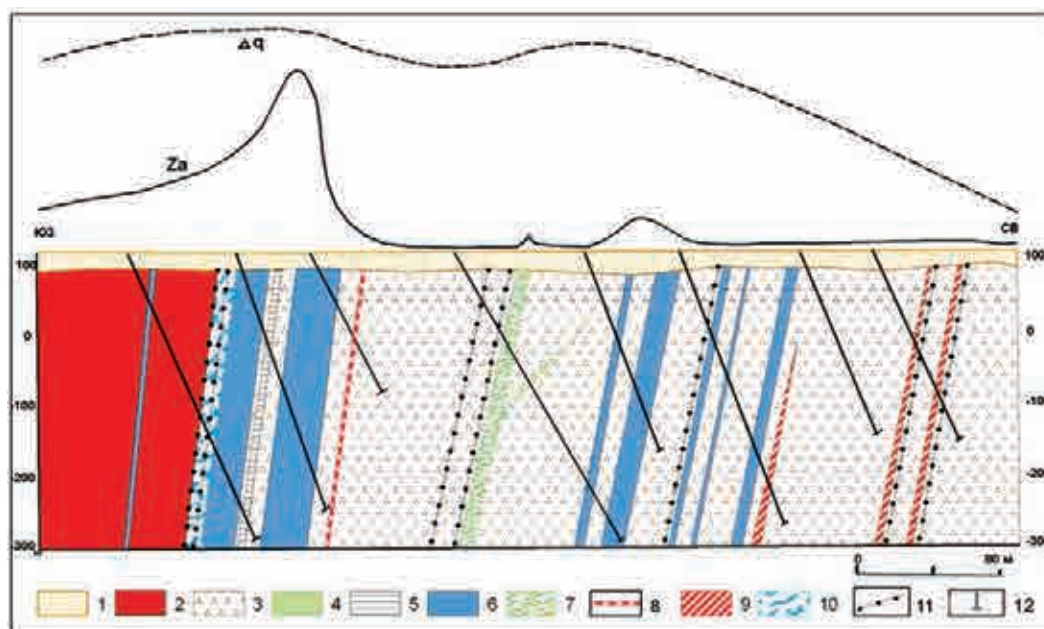


Fig. 1. Geologic-geophysical cross section for the Sorokinskaya trough structure drawn by the author according to the Artemovsk Geological Survey Expedition data (N.F. Rusakov et al., 1981)

1 – sedimentary rocks; 2 – gneiss and migmatite of the Western Near-Azovian, Archaean series; 3 – gneiss and migmatite of the Central Near-Azovian series; 4 – rocks of the Osipenkovian suite; 5 – ferruginous quartzite; 6 – metabasite dykes; 7 – dolerite dykes; 8 – quartz veins; 9 – pegmatite veins; 10 – cataclasis and mylonitization zones; 11 – faults; 12 – boreholes

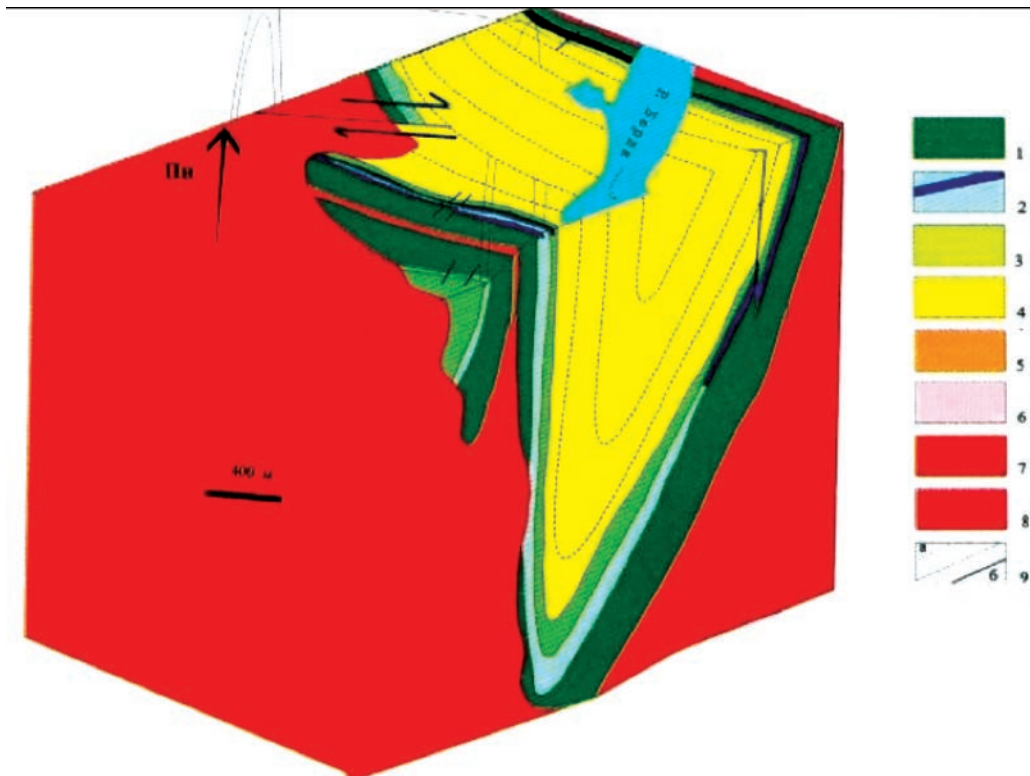


Fig. 2. Three-dimensional map for the Surozh part of Soronskaya graben-syncline [Чорнокур, Яськевич, 2010]

1 – metabasites; 2 – metaultrabasites; 3 – upper metabasite part; 4 – metaconglomerates, sandstones, alumina slate; 5 – lava – sub-volcanic material of the Surozh Formation; 6 – hypabyssal material; 7 – intrusive plagiogranitoids from the Shevchenkovsky complex; 8 – two-feldspar granites; 9 – junctions and structural lines

Sorokinskaya graben-syncline has revived multiply. This is proved by the numerous predominantly concordant dykes, compression zones, as well as cataclasis and milonitization ones. In addition to the longitudinal (against the structure) fault tectonic zones, here there are also the transverse (north-eastern) and transcurrent (sub-meridional and sub-latitude) faults. Graben-syncline is dissected by the systems of orthogonal and diagonal faults into the discrete small-sized blocks (Andriievskiy, Sorokin-skiy, Osipenkovskiy, and Sadovyi ones), which have undergone the shift along the lateral and vertical directions. As a result it turned into the peculiar “keyed” structure, where the rock complexes of the different depths (density) appear at the recent erosion truncation level. Such block structure is a base of atypicality for its anomalous gravitational and magnetic fields (Fig. 3). In the direction from north-west to south-east the erosion truncation depth within the graben-syncline considerably decreases that can be seen from the compositions of metamorphic rocks of the different its parts, as well as on the degree of their metamorphism. Thus, within the Andriievskaya magnetic anomaly manifested to the most elevated block the relics of highly-metamor-

phic volcanosedimentary formations of granulite facies are defined, and in south-eastern graben-syncline at the Sadoviy site (downthrown block) the most complete section of low-metamorphic rocks (epidot-amphibolitic facies) are revealed. Geoblocks occupy the intermediate position at which the Surozh deposit and Sorokin-skiy site are located, where diaphthorites are well represented along the rocks of amphibolites facies [Кравченко, Сахацкий, 1988; Глевасский, 1996].

The thickness of rocks building up the graben-syncline is 1.2 km [Глевасский, 1996]. In the present stratigraphical sectional planes they are divided into the Lower and Upper Osipenkovian suite associated with the Achaean and Lower Proterozoic. The thickness of the lower “greenstone” suite is 700 m. It is composed of amphibolites, green sheets, metaultrabasites, ferruginous quartzites and intruded by numerous metamorphosed dykes of ultrabasic – basite and acidic compositions. In the north-eastern slope of graben-syncline in the section of Lower Osipenkovian suite the high alumina and two-mica gneisses are wide-developed. The Achaean age of Lower Osipenkovian suite is proved by geological and structural data and the dating on the minera

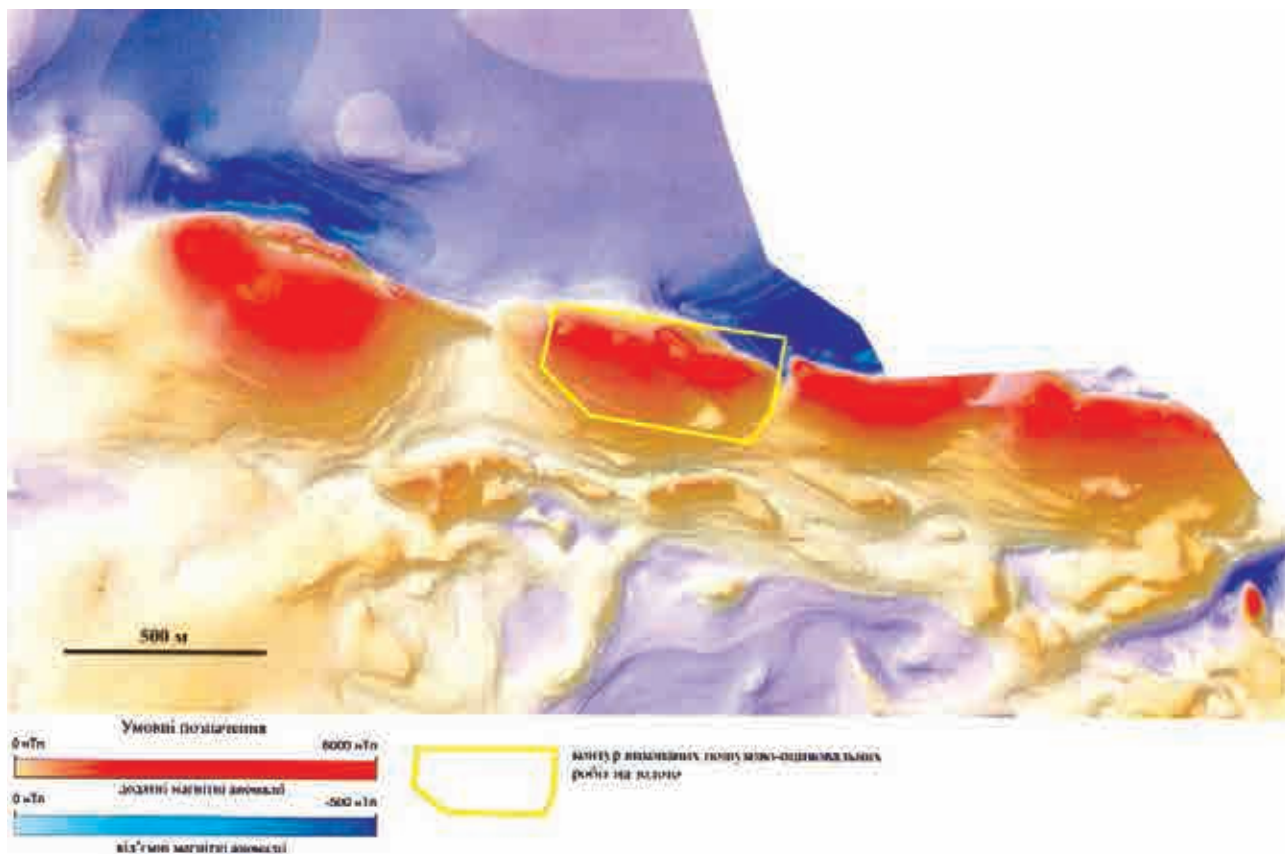


Fig. 3. Earth's magnetic field model for the site of Surozh gold deposit [Лисенко та ін., 2005]

1 zircon from both the Osipenkovian granodiorites having the sharp active contacts with amphibolites and metamorphosed quartz porphyrys, i.e. 2.79 and 2.66 b.y.a. [Глевасский, 1996; Кравченко, 1999].

The Upper Osipenkovian suite at the thickness of about 500 m is composed essentially of terrigene formations and broken by the dykes of lamprophyres, diabases, and younger dolerites. Its rhythmic structure can be observed at the exposed areas of graben-syncline along the Berda River as an alternating two-mica gneisses or schists with the relicts of meta-detritus structures and high aluminous (staurolite-, andalusite-, cordierite-, and sillimanite-bearing), garnetiferous, graphitic and other gneisses and schists.

In the southern Sorokinskaya graben-syncline the low-thickness (about 200 m) sedimentagenous package including marbles, meta-conglomerates and grafite-bearing schists (“Sadovaia suite”) lies at the rocks of the lower and upper Osipenkovian suite. In the graphitic schists of Sadovaia suite the geologists have determined the complex of microphytofossils typical of the rocks of the Hdantsevia suite for the iron-ore Krivoy Rog belonging to the early Proterozoic.

The characteristic feature for the lower and upper Osipenkovian suite and particularly “Sadovaia suite”, developed within the Sorokinskaya graben-syncline is weak metamorphism (epidote – amphibolitic stage) relatively to Achaean – Proterozoic kratogen and a lot of dykes with the different compositions and ages indicated the certain stages of tectonomagmatic activation and destruction of the Earth's crust [Шаталов и др., 1982; Шаталов, 1986, 1990, 1991].

The history of deposit discovery

The story of discovery of the Surozh gold ore deposit goes back to the 1970s. The first finely-dispersed gold [Усенко и др., 1973] and then visible [Кравченко, 1988] free gold in the parent rocks of ore occurrence sites of the Sobachia Gulch and the Berda River were found by the specialists of the Institute of Geochemistry and Physics of Minerals of the Academy of Sciences, UkrSSR (now the Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the National Academy of Sciences, Ukraine) in studies of mineral composition of rocks and mineralization of the Western Near-Azovian.

The Surozh deposit was found in the 1993-1996 by the “Kirovheolohiya” State Geological Enterprise on the recommendation of H.L. Kravchenko and N.N. Shatalov.

The prehistory of the Surozh gold deposit discovery is such that the large Production Geological Association (PGA) “Kirovheolohiya” (now “Kirovheolohiya” State Enterprise) was organized in the post-war years and based at the beginning in Krivoy Rog Town and then in Kiev City. Despite the location “Kirovheolohiya” PGA had the All-Soviet Union subordination and specialized in prospecting for uranium ores not only in Ukraine but in Moldova and Russia. The PGA “Kirovheolohiya” didn’t explore the Near-Azovian area on uranium ore, because this region was considered as little promise on this mineral. It must be emphasized that in the 1960s – 1990s the PGA “Kirovheolohiya” have got everything, i.e. money, staff, transport, boring rigs, laboratory facilities, funds, library, and most importantly, there were the promising geological objects for exploration.

And suddenly there was a collapse of the Soviet Union in 1991. The new “Kirovheolohiya” State Enterprise (SE) have been survived both the financial crisis and geological one, since the set of promising objects for geological exploration significantly reduced. But the prominent experts–geologists, the boring rigs and classy laboratory facilities have remained. It might be no accident that in this period the idea to prepare the recommendation on prospecting for gold in the Near-Azovian for “Kirovheolohiya” SE came up to two scientists – H.L. Kravchenko and the author of this article. It often happens in science, when the similar ideas came to mind to two scientists independently and simultaneously, as it was with Boyle and Mariotte or Joule and Lanz and their laws in physics. And why the similar ideas can’t come to geologists?

So in 1991 the “Kirovheolohiya” SE management has received simultaneously the recommendations of H.L. Kravchenko (Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Senior Researcher at the Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation, National Academy of Sciences, Ukraine) “On the prospects of the search for gold in the Sorokinskaya zone” and two ones of N.N. Shatalov (Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Senior Researcher at the Institute of Geophysics, National Academy of Sciences, Ukraine) “On the prospects of the search for gold deposits in the Near-Azovian in relation to the dyke

complex” and “The prospects of the search for rare metal deposits in the Near-Azovian in relation to the dyke complex”. Every recommendation was heard in the same Scientific and Technical Council (STC) of “Kirovheolohiya” SE and done to implement (Minutes №55 dated 28.02.1991). The one of promising object of the search for gold in the Shatalov’s recommendations was the Sorokinskaya graben-syncline, where many dykes are mapped including golden ones [Шаталов и др., 1982; Шаталов, 1986, 1990, 1991, 1993]. Therefore the “Kirovheolohiya” SE immediately got the primary object of research from the hands of scientists – geologists of the National Academy of Sciences of Ukraine in the Near-Azovian as the Sorokinskaya graben-syncline.

It is encouraging to note that in spring 1991 the 47th Geological Exploration Crew (GEC) “Kirovheolohiya” SE started exploring the Sorokinskaya zone structures promising for gold. In particular, the top layers of ore bodies were uncovered with the bulldozers along the Sobachia Gulch and the deeper their sites with wells. In the subsequent two years the deep core drilling, laboratory research, and primary reserves estimate were carried out for this deposit. So the unique Surozh deposit was discovered. It needs that the discovery of this deposit is an outstanding example of a fruitful collaboration between the scientists – geologists of the National Academy of Sciences of Ukraine and practicing geologists from the “Kirovheolohiya” SE.

H.L. Kravchenko (the Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation – IGMOF, National Academy of Sciences, Ukraine), N.N. Shatalov (the Institute of Geological Sciences, National Academy of Sciences, Ukraine), and V.F. Bakarzhiev, N.A. Beluch, A.A. Lysenko (GEC at the “Kirovheolohiya” SE) should be recognized as the discoverers of the Surozh gold ore deposit.

In 1994–2015 the Surozh deposit was studied by H.L. Kravchenko, I.I. Sakhatsky, E.B. Hlevassky, V.N. Kvasnitsa, I.K. Latysh, S.N. Bondarenko, I.N. Bondarenko, et al. (IGMOF NAS of Ukraine), O.B. Bobrov, A.O. Sivoronov, B.I. Maliuk, T.B. Yaskevich, Yu.V. Liakhov, M.M. Pavlun et al. (Lviv State University), O.B. Bobrov, O.A. Lysenko, B.I. Maliuk, I.E. Merkushev, O.M. Tysiachna, S.V. Hoshovsky, et al. (UkrDHRI), D.S. Hursky, N.I. Lebed et al. (Ministry of Ecology and Natural Resources, Ukraine), L.S. Haletsky et al. (IGS NAS of Ukraine).

In the following years the 47th Geological Exploration Crew from the “Kirovheolohiya” SE

has explored Andriievskiy, Sorokinskiy, Olhinskiy, and Sadovyi and other prospecting sites within the Sorokinskaya graben-syncline for gold. Now all of them require further investigation and assessment.

The features of geological deposit structure

The Surozh gold deposit is located in the pretty beautiful place, in the valley of Berda River near the water reservoir of the same name about 30 km north of Berdiansk City in the central Sorokinskaya graben-syncline. As far as tectonics this deposit is confined to the western geoblock of the Near-Azovian megablock of the USh, to the south shoulder of graben-syncline. As a result of sublatitudinal and north-eastern fault zones at the area where the deposit was found the significant “bulge” of graben-syncline arose and the large ore cluster was formed (Fig. 4). Here the size of formed structural ore cluster is about 2×2 km. The extension of gold ore deposit is around 1.5×0.2 km and the area is 3-4 km².

The key elements of tectonics for the considering region are the faults. They are responsible for heterogeneity and patchiness of the Sorokinskaya graben-syncline Surozh structural ore cluster as well as the block character of the structure for the gold ore deposit and Western Near-Azovian megablock of the USh on the whole. The faults in this region differ in the direction, laying depth, extension, amplitudes of the vertical and lateral displacements and other kinematic features. They form the orthogonal and diagonal systems here, which consist of a series of sub-parallel zones dissecting the above mentioned structures into the different-sized geoblocks.

The fault systems are most developed for the following directions: NW 315-325°, NW 280-290° and NE 60-70°. The faults of sublatitudinal orientation

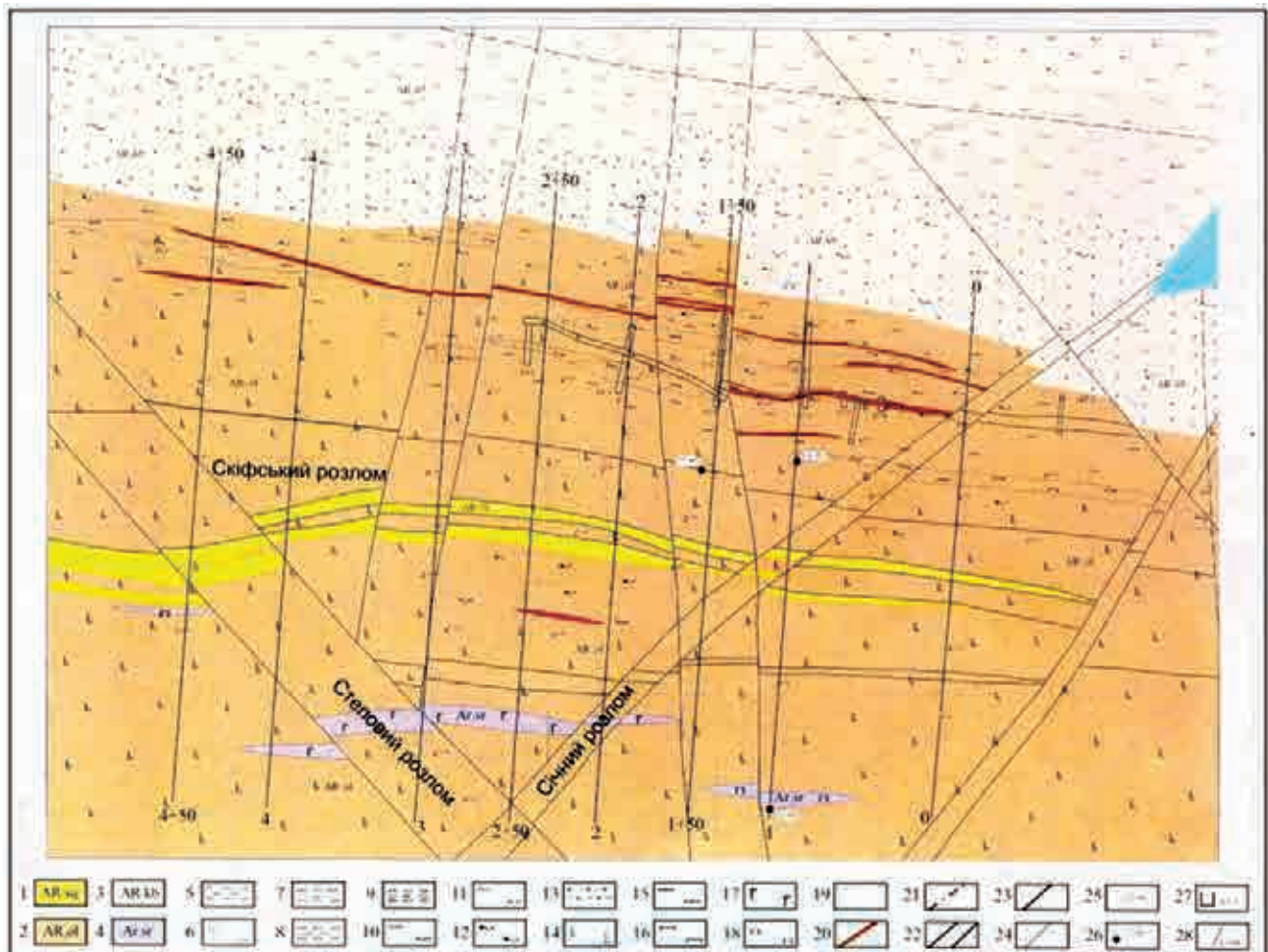


Fig. 4. Geological map for the Central Surozh deposit [Лисенко та ін., 2005]

1 – Surozh Formation; 2 – Olginsk Formation; 3 – Kruta Bulka Formation; 4 – Sorokinsky complex (yiroxenites, peridotites, gabro); 5 – loams and sand clays; 6 – crust of weathering; 7 – metsiltstones; 8 – metasandstones; 9 – metaconglomerates; 10 – biotite slates; 11 – alumina slates; 12 – amphibolic slates; 13 – ferruginous quartzite; 14 – metabasalts; 15 – tremolites; 16 – actinilites; 17 – gabro; 18 – dunites, peridotites; 19 – milonites; 20 – ore bodies; 21 – faults identified by geophysical data; 22 – essential faults; 23 – minor faults; 24 – geological boundaries; 25 – deep boreholes; 26 – deep test holes; 27 – bulldozer trenches; 28 – profile line and its number

are common here, the submeridional ones are rather rare. The most faults have arisen in the Archean and they are active up to present. It can be seen on the character of Berda River confinedness and the change of orientation for its river-bed. These fault tectonic dislocations are characterized by all typical features of deep faults. The series of differently oriented faults of orthogonal and diagonal systems control the character of edged and inner parts of graben-syncline and define the direction of strike for the thicknesses, which compose it. The segments of faults connecting with each other form a complex framework for the recent configuration of graben-syncline. At the stage of subsidence of the foundation geoblocks the faults served as the supply channels for erupted lava and the other product of volcanism, as well as accumulation of volcanosedimentary formations in graben-syncline. In the vicinity of Surozh structural ore cluster the mentioned faults have caused the split-block "keyed" construction. The sizes for the separate geoblock segments here, for example, may be 1×1 or 1×2 km.

The ore-bearing bodies of the Surozh deposit are confined to the fault intersection node for the three directions: NW (320-330°), sublatitudinal (275-280°) and NE (60-70°). The ancient near edge fault of north-western strike restricts the Sorokinskaya zone and deposit to the north-west named Stepovoy, the sublatitudinal Scythian fault restrains to the south, and the north-western Transversal fault coincides in the direction of the Sobachia Gulch. The latter, i.e. the fault crossing Sorokinskaya graben-syncline by H.L. Kravchenko [Кравченко, 1999] is more recent. The tectonic significance, the features of geodynamics and magmatism as well as mineragenetic characteristics prove the great importance of the near edge Stepovoy deep fault in the forming very complex structural ore cluster. This tectonic zone in our opinion is the primary among the faults. Within Sorokinskaya graben-syncline (along the lateral and in the depth) this zone is certainly magma- and ore controlling structure. The Scythian fault plays a key role. Here metabasites, ferruginous quartzites, and ore-bearing metasomatites coincided just with it. This fault during the formation of gold deposit was probably undergoing the geodynamic expansion (fault-rupture). The Transversal fault is an ore controlling structure. In the opinion of Kravchenko [Кравченко, 1999] the main ore-bearing zones and ore bodies from the Surozh deposit are confined to this fault. The diagonal Transverse fault located in the

deposit area (possibly, oblique-slip fault) divides the all defined types of the faults into the two lateral geoblocks at the different level of erosion truncation. The level of erosion truncation for the rocks is significantly lower to the east. The Scythian, Transverse, and Stepovoy faults overlapping here create the structure-ore cluster and the frame for the Surozh deposit. They are accurately found and studied by the geological and geophysical methods not only within the deposit and graben-syncline on the whole, but also far beyond their borders. The intercrossing of above mentioned faults creates a "triangle" with sides of 450-550 m. [Лисенко та ін., 2005]. This triangle mainly controls the gold deposit. In addition to the primary fault zones the systems of secondary rupture anomalies, contiguous fractures, as well as the dykes varying in the compositions and ages are widespread. Perhaps, during that period of the Earth's evolution the fracturing and extension of the formed, rather thick, compact, solid, and crystalline crust have taken place within the Western Near-Azovian Archean "craton" at the knot of above mentioned zones of the deep faults. In course of tectonomagmatic activation in the Archean and Proterozoic the Sorokinskaya graben-syncline was formed here, the numerous magmatic intrusions of basic and ultra-basic compositions were enforced, the skeleton frame for the structural-metallogenic and smaller ore cluster were "shaped", where the gold deposit was localized subsequently.

Metavolcanic, metamorphous igneous-sedimentary and sedimentary rocks composing the graben-syncline have the maximum lateral thickness to 2.0-2.3 km due to the "bulge" at the Surozh area. The strike of metamorphous rock is north-western (NW 325°) here, the inclination is steep, south-western under the angle of 75-85° [Кравченко, 1999]. As far as the geological setting the opinions of scientists-geologists were divided. Some researchers consider it as the diaphtoric fragment of the ancient basement, while others believe that it is the typical greenstone structure [Глеваский, 1996; Лисенко та ін., 2005].

In the Sorokinskaya graben-syncline and within the deposit the aluminous and biotite gneisses are widespread, which are occurred both the separate benches and the interlayers among metamorphosed volcanites of basic and ultrabasic compositions. A genesis of these rocks due to the high degree of metamorphism remains unclear. The relicts of porphyritic structures are found at the gneisses

that is evidence of volcanogenic genesis. However, zircon from these rocks has the marks of roundness that allows interpreting them as metamorphosed sedimentary ones [Шаталов, 1992]. A degree of metamorphism for rocks from the Sorokinskaya graben-syncline is rather diverse: to the north (Andreevskiy geoblock) it is granulite facies of metamorphism and on the south flank, i.e. at the Sorokinskaya and Surozh areas, rocks were metamorphosed under conditions of amphibolitic and epidot-amphibolitic facies [Глевасский, 1996; Kravchenko, Sakhatsky, 1988].

Compositions of rocks well represented at the deposit are heterogeneous: to the south there are metabasites mainly, ferruginous rock and calcareous skarns from the Lower Osipenkovian Formation (AR₂) and to the north-east the megapelites from the Upper Osipenkovian Formation (AR₂) of the Central Near-Azovian series [Кравченко, 1999]. To the south-east from the Surozh deposit the Osipenkovian massif of hornblende-biotite granodiorites was mapped as well as its active cross joints with metamorphic rocks containing gold mineralization. Granites developed here have the clear junctions both with amphibolites and metapelites. The thickness of their concordant veins ranges from 1 to 10 m.

According to research [Кравченко, 1999] the deposit area is composed by greenstone rock of the Olzhinsk, Kruta Bulka, and Surozh Formations, which are incorporated in the Osipenkovian series of the Middle Archean. Metamorphosed igneous and volcanosedimentary rocks from the Olzhinsk Formation are classified as metakomatite – tholeiitic assemblage, while ferruginous quartzite and schist of the different mineralogical compositions are attributed to schist – jaspilite – metatholeite one. The vein-shaped and sheet-like bodies of metarhyolite and metarhyodacite from the Surozh Formation [Лисенко та ін., 2005] are identified as rhyodacite-plagiogranite volcanic-plutonic association.

In the vicinity of the Surozh deposit in the right slope of the Bulka Krutaya early it was found the rather large field of rare metal pegmatites. In geological literature it is known as the Bulka Krutaya deposit of rare metal pegmatites [Розанов, Лавриненко, 1979; Чернокур, Яськевич, 2010]. The deposit are composed of the flat dipping veins (at the thickness of 0.5 to 7-70 m) of quartz-microcline-albite composition with muscovite, tourmaline, biotite, garnet, magnetite, apatite, beryl, spodumene, tantalite, and columbite.

Material composition of gold-hosting rocks

The Surozh gold is hosted in the metamorphic rocks from the Lower Osipenkovian Formation. These rocks are presented by amphibolites. The thickness of dyke-like amphibolite bodies reaches 500-600 m. Among amphibolites there are the bodies of magnetic quartzite (thickness to 10 m), lime skarns, as well as garnet-biotite, two-mica and other schists and gold-bearing sulphidized metasomatites. Quartziferous and sheeted plagioclase amphibolites are most widely represented. However, feldspar-free amphibolites close to hornblendites are rather common. As far as the chemical composition the latter belongs to the varieties of picobasalts and picrodolerites, and plagioclase amphibolites together with amphibolitic schists may be referred to the ferriferous kinds of basalts and dolerites. Ferriferous-silicified rocks of the deposit are present by actinolite-cumingtonite-magnetitic schists, sometimes by biotite- and garnet-bearing ones. In amongst meta- and ultrabasites and magnetite-bearing quartzites there are skarnification zones at the thin thickness up to 10 cm. The scarnified bodies are enriched by the iron and form predominantly the concordant zones [Кравченко, 1999]. Among host rocks besides lime skarns there are also aluminous (garnet-biotite) schists.

Rocks of the upper Osipenkovian suite at the deposit are mainly represented by metapelites, among which the schists with the different mineralogical compositions such as garnet-biotite, muscovite, two-mica, tourmaline-garnet-biotite and other ones.

Magmatic rocks at the deposit are quite diverse. There are ultrabasites, granodiorites, acid effusive, aplite-pegmatoid granites and pegmatites. Among metabasites it is observed the dyke-shaped bodies of ultrabasites at the thickness of 1 to 50 m. They are amphibolized, chloritized, serpentized intensively everywhere, sometimes carbonatized and talcous. Acid effusive rocks are observed here as the concordant bedded deposits (or dykes) among amphibolites. Their contacts with amphibolites are sharp, the thickness of bodies are from centimeters to 25 m. Among the acid effusive rocks it is separated the gold-hosting dykes of high-alumina quartz porphyries of potassic-sodic series from the set of rhyolites and low-alkali rhyodacites [Кравченко, 1999; Лисенко та ін., 2005].

Structure and morphology of ore bodies

According the results of exploration carried out by the 47th GEC “Kirovheolohiya” SE within the Surozh deposit the five ore bodies with the industrial gold contents were uncovered [Кравченко, 1999]. The ore-glade gold mineralization within the deposit is traced to 1.5 km on the strike and to 0.2 km transverse to the strike. The deposit is prospected to the depth of 400 m. The tailing out of mineralization at a depth wasn't identified. The gold mineralization evidences are identified for the profiles of № 0 to № 15 (Fig. 4-7). The gold ore process covers the rocks from the Olginskaya Formation along their whole thickness. Gold mineralization is located in the development stripe of metaultrabasites and amphibolites, in the contacts of which there are quartzites and metapilites. In the authors' opinion [Лисенко та ін., 2005] the productive ore-hosting rocks are controlled by zone of the large

Scythian fault, the main joints of which are located 60-00 m to south and aligned with the axial part of the Surozh anticline. The location of ore bodies here are controlled by the joints and mylonites of this fault. The bended iron formation and high quartzous rocks are the most favorable for the ore emplacement within the deposit. Development of the ore mineralization in the eastern direction is restricted by the Transverse fault. The industrial gold contents near the Transverse fault were mapped by means of wells at the deep horizons only. Simultaneously the western side of the Transverse fault shows the maximum aggregation of ore bodies at a distance to 200 m. Without a doubt, the set of gold-hosting bodies form a so-called ore metallic “column” at the eastern flank of the deposit, which is extended downward into the long distance at least for several kilometers. To the west from the Stepovoy fault there is the western flank of deposit.

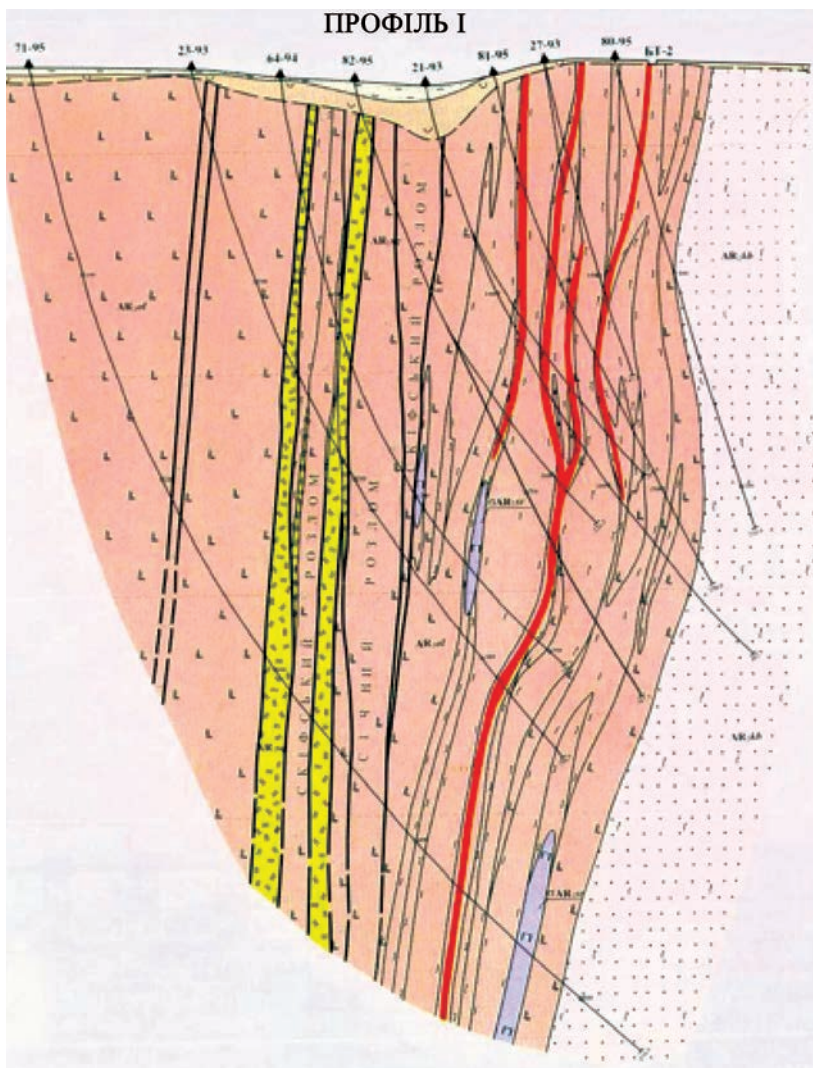


Fig. 5. Section of geological profile for the Central Surozh deposit [Лисенко та ін., 2005]

The central block of deposit is the most investigated [Кравченко, 1999; Лисенко та ін., 2005]. From the surface the ore zone was opened by the bulldozer trenches, passed perpendicularly to ore body strike at interval of 5-100 m. The main ore body was opened along strike by the trench at interval of 250 m (Fig. 4, 5). Between the profiles of № 0-3 the gold mineralization is explored by the deep angle holes to the depth of 400 m at 50-100 × 50-100 m grid. At section from profile № 3 to № 6 the holes are drilled at intervals of 100-150 m. The western flank of deposit (profiles of № 9-12) is explored by the rarer grid of the deep angle wells. The productive mineralization was identified at the distance of 300 m. The ore bodies (two or three) here is associated with ferruginous quartzites and contact with Olginskaya Formation together with metasediments from the Krutaya Bulka Formation. Ore saturation for the southern flank of deposit is far less. This area was studied by the coring wells and deep boreholes. As a result it was detected the individual bodies, discrete ore occurrences, the points of mineralization and gold anomaly.

The shape of ore bodies are bedded, podiform, more rarely veined. The real thickness of ore bodies ranges from 0.2 to 3.1 m (mean one for the deposit is 1.9 m). The internal structure of ore bodies is very composite. However all of them are distinguished by the high mineralization continuity [Кравченко, 1999]. The low-grade gold mineralization (to 4 g/t) is confined to the hanging sides of ore bodies (where amphibolites and slates are developed), and the most grade gold mineralization (to 66 g/t) coincides with the laying walls, where the common ferruginous quartzites are well represented.

The ore zones and ore bodies within the deposit are the ore sulphidized metasomatites. They are formed as a result of quartz – sulphide metasomatism along cataclastic, brecciated, and silicified slates, amphibolites, magnetite-bearing quartzites and actinolites. The ore-bearing zones, as a rule, are occurred relevant to the host rocks and confined to the region of geological contact between two packages differed from each other by their mechanical properties: on the one hand amphibolites, metaultrabasites and magnetite quartzites, and other hand metaterrigenous, semisulphidized, garnet-staurolite-biotitic silicified slates, sometimes with tourmaline and graphite [Кравченко, 1999]. The gold ore bodies within the deposit are frequently controlled by tectonic fault-joints located like wings, dikes, as well as the zones of cataclasis and mylonitization.

Gold ore metasomatites of the Surozh deposit are microscopically inequigranular, often lenticular-banded and brecciated, silicified and sulphidized at varying degrees, as well as carbonatized and chloritic rocks. Their mineral content in % is the following: 25-50% of pyrrhotine and pyrite; 5-40% of quartz of two generations; 10-40% of cumingtonite, as well hornblende, actinolite, garnet, biotite, chlorite, carbonite, magnetite, and chalcopyrite [Кравченко, 1999].

Early quartz in ore metasomatites is well crystallized, medium-grained. It composes the bands (to 5 mm) and lenticular-pockety segregations. Extinction of early quartz is quiet, often strongly-pronounced wavy, aggregate. In the geodynamical brecciated zone of weakness there are thin alternation of the parts with broken early quartz and latter low-temperature, sometimes flint.

Ore mineralization of productive zones

Mineralization of the productive zones in the Surozh deposit is varied. Ore minerals are here represented by the nuggets, as well as sulfides, tel-

lurides, arsenides, sulphoarsenides, oxides and tungstates of hydastogenesis and metamorphogenic-metasomatic origin. Sulphides are the most wide spread among those pyrrhotine and pyrite are distinctive.

Gold in the Surozh deposit (Fig. 6, 7) is concentrated in sulphidized metasomatites, which compose the main ore bodies and are controlled by the wing-like tectonic joints and cataclasis zones. The bulk of gold (60-70%) is connected with quartz (to 114 g/t of gold at its content of 3.24 g/t in ore-bearing magnetite quartzite and less with pyrrhotine and pyrite (to 41 g/t of gold at its content of 35.4 g/t in ore metasomatite). Iron sulphides contain 20-30% of gold. The bulk of apparent (free) gold is located in very fine-grained crush quartz, rarer in its coarse-grained pockety-lenticular varieties [Кравченко, 1999].



Fig. 6. Oxidized ferruginous quartzite with the ore gold-bearing veinlets [Квасниця, Латиш, 1996]

Pyrrhotine relative to the frequency of occurrence gives way to magnetite. The highest its concentrations are observed in the gold-bearing brecciated zones and silicified amphibolites. It is less common in amphibolites and quartzite contained

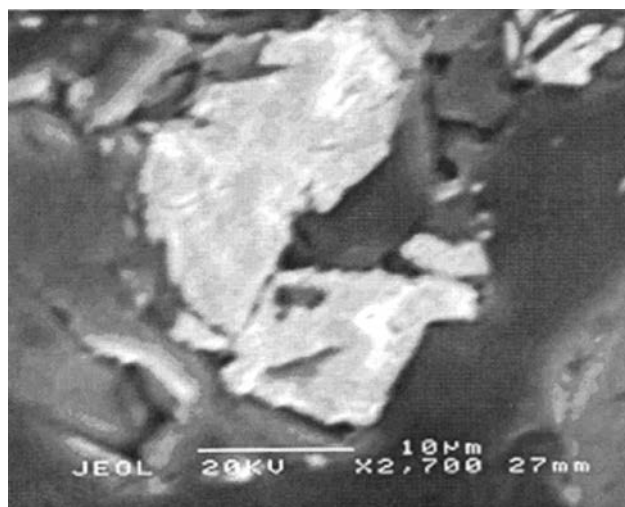


Fig. 7. Native gold in a matrix of quartz, Surozh deposit [Квасниця, Латиш, 1996]

magnetite and in slates, which are different in composition. It composes both the separate aggregations and monomineral streaks and pockets.

Pyrite relative to pyrrhotine occupies the subordinate position and is rarely occurred in considerable amounts. Three generation of pyrite have been identified for the deposit, which were connected with metallogenic minerals formed under the action of temperature.

Oxides are represented by magnetite and ilmenite. Magnetite is wide spread mineral. It has two generations and presents mainly in magnetite quartzites, ultrabasites, amphibolites, and ore sulphidized metasomatites.

In addition to the above mentioned minerals there are marcasite, chalcopyrite, pentlandite, violarite, mackinawite, millerite, sphalerite, galena, molybdenite, bismuthine, maucherite, niccolite, scheelite in ore metasomatites.

The morphology of virgin gold

The form of virgin gold segregation is an important indicator of the conditions for its formation. Morphology of the gold separation at the Surozh deposit is very different [Кравченко, 1999]. The most frequent xenomorphic segregations of gold are cloddy, cementing, veinlet and other forms. Sometimes it is noted the fine imperfect crystals and hemi-idiomorphic segregations. There are the polyhedrons also. The well-bounded crystals of gold are here occurred rarely (Fig. 6, 7).

The xenomorphic segregations of gold are commonly formed at the late productive stages of ore genesis. Gold fills the free fissures, cavities, intervals between the crystals of the other minerals, i.e. fits into rock structure. The platelets, elongated and lenticular grains of gold with the induced parallel striation of their surface are mainly located along the fissures and among the crystals of carbonates, pyroxene, and amphibole. Hemi-idiomorphic segregations in the deposit are rather common. They have both the xenomorphic and idiomorphic forms. The part of faceted surfaces of gold grains of the first variety evidences the growth of gold at the interface of two surroundings, one of them has supported the free growth of the gold grains. The grains of gold of second variety are characterized by the occurring gold under the conditions of independent growth. The gold crystals from the Surozh deposit are scarcely abundant. They are very fine (to 0.1 mm) and located only in ferri-ferous quartzite and slates.

Among the visible gold mainly the grains at the size of 0.01-0.02 mm are predominant, there are the colors no larger 0.1-0.5 mm across and even more rarely 1-2 mm across.

The microprobe analysis has shown that gold from the Surozh deposit is high and very high fineness (926-983), only in individual cases it decreases to 869 as a result of gold association with pyrite mineralization. It is found that gold has almost homogenous composition: 948 in the central part; 944 in the selvage [Кравченко, 1999].

The quantitative and qualitative compositions for the element impurities in native gold are rather steady (7.7-12.8%) in contrast to gold associated with quartz (5.1-6.7%). Silver in essence is determined the fineness of gold and is an indicator of the depth of ore genesis. While the gold concentration for the deep deposits ranges from 5 to 15%, for the shallow ones the concentration varies from 30 to 40%. Surozh gold is deep, rather homogeneous at the high rate of gold. The increase of rate for this gold can be induced by its occurring in the carbon-rich areas. The fine imperfect crystals and cloddy equant gold grains are high-grade. The tendency of fineness change against the depth for this deposit didn't identify. The high-grade gold and defined tendency indicate clearly here the occurrence of ore metallogenic column, formation of which was a cause of appearance of crystals under the influence of reducing deep fluids. Among typomorphic element-impurities in Surozh gold there are copper, bismuth, nickel, cobalt, lead, zinc, mercury, arsenic, and iron.

Genesis of gold ore mineralization

According to mineral composition the ores from the Surozh deposit can be attributed to gold-sulphide-quartz type (formation). The thermobaric geochemical study shows that the generation conditions for gold ore paragenesis have proceeded in the following ranges: 1) magnetite and pyrrhotite mineral associations are formed at the temperature from 460-350°; 2) gold-chalcopyrite ones – from 325 to 210°; 3) pyrite post productive one – from 140 to 85°.

The study conducted by Kravchenko [Кравченко, 1999] has shown that the forming productive gold ore mineralization were carried out at the few stages: 1) early oxide one (magnetite-I, ilmenite), where gold is connected with the early alkali phase of metasomatic processes; 2) early sulphide and ferruginous arsenide-sulfoarsenide one (pyrite,

pyrrhotine, and chalcopyrite), as well the middle sulphide stage combined with early gold one (pyrrhotine-II, chalcopyrite-II, sphalerite, galena, pyrite-II, molybdenite, gold-I); 3) middle oxide (magnetite-II) mineralization together with the late alkali stage. Gold-I formation temperature was high (about 300°) and pressure in the process of gold mineralization formation has been changed in the range of 350-48 МПа [Кравченко, 1999].

The stages of the following post metamorphic changes (epidot-amphibolitic facies) resulted in the new hydrothermal-metasomatic phases. However this was the phase of low-temperature metasomatic alteration of rocks. At this stage native gold-II, tellurium bismuthinite, pyrite-III, marcasite, goethite, hydrogoethite were formed. Gold-II was developed at the final crystallization stage of late quartz and sometime later. Gold was deposited from the deep heterogeneous hydrothermal-metasomatic fluids at the high salt concentration and weak solutions of volatile constituents such as CO₂, N₂ and CH₄. Thermodynamic parameters of ore-forming fluids were close to P-T parameters for the fluid inclusions in gold-bearing late quartz. Ore emplacement of productive gold-II occurred in almost the same temperature range, where its upper and lower limits are 205 -200°C and 120-100°C, respectively.

Thus two main stages can be defined for the forming Surozh gold. The earliest stage is characterized by the deposition of fine gold and more late one is connected with the forming very fine visible gold. Early finely-dispersed gold is 65% of all reserves in the deposit. It is confined to quartz and much less to pyrrhotine and pyrite.

Age of gold mineralization

Age of Surozh gold can be defined by means of complex analysis of geological and structural relations for rocks and isotopic data. Geochronological data for the Sorokinskaya graben-syncline show its prolonged development. The morphological features of zircon from the biotite gneisses correspond to clastogenic type and the age of Surozh zircon is 3320±30 Ma. Uranium-lead age of zircon from granodiorites intersecting amphibolites and biotite gneisses is 2800±30 Ma and the age of dykes of leucocratic porphyreous granites intersecting amphibolites is 2680±30 Ma [Шаталов, 1993; Щербак та ін., 1999]. Thus Osipenkovsky granodiorites at the age of 2.8 Ga cut the gold-bearing rocks of the Osipenkovian Formation, whereas acid eruptive rocks at the age of 2.66 Ga containing practically

no gold have formed the concordant bedding bodies in these rocks. Granodiorites near the dam on the Berda River in the Osipenko village are dissected by the cataclasis zones, where the small gold particles were detected. Therefore, the gold mineralization age must be younger than 2.8 Ga. Isotopic age for the metamorphism of amphibolites and shales from the Osipenkovian Formation is 2.3-2.0 Ga. About the same time, i.e. 2.24 Ga the rare-metal pegmatites of the Kruta Balka deposit have been formed. Consequently, the age of Surozh gold in the estimation of H.L. Kravchenko is 2.6-2.2 Ga [Кравченко, 1999, Щербак та ін., 1999, 2006] believe that early finely-dispersed gold in the Surozh deposit may be formed in the Neoproterozoic and late gold were redeposited in the Paleoproterozoic.

Conclusions

The evidence presented suggests that the Surozh gold deposit is confined to the unique, most ancient and long developed Sorokynskaya graben-syncline structure of the Near-Azovian megablock of the Ukrainian Shield. Just as the host structure, this deposit is the only one on the planet. According to the structural and geological criteria the Surozh deposit in our opinion does not have analogues in the world. It has been formed as a result of the change for rotary mode of our planet 2.6-2.2 billion years ago. As a result of the rotational strains in that period of the Earth's evolution within the mentioned area of lithosphere the fault tectonic zones of orthogonal and diagonal systems have been intensified, the high gradient dynamic setting was occurred, where the plots with the maximum fracturing and penetrating of lithosphere became favorable for the localization of the deep magmatic melts, fluids, metasomatites, and ore minerals. The Surozh structural and metallogenic cluster favorable for ore deposition has been formed as a consequence of network activation for the misoriented faults and deep processes of Earth's energetics within the Sorokinskaya graben-syncline.

The gold deposit has been occurred at the deep depth (about 5 km) due to the activation of tectonic movement, such as fault-block, often thrust- and shift-fold ones as well as the deep tectono-metasomatic processes taking place in the Achaean and Paleoproterozoic time. Assuming the Sorokinskaya zone is the most ancient inland reef was founded over the Achaean granulitic basement, it must be appreciated that the basite-ultrabasite composition of the Achaean folded basement could contribute

significantly to accumulation and redistribution of gold for extended time period. The mantle fluids rising along the deep faults have been inducing the substantial transformation of the rocks from the Archaean basement causing their gold enrichment. According to ore mineral composition, the Surozh deposit can be attributed to the gold-sulphide-quartz assemblage. In the universal genetic classification [Смирнов, 1982] this class of the deep deposits among the endogen series of the hydrothermal group isn't designated. The deep and likely mantle fluids have played the important role in ore genesis. As a result of hydrothermal and metasomatic processes in the Earth's crust interior the ore bodies of metasomatites have been occurred, which were superimposed on hosting gold rocks of the Paleoproterozoic such as amphibolites, different shales, ferruginous quartzites, dykes of ultrabasites, and quartz porphyries (Шаталов та ін., 1982; Шаталов, 1986, 1990, 1991, 1993).

The forming productive gold ore mineralization were carried out into the few stages in temperature range from 325 to 100°C [Кравченко, 1999; Лисенко та ін., 2005]. This deposit is characterized by the increase of gold in ores with depth, but the pinching-out of ore bodies isn't identified. The deposit is

explored to the depth of 0.4 km. The occurrence of large numbers of small imperfect gold crystals and manifestation of two gold ore stages for the mineralization of fine gold are the indicators of rich deep zones and "ore columns". The level of erosion truncation for the Surozh deposit shows that gold ore "metallogenic column" at the diameter of 50 m can be stretched out to the depths more than 3-5 km. This prediction is provided an opportunity to increase the potential gold resources for the Surozh deposit.

At present the Surozh deposit is the unique and well explored object. As far as its resources it may be attributed to the medium size of deposit. Proved ore is high technological, 86% gold can be extracted from rocks [Кравченко, 1999; Лисенко та ін., 2005]. Gold ore production from the Surozh deposit may be highly profitable. The deposit is located near Berdiansk city, and occupies the abandoned and virgin lands at the northern slope of the Sobachia Gulch. The ore bodies from the most productive central part of deposit are cropped up and at a depth they aren't pinched out. The well-developed infrastructure in this region and favorable geographical, economic, and technological conditions create the uniqueness of the Surozh gold ore deposit and make it attractive for investment.

References

1. **Глевасский Е.Б.** Зеленокаменные пояса и перспективы поисков золотого оруденения в Приазовье. *Минерал. журн.* 1996. № 4. С. 72-88.
2. **Glevassky E.B.**, 1996. Greenstone belts and the prospects of the search for ore gold-grade mineralization in the Near-Azovian. *Mineralogicheskii Zhurnal*, № 4, p. 72-88 (in Russian).
3. **Квасниця В.М., Латиш І.К.** Самородне золото України. Київ: Вид-во «АртЕк», 1996. 151 с.
4. **Kvasnitsya V.M., Latysh I.K.**, 1996. Native gold of Ukraine. Kyiv: ArtEc Publ., 151 p. (in Russian).
5. **Кравченко Г.Л., Сахацкий И.И.** Золоторудная минерализация в железисто-кремнистых породах юга Украины. *Докл. АН УССР. Сер. Б.* 1988. № 4. С. 21-25.
6. **Kravchenko H.L., Sakhatsky I.I.**, 1988. Gold ore mineralization in iron-siliceous rocks of the southern Ukraine. *Doklady AN USSR. Ser. B*, № 4, p. 21-25 (in Russian).
7. **Кравченко Г.Л.** Сурожское золоторудное месторождение (Западное Приазовье) *Минерал. журн.* 1999. № 4. С. 7-19.
8. **Kravchenko H.L.**, 1999. Surozh gold ore deposit (Western Near-Azovian). *Mineralogicheskii Zhurnal*, № 4, p. 7-19 (in Russian).
9. **Лисенко О.А., Бобров О.Б., Малиук Б.І., Тисячна О.М.** Геологічна будова та характер локалізації золотих руд Сурозького родовища. *Мінер. ресурси України.* 2005. № 4. С. 9-16.
10. **Lysenko O.A., Bobrov O.B., Maliuk B.I., Tysiachna O.M.**, 2005. Geological structure and character of the localization for gold ores in the Surozh deposit. *Mineralni resursy Ukrainy*, № 4, p. 9-16 (in Ukrainian).
11. **Розанов К.И., Лавриненко Л.Ф.** Редкометалльные пегматиты Украины Москва: Наука, 1979. 139 с.
12. **Rosanolov K.I., Lavrynenko L.F.**, 1979. Rare-metal pegmatites of Ukraine. Moscow: Nauka, 139 p. (in Russian).
13. **Смирнов В.И.** Геология полезных ископаемых. Москва: Недра, 1982. 669 с.
14. **Smirnov V.I.**, 1982. Geology of mineral resources. Moscow: Nedra, 669 p. (in Russian).
15. **Усенко І.С., Кравченко Г.Л., Сахацький І.І.** Про золотоносність Сорокинської тектонічної зони (Приазов'я). *Доп. АН УРСР. Сер. Б.* 1973. № 4. С. 322-327.
16. **Usenko I.S., Kravchenko H.L., Sakhatsky I.I.**, 1973. On gold mineralization of the Sorokinskaya tectonic zone (Near-Azovian). *Dopovidi AN URSSR. Ser. B*, № 4, p. 322-327 (in Ukrainian).

9. **Чорнокур І.Г., Яськевич Т.Б.** Деякі нові дані щодо геологічної будови району рідкіснометалевого родовища Балка Крута. *Мінер. ресурси України*. 2010. № 2. С. 18-24.
- Chornokur I.H., Yaskevych T.B.**, 2010. Some new data for the geological structure of rare-metal deposit of Bulka Kruta. *Mineralni resursy Ukrainy*, № 2, p. 18-24 (in Ukrainian).
10. **Шаталов Н.Н., Латыш І.К., Потарчук І.С.** Золотоносность дайковых пород Приазовья. *Докл. АН УССР. Сер. Б*. 1982. № 6. С. 38-41.
- Shatalov N.N., Latysh I.K., Potarchuk I.S.**, 1982. Gold mineralization of dyke rocks of the Near-Azovian. *Doklady AN USSR. Ser. B*, № 6, p. 38-41 (in Russian).
11. **Шаталов Н.Н.** Дайки Приазовья. Киев: Наук. думка, 1986. 192 с.
- Shatalov N.N.**, 1986. Dykes of the Near-Azovian. Kiev: Naukova Dumka, 192 p. (in Russian).
12. **Шаталов Н.Н.** О золотоносности дайковых пород Приазовья. *Геология руд. месторождений*. 1990. № 6. С. 101-108.
- Shatalov N.N.**, 1990. On gold mineralization of the dyke rocks of the Near-Azovian. *Geologiya rudnyh mestorozhdeniy*, № 6, p. 101-108 (in Russian).
13. **Шаталов М.М.** Золоті самородки України. *Вісн. АН УРСР*. 1991. № 7. С. 106-109.
- Shatalov N.N.**, 1991. The gold nuggets of Ukraine. *Visnyk AN URSSR*, № 7, p. 106-109 (in Ukrainian).
14. **Шаталов Н.Н.** Тектонические критерии поисков золота в дайках Приазовья. *Тектоника и стратиграфия*. 1993. № 33. С. 13-21.
- Shatalov N.N.**, 1993. Tectonic criteria for the quest for gold in the dykes of the Near-Azovian. *Tektonika i stratigrafiya*, № 33, p. 13-21 (in Russian).
15. **Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Загнитко В.Н., Степанюк Л.М.** Возраст золоторудных месторождений Украинского щита. *Минерал. журн.* 1999. № 4. С. 99-105.
- Shcherbak N.P., Artemenko H.V., Zahnitko V.N., Stepanyuk L.M.**, 1999. Age of gold ore deposits of the Ukrainian Shield. *Mineralogicheskii Zhurnal*, № 4, p. 99-105 (in Russian).
16. **Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Лесная И.М., Пономаренко А.Н.** Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Архей. Киев: Наук. думка, 2006. 241 с.
- Shcherbak N.P., Artemenko H.V., Lesnaia I.M., Ponomarenko A.N.**, 2006. Geochronology of the Early Precambrian of the Ukrainian Shield. Achaean. Kyiv: Naukova Dumka, 241 p. (in Russian).

Received
March 16. 2016

РЕЗУЛЬТАТИ ПАЛЕОТЕКТОНІЧНИХ ТА СТРУКТУРНО-ТЕРМО-АТМОГЕОХІМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ЗВ'ЯЗКУ З НАФТОГАЗОПЕРСПЕКТИВНІСТЮ СКОРОБАГАТЬКІВСЬКОЇ ПЛОЩІ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

О.П. Олійник¹, Д.М. Божежа², О.М. Малишев³

(Рекомендовано акад. НАН України П.Ф. Гожиком)

¹ *Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, E-mail: olgeo@ukr.net
Здобувач, молодший науковий співробітник.*

² *Інститут прикладних проблем екології, геофізики та геохімії, Київ, Україна, E-mail: bozhezha@gmail.com
Старший науковий співробітник.*

³ *Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, E-mail: Dyku4@ua.fm
Аспірант.*

Скоробагатьківське нафтогазоконденсатне родовище (центральна частина Дніпровсько-Донецької западини) відповідає соляній криптодіапіривій структурі складної будови. Перспективи родовища пов'язані із пермсько-кам'яновугільними, середньо- і нижньокам'яновугільними та девонськими поверхнями нафтогазоносності. З метою уточнення прогнозних горизонтів вуглеводнів виконано зіставлення результатів палеотектонічних (карти ізопакіт) і структурно-термо-атмогеохімічних досліджень (СТАГД) (карти розподілу температурних показників, вмісту родону і бутану в підґрунтового повітрі). Виявлено, що просторові розміщення перспективних ділянок збігаються. Водночас результати СТАГД слід вважати більш деталізованими завдяки методиці площинних спостережень. Комплексне застосування методів дозволить підвищити ефективність пошуково-розвідувальних робіт.

Ключові слова: Дніпровсько-Донецька западина, Скоробагатьківське нафтогазоконденсатне родовище, соляна криптодіапірова структура, палеотектонічні методи, структурно-термо-атмогеохімічні методи, поклади вуглеводнів.

RESULTS OF PALEOTECTONIC AND STRUCTURAL-THERMO-ATMOGEOCHEMICAL RESEARCHES IN CONNECTION WITH OIL AND GAS POTENTIAL OF SKOROBAGATKOVSKA AREA, DNIEPER-DONETS DEPRESSION

O.P. Oliynyk¹, D.M. Bozhezha², O.M. Malychiev³

(Recommended by academician of NAS of Ukraine P.F. Gozhik)

¹ *Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, E-mail: olgeo@ukr.net
External doctorate candidate, junior research scientist.*

² *Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry of Ukraine, Kyiv, Ukraine,
E-mail: bozhezha@gmail.com
Senior research worker.*

³ *Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, E-mail: Dyku4@ua.fm
External doctorate candidate.*

Skorobagatkovske oil and gas condensate deposit (the central part of the Dnieper-Donets Depression) corresponds to the complicated salt crypto-diapir structure. Prospects of deposit are associated with the Permian-Carboniferous, middle and Lower Carboniferous and Devonian oil-saturated layers. In order to clarify the expected horizons of hydrocarbons, comparison of the results of paleotectonic (isopach maps) and

structural-thermal-atmo-geochemical researches (STAGR) (maps of temperature indicators, radon and butane contents in the subsoil air) was carried out. It was determined that the spatial distribution of promising locations coincides, however results of STAGR must be considered as more detailed in consequence of the areal measurements methods. Integrated use of both methods will increase the efficiency of exploration works.

Key words: Dnieper-Donets Depression, Skorobagatkovske oil and gas condensate field, salt crypto-diapir structure, paleotectonic studies, structural-thermal-atmo-geochemical researches, hydrocarbon deposits.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПАЛЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ И СТРУКТУРНО-ТЕРМО-АТМОГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СВЯЗИ С НЕФТЕГАЗОПЕРСПЕКТИВНОСТЬЮ СКОРОБАГАТЬКОВСКОЙ ПЛОЩАДИ ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ

Е.П. Олейник¹, Д.М. Божежа², А.Н. Малышев³

(Рекомендовано акад. НАН Украины П.Ф. Гожиком)

¹ *Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина, E-mail: olgeo@ukr.net*
Соискатель, младший научный сотрудник.

² *Институт прикладных проблем экологии, геофизики и геохимии, Киев, Украина,*
E-mail: bozhezha@gmail.com
Старший научный сотрудник.

³ *Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина, E-mail: Dyku4@ua.fm*
Аспирант.

Скоробагатьковское нефтегазоконденсатное месторождение (центральная часть Днепровско-Донецкой впадины) соответствует соляной криптодиapiroвой структуре сложного строения. Перспективы месторождения связаны с пермско-каменноугольным, средне- и нижнекаменноугольным и девонским этажами нефтегазоносности. С целью уточнения прогнозных горизонтов углеводородов выполнено сопоставление результатов палеотектонических (карты изопахит) и структурно-термо-атмогеохимических исследований (СТАГИ) (карты распределения температурных показателей, содержание родона, бутана в подпочвенном воздухе). Определено, что пространственные размещения перспективных участков совпадают. Однако результаты СТАГИ следует признать более детализированными благодаря методике плоскостных наблюдений. Комплексное использование методов позволит увеличить эффективность поисково-разведочных работ.

Ключевые слова: Днепровско-Донецкая впадина, Скоробагатьковское нефтегазоконденсатное месторождение, соляная криптодиapiroвая структура, палеотектонические исследования, структурно-термо-атмогеохимические исследования, залежи углеводородов.

Вступ

Дніпровсько-Донецька западина (ДДЗ) відома як соленосна область, де в осадовому чохла виявлено велику кількість локальних підняття, складених девонським галогенним комплексом, які є об'єктами нафтогазорозвідувальних робіт. Соляним тілам властива різноманітність геологічної будови. Морфологічні особливості соляних структур, поширеність і характер розривних порушень, стратиграфічні та літологічні перериви й незгідності позначаються на розподілі пасток нафти і газу. Соляний тектогенез є основним структуроформуючим фактором у межах ДДЗ, який зумовлює формування пасток нафти і газу різного типу. Тому вивчення умов формування соляних струк-

тур є необхідним і актуальним для розуміння процесів, що впливають на накопичення вуглеводнів (ВВ) та їх втрату при руйнуванні пасток.

В процесі виконання геологорозвідувальних робіт на нафту і газ в умовах ДДЗ виникає низка складних питань, пов'язаних з пошуками та деталізацією складнобудованих об'єктів різних типів з недостатньою вивченістю їхньої геологічної будови. В процесі розвідки та розробки покладів, як правило, з'ясовується, що їх геологічна будова значно складніша за прийняті на попередніх етапах моделі.

Цілком зрозуміло, що вивчення складнобудованих об'єктів потребує нового підходу з більш удосконаленими знаннями сучасної струк-

тури території дослідження і палеотектонічних умов формування та її розвитку протягом усіх етапів геологічної історії, наявності порушень, літолого-фаціальних характеристик; поділу розриву за проникністю, розчленування його на нафтогазоносні комплекси, резервуари й пласти; гідрогеологічних характеристик (мінералізація, напір вод, вміст водорозчинних газів, органічна речовина (ОР) тощо), геохімічних параметрів (вміст і тип ОР, кількість і склад бітумів, ступінь катагенезу, гіпергенні перетворення та ін.), геотермічних характеристик.

На прикладі Скоробагатьківської соляної структури, в межах якої розташоване нафтогазоконденсатне родовище, виконано порівняння результатів палеотектонічної реконструкції із структурно-термо-атмогеохімічними дослідженнями (СТАГД) з метою уточнення прогнозування покладів ВВ.

Теоретично-методична частина

Геологічна будова і нафтогазоносність Скоробагатьківської площі. У тектонічному відношенні Скоробагатьківська структура приурочена до північного схилу Жданівського прогину центральної частини ДДЗ. В будові підняття приймають участь верхньодевонські, кам'яновугільні, верхньопермські і мезозойсько-кайнозойські утворення. Загальна потужність осадового чохла становить приблизно 8,5 км. Глибина залягання кристалічного фундаменту в регіоні – 8-9 км.

За даними геолого-геофізичних досліджень структура є криптодіапіровою брахіантикліналлю північно-східного простягання. Найвищий рівень підняття солі – до відкладів серпуховського ярусу – встановлено св. 380 на глибині 3949 м. Соляне ядро обмежене дугоподібними скидами, які характеризуються довготривалим розвитком і розмежовують структуру на п'ять блоків. Розмір складки за нижньовізейськими відкладами становить 7,0x5,0 км, верхньовізейськими – 6,5x4,5 км, московськими – 4,5x4,0 км. З пізньовізейського часу соляні утворення не відслонюються на поверхні, а перекриваються малопотужними відкладами більш молодого віку. З часом відбувається поступове виположування структурних форм і затухання тектонічних порушень. Структурний план за нижньопермськими відкладами відрізняється від попередніх: на поверхні виділяється структурний ніс. За мезозойськими відкладами структурі відповідає монокліналь з південно-західним напрямком падіння порід.

Скоробагатьківська структура є нафтогазоконденсатним родовищем, яке розташоване в Глинсько-Солохівському нафтогазоносному районі. Скоробагатьківське підняття виявлено в 1981 р. геофізичними роботами МВХ за сейсмічним горизонтом IVб у пермських відкладах. У 1982 р. розпочалося буріння параметричної св. 380. Перший промисловий приплив ВВ отримано в 1984 р. з відкладів середнього карбону (продуктивний горизонт М-5, інт. 3370-3380 м). Дебіт нафти становив 30,7 т/добу. До Державного балансу родовище включено в 1985 р. [Атлас..., 1998].

Виділено чотири поверхи нафтогазоносності: пермсько-кам'яновугільний (пласти пісковиків, рідко аргілітів і алевролітів, поклади склепіння, масивно-пластові, часто стратиграфічно, літологічно і тектонічно екрановані); середньокам'яновугільний (пісковики, вапняки, поклади склепіння, пластові); нижньокам'яновугільний; девонський. Багато дослідників вважають, що підсольовий комплекс знаходиться в оптимальних умовах для скупчення і формування багатих покладів ВВ, тому що мають стійку соляну покришку.

Поклади ВВ на родовищі виявлені в нижньо- і середньокам'яновугільних, девонських відкладах. Продуктивні горизонти залягають в загальному інтервалі глибин 3371-5500 м. Всього на родовищі розкрито 90 покладів.

Поклади ВВ на Скоробагатьківському родовищі пов'язані з горизонтами М-6 (московський ярус); Б-3, Б-4-5, Б-7а, Б-7б, Б-10а, Б-10б (башкирський ярус); С-22-23 (серпуховський ярус); В-14, В-15а, В-15б, В-16а, В-16б, В-16в, В-17а, В-17б, В-17б', В-17в, В-17г, В-17д, В-18, В-18', В-19а, В-19б, В-20, В-20', В-21а, В-21б, В-21в, В-22а, В-22б, В-22в, В-22г, В-25-26а, В-25-26б (візейський ярус); ФМ-1-2а, ФМ-1-2б, ФМ-1-2в, ФМ-1-2г (фаменський і франський яруси).

На Державному балансі України по Скоробагатьківському родовищу знаходяться запаси: газу – кат. С₁ – 10 607 млн м³, кат. С₂ – 5090 млн м³; конденсату кат. С₁ – геологічні запаси – 1470 тис. т, видобувні – 762 тис. т; нафти кат. С₁ – геологічні запаси – 275 тис. т, видобувні – 95 тис. т (станом на 01.01.2005 р.) [Багрій та ін., 2007].

Палеотектонічна реконструкція Скоробагатьківської солянокупольної структури. На основі вивчення широкої практики пошуково-розвідувальних робіт на нафту і газ багатьма дослідниками доведено, що серед критеріїв наукового

прогнозування нафтогазоносності надр першочергова роль належить палеотектоніці. Для забезпечення результативності пошуково-розвідувальних робіт необхідно знати не тільки сучасну структуру досліджуваної території, але і палеотектонічні умови формування протягом усіх етапів її геологічного розвитку [Еременко, 1978].

За допомогою методів палеотектонічного аналізу успішно вирішується низка практичних завдань, що виникають в процесі пошуків і розвідки, від яких залежить ефективність останніх. До таких задач відносяться: об'єктивна прогнозна оцінка перспектив нафтогазоносності піднятих, які вводять у розвідку; виявлення місцезнаходження похованих піднятих, широко розповсюджених в облямуванні западин і прогинів; виявлення й обґрунтування трасування похованих тектонічних розривів та їх вплив на розподіл нафтогазових покладів; відтворення й об'єктивне освітлення історії окремих регіонів; об'єктивна оцінка результатів пошуків і розвідки та оперативне внесення коректив у напрям подальших пошуків [Машкович, 1970].

Формування регіонального нафтогазоагромадження та покладів родовищ нафти і газу значною мірою залежить від часу утворення та замикання відповідних регіональних і локальних структур (пасток). Всі локальні підняття тектонічного походження можуть формуватись протягом усієї історії геологічного розвитку регіону, майже до четвертинного періоду. Характер розвитку локальних піднятих протягом усього циклу осадконагромадження зумовлює їхню морфологію.

Для вивчення історії геологічного розвитку значних територій або локальних структур широко використовують *метод аналізу товщин*. В основу цього методу покладено уявлення про зв'язок інтенсивності та характеру осадконагромадження з обсягом коливальних тектонічних рухів. Товщина осадкових товщ є показником швидкості нагромадження осадків. За відносними змінами товщин осадкових товщ можна визначити характер вертикальних рухів (підняття чи занурення) певних ділянок земної кори. Підсумковим результатом аналізу товщин є карти рівних товщин (ізопахіт) [Маєвський та ін., 2004].

Для виконання ретроспективної реконструкції і поглибленого уявленнями про будову та з'ясування історії тектонічного розвитку Скоропачівського підняття, визначення наявності стратиграфічних переривів, ерозійних поверхонь,

специфіки нафтогазоакопичення використані результати геофізичних робіт (сейсмо- і граві-розвідки), структурні карти за сейсмічними відбиваючими горизонтами $V_{в3}$, $V_{в2}$, $V_{б2}$, $IV_{б}$, матеріали бурових робіт (випробування свердловин), результати ГДС, петрографічний опис керна [Олійник, 2011].

В свою чергу, комплексна методика *приповерхневих СТАГД* має таку характеристику. В основу комплексної методики приповерхневих СТАГД покладено методичні розробки вчених Інституту геологічних наук НАН України по удосконаленню та впровадженню в практику комплексної методики прогнозування розломних зон підвищеної проникності для вирішення геоекологічних і пошукових задач. Геологічною практикою доведено, що розломні зони активно впливають на умови формування та зберігання покладів ВВ, визначаючи місця активізації сучасних геодинамічних процесів, формування зон тріщинуватості та розущільнення гірських порід, шляхи міграції до земної поверхні різних за складом і походженням флюїдів, у тому числі і тих, що є індикаторами покладів ВВ. Методику польових досліджень та її наукове обґрунтування пошуків ВВ більш детально висвітлено в роботах [Багрій, 2001; Багрій, 2003].

Накопичений за останні десятиліття як в Україні, так і в зарубіжних країнах досвід приповерхневих термометричних та атмогеохімічних досліджень у комплексі робіт з оцінки перспективності територій і геологічних структур та виявлення покладів ВВ базується на новітніх розробках апаратурних комплексів, інструментальних дослідженнях необхідної чутливості, сучасних методичних підходах до обробки та інтерпретації даних, у тому числі із застосуванням комп'ютерних ГС-технологій [Наукове..., 2005].

Задачі досліджень полягають у наступному: 1) визначення геоструктурної позиції площі дослідження на основі аналізу розломно-блокової тектоніки та дешифрування аеро- та космофотознімків; 2) визначення ступеня проникності розривних порушень та виявлення найбільш проникних їх ділянок, що визначають шляхи міграції індикаторів ВВ, створюючи умови для пошуків та оконтурювання покладів, дозволяють оцінити сучасну герметичність потенційних пасток ВВ, необхідну для накопичення та зберігання ВВ, на основі картування незначно порушених та достатньо флюїдопроникних ділянок.

Методика передбачає виконання комплексу польових та лабораторних досліджень за схемою: геоструктурні дослідження, структурно-неотектонічне дешифрування аеро- і космофотознімків, польові термометричні та газово-еманаційні дослідження (Rn, CO₂, He, H₂, вільні ВВ), обробка отриманих польових даних та побудова картографічного матеріалу.

Обговорення результатів

Карти ізопакіт (товщин) побудовано за методом сходження структурних планів за сейсмічними відбиваючими горизонтами, приуроченими до маркуючих реперів: VВ₃ (товща вапняків С₁В₁), VВ₂ (пласт вапняку С₁В₂), VБ₂ (“башкирська плита” С₂В) і IVБ (підшва хомогенного комплексу Р₁А).

На рівнях ранньо- і пізньовізейського та башкирського часів відбуваються незначні зміни структурних планів. Тектонічні порушення, які розмежовують структуру на п'ять блоків, спостерігаються протягом тривалого часу, змінюючи лише свої амплітуди. За нижньовізейським структурним планом структура являє собою брахіантуклінальну складку північно-східного простягання розмірами за довгою віссю 7 км, за короткою – 5 км, у зоні склепіння якої відслонене соляне ядро, обмежене дугоподібними скидами. На структурній карті пізньовізейського часу соляне ядро перекривається малопотужними відкла-

дами (за даними буріння). З цього часу соляне ядро не відслонювалось на поверхні склепіння, перекриваючись зменшеними товщинами башкирського віку (за структурним планом) та іншими. Структурний план відбиваючого горизонту за нижньопермськими відкладами відрізняється від попередніх. На поверхню виходить тектонічне порушення, утворюючи грабен просідання, і вирісовується так званий структурний ніс.

Проаналізувавши історію розвитку структури за картами ізопакіт, можна сказати, що головні порушення мали конседиментаційний розвиток протягом пізньовізейсько-башкирського часу, деякі дрібні порушення в склепінні структури були, наймовірніше, утворені внаслідок вигинання перекриваючих порід під дією зростання соляного ядра та мали, можливо, постседиментаційний характер походження. Кожен блок, обмежений певною групою розломів, мав свій геологічний (тектонічний) розвиток та особистий режим осадконакопичення завдяки геолого-тектонічним умовам у кожний період формування.

На карті ізопакіт за горизонтами між реперами нижньовізейських та верхньовізейських відкладів на західному крилі виокремлюється поховане палеопідняття, яке може слугувати вмістищем ВВ, що підтверджується даними буріння св. 9 (рис. 1, I). На цій же карті і на карті товщин між реперами верхньовізейських і башкирських відкладів (рис. 1, II) на півночі у блоці,

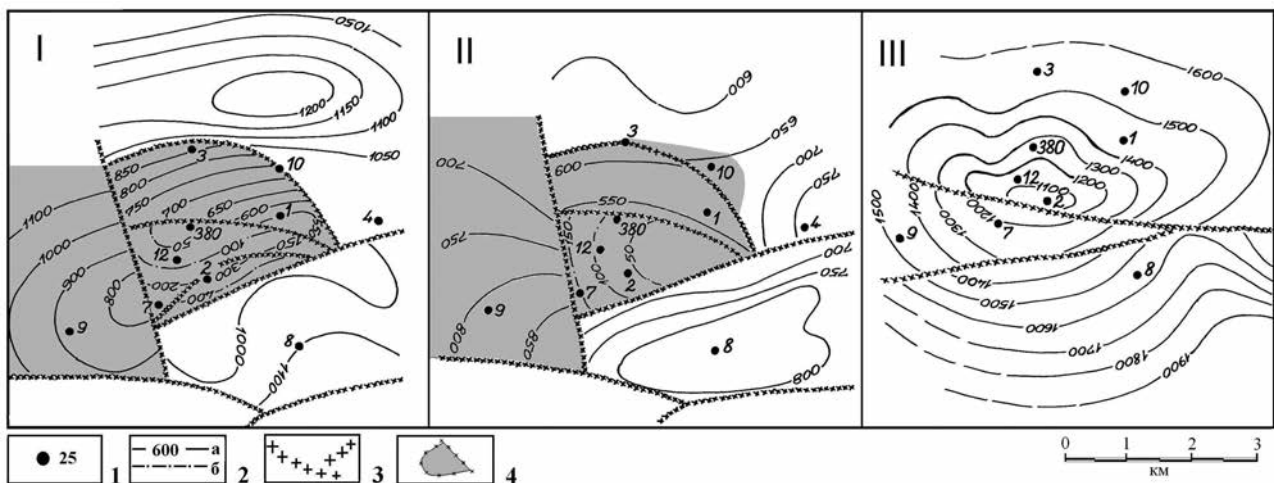


Рис. 1. Карти ізопакіт між відбиваючими горизонтами: I – VВ₃ (С₁В₁) і VВ₂ (С₁В₂), II – VВ₂ (С₁В₂) і VБ₂ (С₂В₁), III – VВ₂ (С₁В₂) і IVБ (Р₁А) [Олійник, 2011]

1 – свердловини; 2 – ізопакіти між відбиваючими горизонтами: а) за сейсмічними даними, б) за даними буріння; 3 – розривні порушення; 4 – ділянки, перспективні на пошуки ВВ

Fig. 1. Isopach maps between the reflecting horizons: I – VВ₃ (С₁В₁) and VВ₂ (С₁В₂), II – VВ₂ (С₁В₂) and VБ₂ (С₂В₁), III – VВ₂ (С₁В₂) and IVБ (Р₁А) [Олійник, 2011]

1 – wells; 2 – isopach between the reflecting horizons: a) for seismic data, b) for drilling data; 3 – faults; 4 – locations, prospecting to promote for hydrocarbon pools

з обох боків обмеженому скидами, простежується розформоване палеопідняття, де завдяки екрануючій дії тектонічних порушень можливе залягання нафтогазоносних покладів, що підтверджується даними буріння (св. 1, 3, 10). В самому склепінні, також обмеженому тектонічними порушеннями, на обох картах спостерігаються локальні мінімуми товщин, які слугують місцем розташування покладів нафти і газу. Це підтверджується припливом газу в св. 2, 7, 12, 380.

В ранньопермську епоху відбулась перебудова структурного плану Скоробагатьківської площі. З досвіду розвідувально-пошукових робіт на нафту і газ відомо, що наявність структурного носу [Машкович, 1970], який спостерігається на палеоповерхні нижньопермських відкладів (рис. 1, III), може бути індикатором похованої, зазвичай продуктивної антикліналі в більш давніх відкладах і являє собою антиклінальну складку, нахилена в результаті більш пізніх тектонічних рухів. Тому структурні носі слід вважати результатом перебудови антиклінальної структури під впливом регіональних нахилів і широко використовувати для пошуків структур більш раннього закладення.

Скоробагатьківська структура за картами ізопахіт характеризується закономірним зменшенням товщин відкладів у напрямку від крил до склепіння. Зменшення товщин обумовлене зростанням соляного штоку та його конседиментаційним розвитком, а також можливим впливом інших факторів таких, як постконседиментаційний розмив порід, ущільнюючі і розтягуючі зусилля вилуговування.

Результати польових досліджень СТАГД. З урахуванням структурно-тектонічних умов Скоробагатьківської площі були проведені комплексні площадні термометричні та газозоно-еманаційні дослідження. Територія дослідження була перекрита мережею точок спостережень з кроком 1000 м між профілями та 500 м між точками. Профілі і пікети були прив'язані до координатної мережі за системою GPS. На площі досліджень було випробувано 244 точки спостереження, в яких було проаналізовано вміст у підґрунтовому повітрі ^{222}Rn , ^{220}Rn , CO_2 , He , H_2 , CH_4 , C_2H_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , C_4H_{10i} , C_4H_{10n} . За даними польових досліджень було складено серію карт розподілу основних атмогеохімічних і температурних показників у масштабі 1:50 000. Для визначення основних шляхів міграції ВВ було побудовано сумарну схему розподілу гомологів метану (C_2H_6 , C_3H_8 , C_4H_{10i} , C_4H_{10n}).

За аналізом виконаних побудов проведено районування території досліджень щодо її перспектив на пошуки пасток ВВ. На підсумкову карту були винесені поля з фоновими значеннями радону, торону та вуглекислого газу, які є показниками тріщинуватих зон із сприятливими умовами формування потенційних пасток ВВ. Це дало змогу локалізувати перспективні пошукові ділянки і виділити нову перспективну ділянку в районі розташування Скоробагатьківської структури [Багрій та ін., 2007].

На основі виконаної термометричної та газозоно-еманаційної зйомки складено карти полів приповерхневого розвантаження флюїдо-газових потоків (вільних ВВ, водню, вуглекислого газу, радону/торону та температури підґрунтового шару). Встановлено якісні структурно-атмогеохімічні ознаки сучасної геодинамічної активності і проникності виявлених тектонічних порушень та обмежених ними мікроблоків. За отриманими даними проведено районування площі робіт на ділянки аномальних значень атмогеохімічних індикаторів, що характеризують блоки підвищеної проникності і неотектонічної активності, та поля їх фонових значень, які визначають умови відносної геодинамічної стабільності та герметичності гірських порід, сприятливі для формування пасток ВВ.

Встановлено просторову підпорядкованість розподілу температурних і атмогеохімічних показників поперечної блокової зональності. Східному та західному периклінальним блокам відповідають найбільш активні атмогеохімічні аномалії і близьке до фонового температурне поле, що характеризує їх як відносно геодинамічно активні.

З урахуванням дрібноблокової будови площі досліджень та результатів термометричних і газозоно-еманаційних досліджень виділено одну перспективну і три умовно перспективні ділянки (рис. 2).

Висновки

За картами ізопахіт (товщин) між відбиваючими горизонтами ранньо- і пізньовізейського, пізньовізейського і башкирського, башкирського і ранньопермського віку виявлено закономірне зменшення потужностей у напрямку від крил до склепіння, що вказує на конседиментаційний характер розвитку Скоробагатьківської структури.

Нафтогазонакопичення в структурі пов'язане із розвитком тектонічних порушень, які екранували пластові поклади, а також із зменшеними товщинами на склепінні, в межах визначених

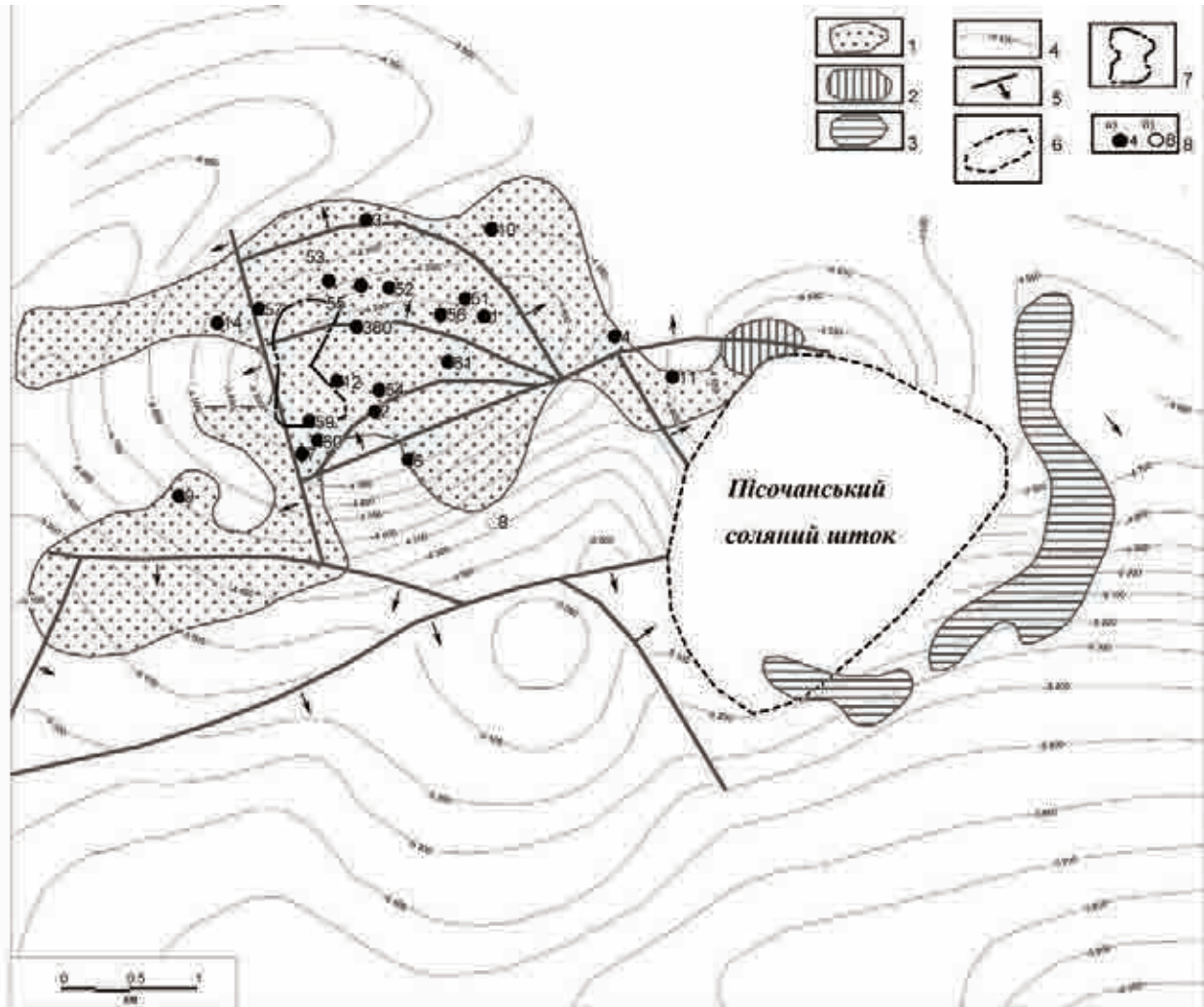


Рис. 2. Карта просторового розміщення ділянок, перспективних на пошуки ВВ на Скоробагатківській площі за результатами комплексної інтерпретації даних СТАГД [Наукове..., 2005]

1 – ділянка, перспективна на пошуки покладів ВВ; 2 – прогнозно-перспективна ділянка на пошуки ВВ; 3 – ділянки, перспективні на пошуки пасток ВВ; 4 – ізопіси за відбиваючим горизонтом Vв2 (В-15-16) (С1v2); 5 – тектонічні порушення та напрямки їх падіння; 6 – контур Пісочанського соляного штоку; 7 – передбачуваний контур соляного штоку [Корективи..., 2006]; 8 – свердловини та їх номери: а) продуктивні, б) непродуктивні

Fig. 2. Map of the spatial placing of locations prospecting to promote for hydrocarbons on the Skorobagatkovskoy area as a result of the integrated data interpretation STAGD [Наукове..., 2005]

1 – location, prospecting to promote for hydrocarbon pools; 2 – forecasting and prospecting location to promote for hydrocarbon; 3 – locations prospecting to traps for hydrocarbons; 4 – isohypses for reflecting horizons Vв2 (B-15-16) (C1v2); 5 – tectonic faults and the direction of their fall; 6 – outline Pischanskogo salt dome; 7 – predictable outline salt dome [Корективи..., 2006]; 8 – wells and their numbers: a) producing, b) non-producing

ділянок, які є перспективними на поклади ВВ. Тому скупчення ВВ у межах Скоробагатківської структури тяжіють до поверхонь стратиграфічних і тектонічних незгідностей та до згущення поздовжніх й поперечних розломів, які обумовлюють сприятливі умови для міграції вуглеводневих флюїдів у верхні горизонти порід.

На основі виконаної термометричної та газово-еманційної зйомки на користь висновку про перспективність площі свідчить просторовий збіг ділянки підвищених температурних показни-

ків та ореолу газів метанового ряду, включаючи бутан та ізобутан по його периферії.

На підставі порівняльного аналізу палеотектонічних і СТАГД досліджень виявлено, що просторові розміщення перспективних ділянок на поклади ВВ збігаються. Водночас результати СТАГД слід вважати більш деталізованими завдяки методиці площинних спостережень. Результат аналізу свідчить про те, що комплексне застосування методів дозволить підвищити ефективність пошуково-розвідувальних робіт на нафту і газ.

Список літератури / References

1. *Атлас* родовищ нафти і газу України: в 6 т.: Іванюта М.М., Федшин В.О., Денега Б.І. та ін. (ред.) Львів: Центр Європи, 1998. Т. 1. 494 с.
Atlas of oil and gas fields of Ukraine. In 6 vol., 1998. (Ed. by M.M. Ivanyuta, V.O. Fedyshyn, B.I. Denega, Y.O. Arsiy, Y.G. Lazaruk). Lviv: Thentr Evropu, vol. 1, 494 p. (in Ukrainian).
2. **Багрій І.Д.** Прогнозування розломних зон підвищеної проникності гірських порід для вирішення геоекологічних та пошукових задач. Київ: ТОВ «Видав. дім Дмитра Бурого», 2003. 149 с.
Bagriy I.D., 2003. Prediction of fracture zones of high permeability of rocks to solve search and geoeological problems. Kyiv: LLC «Dmytro Burogo Publishing House», 149 p. (in Ukrainian).
3. **Багрій І.Д., Гладун В.В., Довжок Т.С. та ін.** Розробка комплексу структурно-атмогеохімічних методів для прогнозування та пошуків покладів вуглеводнів. *Геол. журн.* 2001. № 2 (296). С. 89-93.
Bagriy I.D., Gladun V.V., Dovzhok T.Ye. et al., 2001. Development of the structural-atmo-geochemical methods for forecasting and exploration of hydrocarbon deposits. *Geologichnyy zhurnal*, № 2 (296), p. 89-93 (in Ukrainian).
4. **Наукове** обґрунтування нафтогазоперспективності за методикою СТАГД Пісочанської площі, прилеглої до Скоробагатківського нафтогазоконденсатного родовища. Звіт ІГН НАН України; кер. І.Д. Багрій. Київ, 2005. 35 с.
Scientific substantiation of oil and gas perspective of Pischanska area (adjacent to Skorobagatkiyske oil and gas deposit) on the methodology STAGR: report of Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine; Chief I.D. Bagriy. Kyiv, 2005, 35 p. (in Ukrainian).
5. **Багрій І.Д., Гладун В.В., Гоцький П.Ф. та ін.** Нафтогазоперспективні об'єкти України. Прогнозування нафтогазоперспективних об'єктів Дніпровсько-Донецької газонафтоносною області з застосуванням комплексу нетрадиційних приповерхневих методів досліджень. Київ: Варта, 2007. 535 с.
Bagriy I.D., Gladun V.V., Gotschik P.F., Krupsky B.L., Klochko V.P., Pochtarenko V.I., Benko V.M., Znamenska T.O., Dubosarsky V.R., Lihvan V.M., Chostak T.A., 2007. Potential Oil and Gas Fields in Ukraine. Prediction of oil and gas fields in Dneper-Donetsk gas and oil area with the implementation of the integrated set of untraditional near-surface research methods. Kyiv: Varta, 535 p. (in Ukrainian).
6. **Еременко М.А.** Палеотектоника и палеоморфология в нефтяной геологии. Москва: Наука, 1978. 229 с.
Eremenko M.A., 1978. Paleotectonic and paleomorphology of oil geology. Moscow: Nedra, 229 p. (in Russian).
7. **Машкович К.А.** Методы палеотектонических исследований поисков нефти и газа. Москва: Недра, 1970. 152 с.
Mashkovich K.A., 1970. Methods paleotectonic research of oil and gas prospecting. Moscow: Nedra, 152 p. (in Russian).
8. **Маєвський Б.Й., Лозинський О.Є., Гладун В.В., Ченіль П.М.** Прогнозування, пошуки та розвідка нафтових і газових родовищ. Київ: Наук. думка, 2004. 446 с.
Maevsky B.Y., Lozinsky O.E., Gladun V.V., Chepil P.M., 2004. Forecasting, prospecting and exploration of oil and gas fields. Kyiv: Naukova Dumka, 446 p. (in Ukrainian).
9. **Олійник О.П.** Палеотектонічна реконструкція розвитку Скоробагатківської солянокупольної структури. *Вісн. Київ. ун-ту. Сер. Геологія.* 2011. № 53. С. 7-10.
Oliynyk O.P., 2011. Paleotectonic reconstruction of the development of the Skorobagatky salt dome structure. *Visnyk Kyivskogo Universitetu. Seriya Geologiya*, № 53, p. 7-10 (in Ukrainian).
10. **Корективи** проекту ДПР Скоробагатківського НГКР. Звіт про НДР (заключний). Харківська філія УкрНДІгаз; кер. В. Щербина, № 51.628. Харків, 2006. 135 с.
Correction of pilot commercial exploitation project of Skorobagatkovske oil-gas condensate field: research report (final). Kharkiv branch of the Ukrainian Research Institute of Gas; Chief V. Shcherbyna. № 51.628. Kharkiv, 2006, 135 p. (in Ukrainian).

Стаття надійшла
14.02. 2017

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ К ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ЭОПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ И НИЖНЕОПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ СРЕДНЕГО ДНЕПРА

Е.А. Сиренко

(Рекомендовано акад. НАН Украины П.Ф. Гожиком)

*Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина, E-mail: o_sirenko@ukr.net
Доктор геологических наук, ведущий научный сотрудник.*

На основании результатов детальных палинологических исследований эоплейстоценовых и нижнеоплейстоценовых отложений разреза скв. 3, расположенной в пределах южного борта Днепровско-Донецкой впадины (с. Чудновцы, Лубенский район, Полтавская область), получена детальная палеоботаническая характеристика климатолитов эоплейстоцена и нижнего неоплейстоцена региона исследований. По палинологическим данным выполнены корреляционные сопоставления изученных отложений с разновозрастными породами смежных регионов. Значительно расширены представления о составе эоплейстоценовой и раннеоплейстоценовой растительности региона исследований, а также прослежены ее изменения во времени.

Ключевые слова: опорный разрез, эоплейстоцен, нижний неоплейстоцен, спорово-пыльцевой анализ, биостратиграфия, Украина.

NEW MATERIALS ON PALYNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF EOPLEISTOCENE AND LOW NEOPLEISTOCENE DEPOSITS OF MIDDLE DNIEPER LEFT BANK

E.A. Sirenko

(Recommended by academician of NAS of Ukraine P.F. Gozhik)

*Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, E-mail: o_sirenko@ukr.net
Doctor of geological sciences, leading researcher.*

Based on the results of detailed palynological research of Eopleistocene and low Neopleistocene deposits in the borehole 3 located within the southern edge of the Dnieper-Donets depression (village Chudnovtsy in the Lubny district of Poltava region.), the detailed paleobotanical characteristic of Eopleistocene and low Neopleistocene of the study region is obtained. According to palynological data the correlation comparisons are performed of the studied sediments with coeval rocks of the adjacent regions. Significantly expanded are representations about the composition of Eopleistocene and low Neopleistocene vegetation in the studied region, and its changes over time are traced.

Key words: reference section, Eopleistocene, Low Neopleistocene, spore-pollen analysis, biostratigraphy, Ukraine.

НОВІ МАТЕРІАЛИ ДО ПАЛІНОЛОГІЧНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕОПЛЕЙСТОЦЕНОВИХ ТА НИЖНЬОНЕОПЛЕЙСТОЦЕНОВИХ ВІДКЛАДІВ ЛІВОБЕРЕЖЖА СЕРЕДНЬОГО ДНІПРА

О.А. Сиренко

(Рекомендовано акад. НАН України П.Ф. Гожиком)

*Институт геологічних наук НАН України Київ, Україна, E-mail: o_sirenko@ukr.net
Доктор геологічних наук, провідний науковий співробітник.*

За результатами детальних палинологічних досліджень еоплейстоценових та нижньонеоплейстоценових відкладів розрізу св. 3, розташованої в межах південного борту Дніпровсько-Донецької западини (с. Чуднівці, Лубенський район, Полтавська область), отримано детальну палеоботанічну характеристику кліматолітів еоплейстоцену та нижнього неоплейстоцену регіону дослідження. За палинологічними

даними виконано зіставлення вивчених відкладів з одновіковими породами суміжних регіонів. Значно розширені уявлення про склад еоплейстоценової та ранньнеоплейстоценової рослинності регіону досліджень, а також простежено її зміни у часі.

Ключові слова: опорний розріз, еоплейстоцен, нижній неоплейстоцен, спорово-пилковий аналіз, біостратиграфія, Україна.

Введение

В пределах левобережья Среднего Днепра в полном объеме представлены отложения всех звеньев четвертичной системы. Согласно схеме районирования четвертичных отложений [Стратиграфические..., 1993], рассматриваемая территория относится к Северной области днепровского ледникового языка. В структурном плане регион исследования расположен в пределах южного борта Днепровско-Донецкой впадины. Мощность плейстоценовых отложений на изученной территории колеблется от 50 до 90 м. Характерной особенностью неоплейстоценового разреза является значительное представительство отложений холодных этапов, особенно тилигульского, днепровского и бугского. Наибольшую мощность (до 30 м в субазральном разрезе и до 70 м – в субаквальном) имеют отложения днепровского климатолита, представленного, в отличие от смежных регионов, не только лессовидными суглинками, но и мореной. Среди отложений теплых этапов наибольшую мощность имеет завадовский педогоризонт среднего неоплейстоцена. Эоплейстоценовые и нижнеэоплейстоценовые отложения залегают как на породах верхнего плиоцена, так и на верхнеолигоценых отложениях и перекрываются почвами среднееоплейстоценового завадовского климатолита.

Важным аспектом стратиграфических исследований является изучение отложений опорных разрезов, на которых базируются разработки стратиграфических схем и реконструкции палеогеографических условий формирования отложений.

Одним из наиболее полных разрезов четвертичных отложений региона исследования является разрез у с. Вязовок, расположенный в северной части села, на правом берегу р. Сула, в 10 км к югу от г. Лубны (северо-западная часть Приднепровской низменности) [Веклич и др., 1967]. При изучении разреза применен целый комплекс методов: палеопедологический, включающий не только макроморфологические исследования, но и анализ валового химического и гранулометрического составов исследованных отложений, фаунистический и спорово-пыльцевой анализы. Несмотря на то, что данный разрез является опорным для региона и вскрывает мощную толщу чет-

вертичных отложений, в которой прослежены 15 стратонев, палинологически отложения рассматриваемого разреза охарактеризованы очень неравномерно. С.И. Паришкурой (Турло) в 60-х годах XX ст. выполнен спорово-пыльцевой анализ отложений нижнего, среднего и верхнего неоплейстоцена. Количество полученного палинологического материала не позволило построить спорово-пыльцевую диаграмму. Результаты исследований графически представлены в виде флористического графика, на котором изображен лишь качественный состав пыльцы и спор, а также отмечено присутствие того или иного таксона в исследуемых образцах, без указания количественных показателей. Особенно слабо были охарактеризованы отложения нижнего неоплейстоцена.

Пыльца и споры в породах сульского лесса не обнаружены, а для лубенского педогоризонта получен лишь один спорово-пыльцевой спектр, характеризующий самую верхнюю его часть.

Необходимо отметить, что рассматриваемый разрез является стратотипом для сульского и лубенского климатолитов. Отложения широкинско-климатолита эоплейстоцена не изучали. Полученные результаты позволили С.И. Паришкуре (Турло) сделать лишь ряд предположений о характере раннеэоплейстоценовой растительности региона исследований. Позднее Н.П. Герасименко [Матвіїшина, Герасименко, 2005] была получена детальная палинологическая характеристика отложений кайдакского и прилукского климатолитов рассматриваемого разреза. На основании полученных результатов построена спорово-пыльцевая диаграмма и выполнены палеофлористические реконструкции.

Основные результаты и их обсуждение

В пределах региона исследований нами изучены отложения эоплейстоцена и нижнего неоплейстоцена, вскрытые скв. 3, пробуренной в 500 м на северо-восток от с. Чудновцы Лубенского района Полтавской области. Абсолютная отметка +142 м. В рассматриваемом разрезе эоплейстоценовые отложения подстилаются породами палеогена и перекрываются ископаемыми почвами среднееоплейстоценового завадовского климатолита. Изучение разреза выполнено в процессе проведения работ по программе

«Госгеолкарта-200» (лист М-36-XXI Черкассы) в содружестве с сотрудниками ДП НАК «Надра Украины» «Центрукргеология».

Палеопедологическое описание разреза и предварительная стратификация проведены нами совместно с Б.Д. Возгриным. При стратиграфическом расчленении исследуемых отложений использована стратиграфическая схема четвертичных отложений Украины 1993 г. с дополнениями [Стратиграфічний..., 2012]. Приводим краткую литологическую характеристику изученных отложений.

64,5-62,5 м (Pg) – пески темно-серые с тонкими прослоями глины темно-серой до черной, листовой.

62,5-53,8 м (E br) – глина серая, рыхлая с обильной карбонатной пропиткой и включениями рыхлых карбонатов (в верхней части слоя), пески глинистые (в нижней части слоя), разнозернистые с отчетливым желтоватым оттенком.

53,8-51,2 м (E kr) – педогоризонт, состоящий из трех почв:

54,8-53,0 м (k_{г1}) – почва светло-коричневая с буроватым оттенком, глинистая, рыхлая;

53,0-51,6 м (k_{г2}) – почва коричневая с сероватым оттенком, к нижней части профиля более светлая по окраске, глинистая, с гнездами мучнистых карбонатов, в средней части слоя с отчетливыми признаками гидроморфизма в виде сизых разводов и марганцевой пунктацией;

51,6-51,2 м (k_{гс}) – почва светло-коричневая с легким сероватым оттенком, глинистая, без четко выраженной структуры.

51,2-49,1 м (E il) – лессовидная глина, неравномерно окрашенная, сизовато-серая с оливковым оттенком, с единичными гнездами рыхлых карбонатов и конкрециями в диаметре до 1 см в нижней части слоя.

49,1-44,5 м (E sh) – педогоризонт, состоящий из почв раннего и позднего оптимумов широкоинского педогенеза, разделенных лессовидным прослоем:

49,1-47,1 м. (sh_{1b1}) – почва темно-коричневая с сероватым оттенком, глинистая;

47,1-46,3 м (sh_{1b2}) – почва, наиболее темноокрашенная среди почв педогоризонта, интенсивно коричневая, глинистая, плотная, с гнездами карбонатов и окремненных карбонатных конкреций до 1 см в диаметре;

46,3-45,6 м (sh₂) – лессовидная глина, серовато-коричневая, рыхлая, пронизана карбонатным мицелием;

45,6-44,5 м (sh₃) – почва темно-коричневая, глинистая, в верхней части профиля более интенсивно окрашенная, книзу – пятнистая, мелкокомковатой структуры, трещиноватая, с ярко выраженными затеками карбонатного материала и железисто-марганцевой пунктацией.

44,5-39,4 м (P_I mg) – педогоризонт, состоящий из трех почв и лессовидного суглинка, разделяющего почвы раннего и позднего оптимумов:

44,5-41,2 м (mg₁) – почва темно-коричневая, средне-суглинистая до тяжелой, с затеками лессовидного материала желтого цвета, с рыхлыми карбонатными включениями;

41,2-40,8 м (mg₁ – mg₂) – лессовидный прослой, суглинок средний, серый, со скоплениями карбонатного материала;

40,8-40,2 м (mg₂) – почва темно-коричневая, тяжело-суглинистая, слитая, с вкраплениями карбонатов;

40,2-39,4 м mg_с – почва светло-серая, среднесуглинистая, слитая с редкими мелкими пятнами ожелезнения.

39,4-37,0 м (sl) – лессовидный суглинок желтовато-палевый, средний до легкого в верхней части слоя, с многочисленными марганцевыми примазками и обуглившимися остатками растений, а также карбонатной присыпкой.

37,0-34,4 м (P_I lb) – педогоризонт, состоящий из трех почв:

37,0-36,5 м (lb₁) – почва бурая, пронизана клиньями серого материала из вышележащей почвы, среднесуглинистая до легкой, с марганцевой пунктацией, без видимых карбонатов;

36,5-35,1 м (lb₂) – почва сизовато-серая, неоднородно окрашенная, пятнистой текстуры, среднесуглинистая, по структуре близка к призматической, с немногочисленными карбонатными присыпками, с железисто-марганцевыми пятнами и разводами;

35,1-34,4 м (lb_с) – почва серовато-коричневая, тяжело-суглинистая, слитая, без видимых форм карбонатов.

34,4-17,5 м (P_I tl) – лессовидный суглинок:

34,4-33,7 м – лессовидный суглинок палево-желтый, легкий до среднего, пористый, с многочисленными железисто-марганцевыми разводами;

33,7-29,0 м – лессовидный суглинок палевый, со слабым желтоватым оттенком, с присыпкой и мелкими вкраплениями карбонатов, слабо пористый;

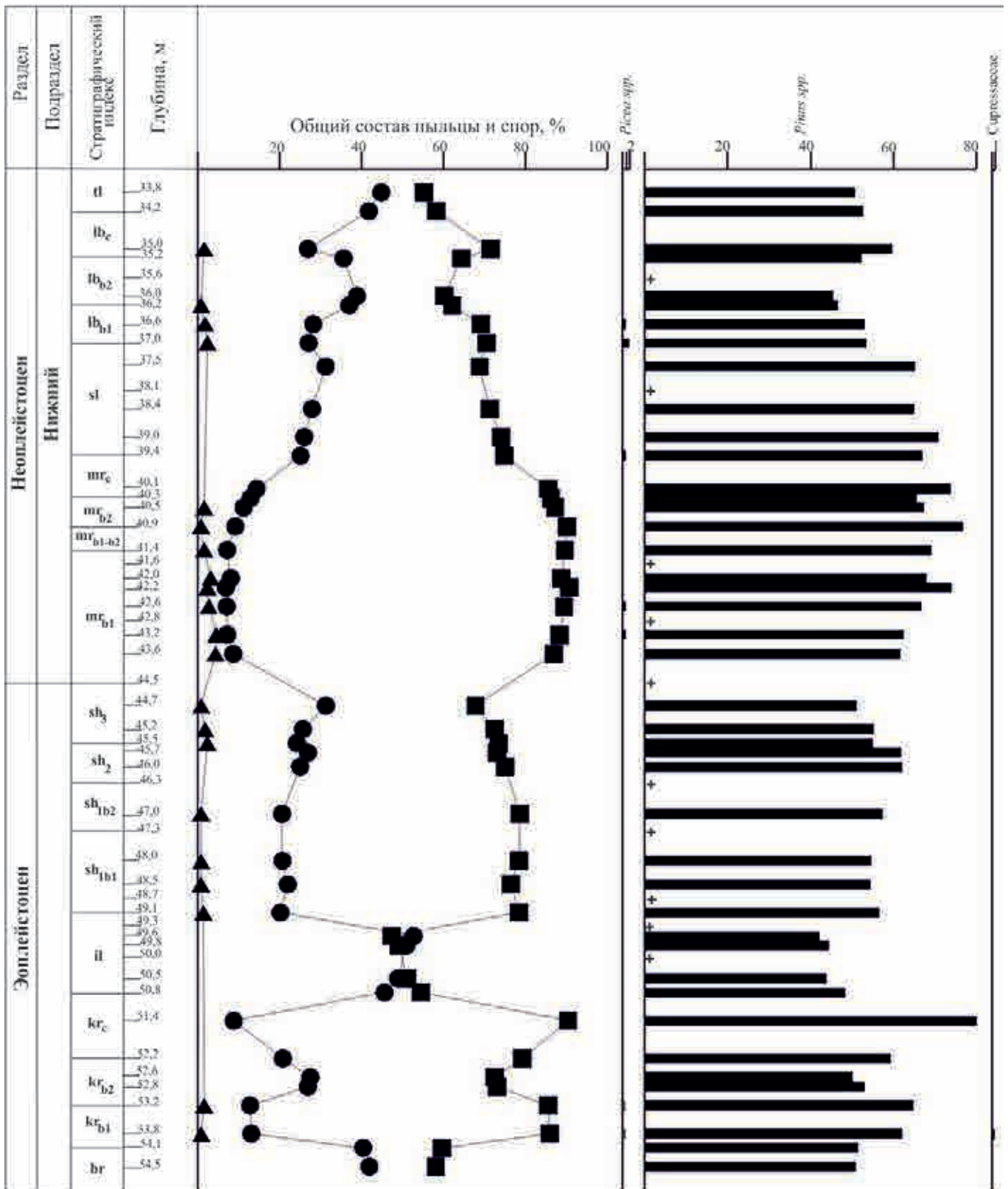
29,0-22,5 м – лессовидный суглинок с белесым оттенком за счет карбонатной присыпки, легкий;

22,5-20,0 м – лессовидный суглинок с желтоватым оттенком за счет обильных Fe-Mn присыпок, сильно пылеватый, с многочисленными карбонатными включениями до 0,5 см;

20,0-17,5 м – лессовидный суглинок, желтовато-палевый, легкий, пылеватый, с пятнами ожелезнения, Mn бобовинами и карбонатными присыпками.

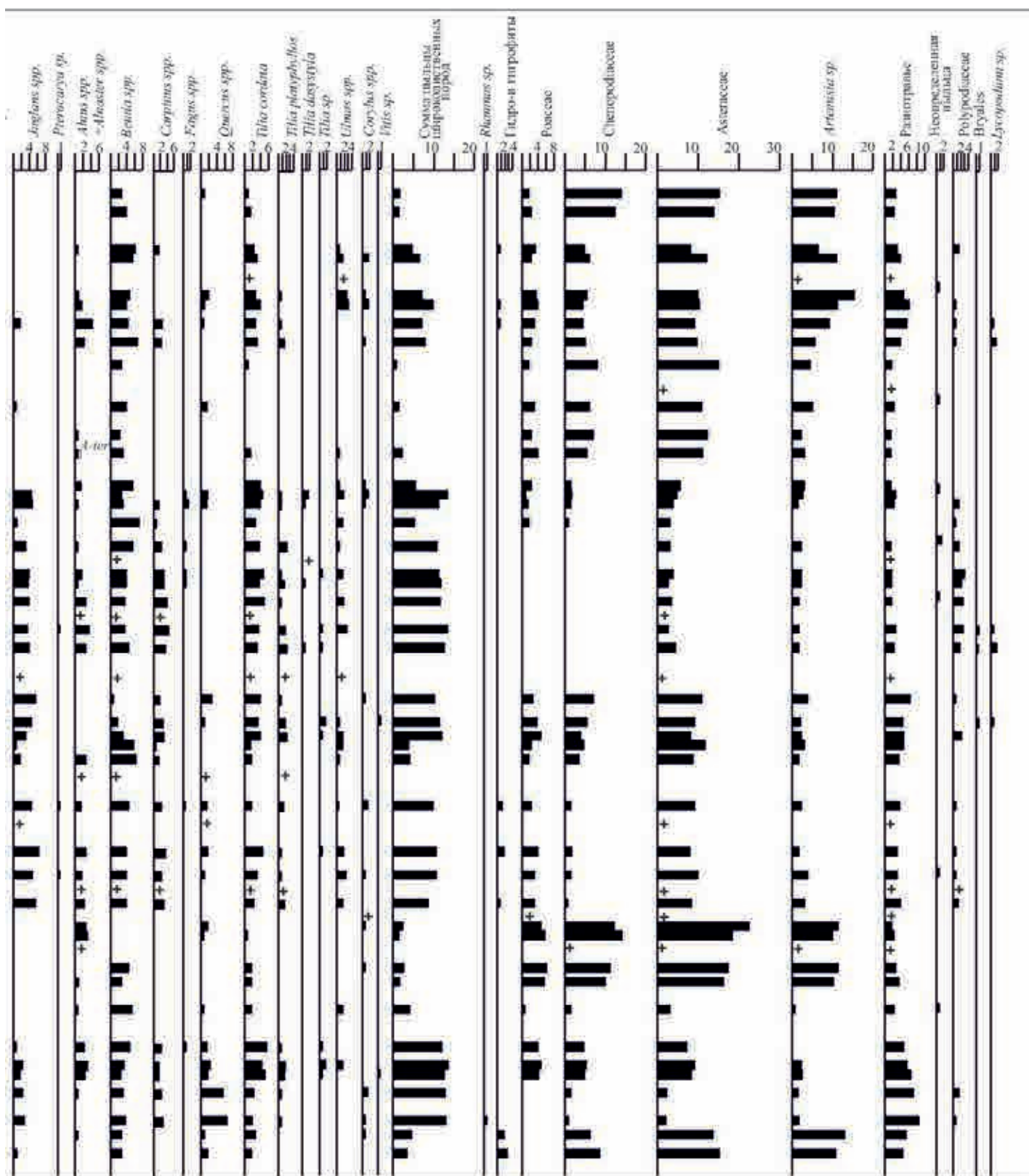
17,5-11,2 (P_{II} zv) – педогоризонт, состоящий из двух почв и разделяющего их орельского лесса. Это наиболее представительный почвенный горизонт, вскрытый в исследуемом разрезе. Выше по разрезу прослеживается мощная толща разнофациальных днепровских отложений, включая морену (11,2-2,5 м), в верхней части разреза (глубина 2,5-0,4 м) вскрыты верхнеоплейстоценовые лессовидные суглинки, перекрывающиеся голоценовой почвой (0,4-0,0 м).

По результатам выполненных палинологических исследований для каждого стратона изученной части разреза описан спорово-пыльцевой комплекс, установлены его отличительные особенности, выполнено сопоставление с одно-возрастными отложениями смежных регионов. Результаты палинологических исследований графически представлены на рисунке.



Спорово-пыльцевая диаграмма эоплейстоценовых-нижнеоплейстоценовых отложений, вскрытых скв. 3 у с. Чудновцы Полтавской области

■ – общий состав пыльцы древесных пород, %; ● – общий состав пыльцы травянистых растений, %; ▲ – общий состав спор, %; — – процентный состав пыльцы отдельных таксонов; + – единичные пыльцевые зерна



Spore-pollen diagram of Eopleistocene-Lower Neopleistocene deposits of the Borehole 3 at p. Chudnovtsy of the Poltava region

■ – general composition of pollen of tree species, %; ● – general composition of pollen of herbaceous plants, %; ▲ – the general composition of the spores; ▬ – percentage composition of the pollen of individual taxa; + – single pollen grains

В составе спорово-пыльцевого комплекса (СПК), характеризующего березанские отложения, несколько преобладает пыльца древесных пород (59,6-58,1%). Доминируют в этой группе пыльцевые зерна *Pinus* subg. *Diploxylon* Koehne. (51,5-50,9%). В группе лиственных растений (8,1-7,2%) пыльца широколиственных пород умеренно-теплой зоны составляет (4,5-3,6%) и представлена *Tilia* cf. *cordata* Mill. (2,7-1,8%), *Quercus* cf. *robur* L. (0,8-1,8%), *Corylus* cf. *avellana* L. Единичное пыльцевое зерно *Juglans* cf. *regia* L. отмечено лишь в одном спектре. Пыльца лиственных пород умеренной зоны не превышает 3,6% (преимущественно *Betula* sp. и единично *Alnus* sp.). В группе пыльцы травянистых растений (40,4-41,9%) доминируют таксоны семейства Asteraceae (13,8-15,2%) и рода *Artemisia* spp. (13,0-10,8%), пыльца разнотравья составляет 5,4-4,5%, Chenopodiaceae – 6,4-8,7%. Группа гидро- и гигрофитов (1,8-2,7%) представлена *Sphagnum* sp. и *Typha* sp.

По таксономическому составу и соотношению основных групп пыльцы, установленный СПК близок к комплексам, характеризующим березанские отложения Украины [Герасименко, 2004; Сиренко, Турло, 1986].

В составе СПК, характеризующего крыжановский педогоризонт, установлено три подкомплекса. Первый отвечает самой нижней почве педогоризонта и отличается наиболее высоким содержанием пыльцы древесных пород (86,0-85,6%), присутствием пыльцевых зерен *Picea* sp. sect. *Eupicea* Willkm., а также Cupressaceae. Суммарное содержание пыльцевых зерен *Pinus* subg. *Diploxylon* Koehne., *P.* sp. sect. *Cembrae* Spach., *P.* sp. sect. *Strobus* Schaw. составляет 61,9-64,8%. Группа мелколиственных растений немногочисленна (3,8-4,0%) и представлена преимущественно пыльцой *Betula* sect. *Albae* и единичным пыльцевым зерном *Alnus* sp. В группе широколиственных пород умеренно-теплой зоны (13,0-12,8%) преобладают пыльцевые зерна *Quercus* spp. (6,5-5,7%). Пыльца *Tilia* cf. *cordata* Mill. и *T.* cf. *platyphyllos* Scop. в сумме составляет 2,8-3,2%, *Carpinus* cf. *betulus* L. и *C.* cf. *orientalis* Mill. – 2,4-2,8%. Кустарники представлены пыльцой *Corylus* cf. *avellana* L. и *Rhamnus* sp. Группа травянистых растений малочисленна (13,1-12,8%), в ее составе заметная роль принадлежит пыльце разнотравья (8,3-7,2%): Brassicaceae, Rosaceae, Plantaginaceae, Ranunculaceae, Scrophulariaceae. Пыльцевые зерна

Asteraceae составляют 1,8-2,4%, *Artemisia* spp. – 1,8-1,6%, Chenopodiaceae – 0,91,6%. Содержание спор Polypodiaceae невелико (0,9-1,6%). Отмечены также единичные пресноводные водоросли *Pediastrum* sp.

В составе второго подкомплекса, характеризующего вторую снизу почву педогоризонта, незначительно сократилось количество пыльцы древесных пород (73,1-79,2%), преимущественно за счет голосеменных. Так, *Picea* sp. sect. *Eupicea* Willkm. и Cupressaceae уже не встречались в составе спектров. В то же время увеличилось содержание пыльцы мелколиственных растений умеренной зоны (5,0-7,2%), практически в равных пропорциях принадлежащей как *Betula* spp., так и *Alnus* spp. По сравнению с первым подкомплексом, изменились доминанты в группе пыльцы широколиственных пород (12,0-13,6%) – *Quercus* spp. (1,7-2,4%) уступил лидирующие позиции *Tilia* spp. (8,0-6,4%), сократилась роль *Carpinus* spp., появились единичные пыльцевые зерна *Fagus* sp. и *Ulmus* cf. *laevis* Pall., *Vitis* sp. Пыльца *Juglans* cf. *cinerea* L. и *Juglans* sp. в сумме не превышает 2,4%. В группе травянистых растений (26,9-20,8%) возросла роль пыльцы Chenopodiaceae (до 4,8-5,4%) и Asteraceae (до 7,2-9,3%), появились пыльцевые зерна Poaceae (4,0-4,8%). Количество пыльцы разнотравья зафиксировано на уровне первого подкомплекса. Споры не обнаружены.

Третий подкомплекс отвечает самой верхней почве педогоризонта и отличается господством пыльцы древесных пород (90,4%), преобладанием в группе лиственных растений (10,4%) пыльцы мелколиственных пород (6,2%), принадлежащей преимущественно к *Betula* spp., невысоким содержанием пыльцы широколиственных пород (4,2%): *Tilia* cf. *cordata* Mill. (1,7%), *Quercus* cf. *robur* L. (0,8%), *Ulmus* cf. *laevis* Pall. (1,7%), а также отсутствием пыльцевых зерен термофильных растений. В группе трав, по сравнению со вторым подкомплексом, сократилась роль пыльцы разнотравья до 2,4% и Poaceae до 0,8%.

По таксономическому составу и закономерностям смены подкомплексов в составе комплекса, в том числе возрастанию роли мелколиственных пород умеренной зоны от первого подкомплекса ко второму, присутствию пыльцы *Picea*, установленный СПК близок к комплексам из крыжановских отложений разрезов Украинского щита (УЩ) и центральной части Днепровско-Донецкой впадины [Сиренко, 2009; Сиренко, 1994].

В составе СПК, характеризующего ильичевские лессовидные породы, пыльца древесных пород (54,4-47,3%) и травянистых растений (45,6-52,7%) находится в примерно равных соотношениях, количество последней возрастает от спектров из нижней части горизонта к спектрам из верхней. В группе древесных пород основная роль принадлежит пыльце *Pinus* spp. subg. *Diploxylon* Koehne. (48,2-42,0%). Группа лиственных пород малочисленна (4,8-7,3%) и представлена преимущественно пыльцевыми зернами растений умеренной зоны (в основном *Betula* spp). Содержание пыльцы широколиственных пород колеблется в пределах 1,8-2,6% (*Tilia* cf. *cordata* Mill., *Quercus* cf. *robur* L., *Corylus* cf. *avellana* L.). Травянистые растения представлены преимущественно пыльцевыми зернами *Chenopodiaceae* (10,0-14,2%) и *Asteraceae* (16,2-22,2%), а также рода *Artemisia* sp. (10,2-11,4%). Пыльца разнотравья малочисленна (3,6-1,8%). Споры не встречены.

Значительное участие в составе спектров установленного комплекса пыльцы травянистых растений, невысокий процент участия пыльцевых зерен разнотравья и представителей группы лиственных пород сближает его с СПК из ильичевских отложений платформенной Украины [Герасименко, 2004; Сиренко, Турло, 1986].

По палеопедологическим данным в составе широкинского педогоризонта (интервал 49,1-44,5 м) установлены две почвы раннего и одна почва позднего оптимумов педогенеза, а также разделяющий их прослой лессовидной глины. По количеству пыльцы широколиственных (8,8-11,5%) и термофильных пород (5,7-6,3%), а также по их таксономическому составу спектры раннеоптимальных и позднеоптимальной почв практически идентичны: *Tilia* cf. *cordata* Mill., *T.* cf. *platyphyllos* Scop. (в сумме 3,6-6,9%) *Quercus* cf. *robur* L., *Q.* cf. *pubescens* Willd. (0,9-2,7%), *Carpinus* cf. *betulus* L. (2,8-3,6%), *Ulmus* cf. *laevis* Pall., *Corylus* cf. *avellana* L., *Juglans* cf. *cinerea* L., *J.* cf. *regia* L. *Juglans* sp. В составе спектров, характеризующих раннеоптимальную почву, дополнительно отмечены единичные пыльцевые зерна *Pterocarya* sp., а позднеоптимальную – *Vitis* sp. Не отличается также состав пыльцы хвойных (57,2-51,1%): *Pinus* sp. sect. *Eupitys* Spach. (доминировали) с участием *Pinus* spp. subg. *Haploxylon* Koehne., *Pinus* sp. sect. *Cembrae* Spach. и *Pinus* sp. sect. *Strobus* Schaw. Основное

различие спектров из раннеоптимальной почвы, по сравнению с таковыми позднеоптимальной, заключается в более высоком количестве пыльцы лиственных растений умеренной зоны (5,4-6,1%). В спектрах позднеоптимальной почвы ее содержание сокращается до 0,8%. В этом же направлении увеличивается количество пыльцы травянистых растений – от 20,6% в спектрах раннеоптимальной почвы к 31,3% – в спектрах позднеоптимальной. Для всех перечисленных спектров характерен высокий процент участия (4,5-6,3%) и таксономическое разнообразие пыльцы разнотравья: *Polygonaceae*, *Ranunculaceae*, *Rosaceae*, *Lamiaceae*, *Urticaceae*. В спектрах, характеризующих раннеоптимальную почву, дополнительно отмечена пыльца гидро- и гигрофитов: *Potamogetonaceae*, *Sparganiaceae*. Споры (0,8-2,4%) принадлежат *Lycopodium* sp., *Polypodiaceae*, *Bryales*.

Заметные различия, по сравнению с вышеописанными, установлены для спектров, характеризующих прослой лессовидной глины, разделяющей почвы оптимумов (инт. 46,3-45,6 м). Несмотря на то, что соотношения основных групп пыльцы (75,0-73,1% – древесных пород и 25,0-26,9% – травянистых растений) остались на уровне спектров раннеоптимальной почвы, прослежены заметные изменения в их экологической структуре. По сравнению со спектрами оптимальных почв, заметно сократилось количество пыльцы широколиственных пород умеренно-теплой зоны (до 4%) – *Carpinus* cf. *betulus* L., *Tilia* cf. *cordata* Mill., *Quercus* cf. *robur* L., *Ulmus* cf. *laevis* Pall., а также термофильных растений (до 1,7-0,8%), представленных лишь пыльцевыми зернами *Juglans* cf. *regia* L.

По таксономическому составу установленный комплекс наиболее близок к СПК из широкинских отложений северной части УЩ (разрез у г. Коростышев) [Сиренко, 2002], а по закономерностям изменения спектров в составе СПК – к широкинскому комплексу из отложений скв. 11 (ДДВ).

СПК, характеризующий мартоношский педогоризонт в инт. 44,5-39,4 м, отличается наиболее высоким содержанием пыльцы древесных пород (90,7-85,6%). По палеопедологическим данным в составе педогоризонта установлено три почвы. По соотношениям основных групп пыльцы спорово-пыльцевые спектры, отвечающие почвам отдельных стадий педогоризонта, практически идентичны. Некоторые различия

прослеживаются лишь на уровне экологической структуры установленных спектров, а также по процентному содержанию споровых.

Спорово-пыльцевые спектры, характеризующие почву раннего оптимума (инт. 44,5-41,2 м), отличаются заметным участием и таксономическим разнообразием споровых: Polypodiaceae, *Lycopodium* sp., Bryales (в сумме 4,5-2,7%), единичным присутствием пыльцы *Picea* sp. sect. *Eupicea* Willkm. (см. рисунок), наиболее значительным содержанием пыльцы лиственных растений умеренной зоны, а также в целом самым высоким количеством пыльцы древесных пород (90,7-89,6%). По сравнению с ширококиным СПК, заметно возросла роль пыльцы растений умеренной зоны *Alnus* spp., *Betula* sect. *Albae* (в сумме до 7,2-5,7%). Пыльца широколиственных пород умеренно-теплой зоны составляет 13,4-11,2%. В этой группе доминируют представители рода *Tilia*: *Tilia* cf. *cordata* Mill. (преобладают), *T.* cf. *dasystyla* Stev., *T.* cf. *platyphyllos* Scop. и *Tilia* sp. (в сумме 7,2-5,6%). В качестве субдоминанты выступают *Carpinus* cf. *betulus* L. (4,5-3,2%). В составе спектров, характеризующих верхнюю часть профиля, установлены пыльцевые зерна *Fagus* cf. *sylvatica* L. (0,8-0,9%), а также *Corylus* cf. *avellana* L. Практически во всех спектрах встречена пыльца *Ulmus* cf. *laevis* Pall. Пыльца термофильных растений (4,5-3,8%) принадлежит *Juglans* cf. *cinerea* L., *J.* cf. *regia* L., *J. nigra* L. Отмечено также одно пыльцевое зерно *Pterocarya* sp. Содержание пыльцы *Pinus* spp. колеблется в пределах 61,5-74,0%. Видовая принадлежность ее, по сравнению с ширококиным СПК, практически не изменилась. Группа пыльцы травянистых растений малочисленна (6,9-8,1%): Asteraceae, *Artemisia* spp., Lamiaceae, Ranunculaceae.

В составе спектра, характеризующего мощный лессовидный прослой, разделяющий почвы раннего и позднего оптимумов, пыльца древесных пород составляет 90,1% и принадлежит преимущественно *Pinus* spp. (76,7%). По сравнению со спектрами раннеоптимальной почвы, заметно сократилось количество пыльцы широколиственных пород (до 5,3%), представленной лишь *Tilia* cf. *cordata* Mill. (2,7%), *Ulmus* cf. *laevis* Pall., *Carpinus* cf. *betulus* L. Основная роль среди пыльцы лиственных растений (13,4%) принадлежит *Betula* sect. *Albae* (7,2%). Группа термофильных растений представлена единичным пыльцевым зерном *Juglans* sp.

В составе спектров, характеризующих позднеоптимальную почву (инт. 40,8-40,2 м) также господствует пыльца древесных пород – 87,2-86,5%. Однако, по сравнению с раннеоптимальной почвой, сократилось содержание пыльцы мелколиственных растений умеренной зоны до 4,0-2,7%, в группе хвойных уже не отмечена пыльца *Picea* sp. sect. *Eupicea* Willkm. Количество пыльцевых зерен широколиственных пород (11,2-13,5%) и термофильных растений (4,8-4,5%) находится на уровне спектров раннеоптимальной почвы. В этой группе по-прежнему доминирует пыльца *Tilia* spp. (5,6-7,2%), дополнительно появились пыльцевые зерна *Quercus* cf. *pubescens* Willd. (1,6-1,8%), сократилась роль *Carpinus* cf. *betulus* L. (до 1,6%). Пыльца *Fagus* cf. *sylvatica* L. составляет 1,8%, *Corylus* cf. *avellana* L. – 1,8%), появились пыльцевые зерна *Ulmus* cf. *camprestris* L. По сравнению со спектрами раннеоптимальной почвы, незначительно возросла роль пыльцы травянистых растений (до 11,2-13,5%). В этой группе, помимо ранее упомянутых таксонов, появились пыльцевые зерна Poaceae, Chenopodiaceae и Polygonaceae. Споры отмечены лишь в спектре одного образца и принадлежат Polypodiaceae (1,6%).

Спорово-пыльцевой спектр, характеризующий почву заключительной стадии педогенеза (инт. 40,2-39,4%), отличается высоким содержанием пыльцы мелколиственных растений умеренной зоны (7,2%), отсутствием пыльцы термофильных пород и спор, заметным снижением количества пыльцевых зерен широколиственных пород умеренно-теплой зоны (до 5,6%), представленных преимущественно *Tilia* cf. *cordata* Mill. и единично – *T.* cf. *platyphyllos* Scop., *Corylus* cf. *avellana* L., *Ulmus* cf. *laevis* Pall.

Высокий процент участия в составе спектров пыльцы древесных пород, в том числе пыльцы термофильных растений, заметное таксономическое разнообразие пыльцы широколиственных пород умеренно-теплой зоны, присутствие пыльцевых зерен *Pinus* sp. sect. *Cembrae* Spach. и *P.* sp. sect. *Strobus* Schaw. – все это сближает установленный СПК с комплексами из мартоношских отложений разрезов УЩ [Сиренко, 2009; Сиренко, 2002]. Закономерности изменения спектров внутри СПК близки к таковым для комплексов из мартоношских отложений центральной части ДДВ [Сиренко, 1994]. Однако описанный СПК отличается

значительно большим представительством пыльцы лиственных растений, причем как умеренной, так и умеренно-теплой зоны.

В составе СПК, характеризующего сульские лессовидные отложения инт. 49,8-37,0 м, по сравнению с мартоношским комплексом, несколько сократилась роль пыльцы древесных пород (74,9-68,8%), а также заметно изменился таксономический состав спектров. Пыльца *Pinus* принадлежит лишь подроду *Diploxylon* Koehne. (66,9-64,9%). В спектре из самой нижней части слоя отмечено единичное пыльцевое зерно *Picea* sp. sect. *Eupicea* Willkm. К этому же уровню приурочено наиболее значительное содержание пыльцы широколиственных пород – 2,4% (*Tilia* cf. *cordata* Mill., *Ulmus* cf. *laevis* Pall.) и в целом древесных пород. В спектре из средней части слоя отмечена единичная пыльца *Quercus* cf. *robur* L. и *Juglans* sp. Лиственные растения умеренной зоны (4,8-3,2%) представлены преимущественно пыльцой *Betula* cf. *pendula* Roth., в меньшей степени *B.* cf. *humilis* Schrank., а также единичным пыльцевым зерном *Alnus* sp.

По сравнению с мартоношским СПК, возросла роль пыльцы травянистых растений (21,9-31,2%), таксономический состав ее практически не изменился, сократилась лишь роль пыльцы разнотравья (1,6-2,4%) при одновременном повышении участия *Chenopodiaceae*, *Asteraceae* и *Artemisia* spp. Споры не зафиксированы.

Таксономический состав установленного комплекса близок к СПК, характеризующего сульские отложения УЩ и, особенно, его северной части [Сиренко, 2002]. Сравнимые комплексы объединяет высокое содержание пыльцы *Pinus* *Diploxylon* Koehne., обедненный состав пыльцы лиственных растений, преобладание в составе спектров пыльцы мелколиственных пород умеренной зоны, а также единичное присутствие пыльцевых зерен *Juglans* sp.

В составе СПК, характеризующего лубенский педогоризонт в инт. 37,0-34,4 м, установлено три подкомплекса. Первый отвечает раннеоптимальной почве (инт. 37,0-36,5 м). В его составе пыльца древесных пород составляет 70,5-69,1%. По сравнению с сульским СПК, возросло количество пыльцы лиственных растений до 17,2%, появились споры (*Lycopodium* sp., *Polypodiaceae*), а также единичные пыльцевые зерна *Pinus* subg. *Haploxylon* Koehne. и *Picea* sp. sect. *Eupicea* Willkm. (1,8-0,9%). Пыльца термо-

фильных растений не превышает 1,8% и принадлежит *Juglans* cf. *regia* L. Лиственные растения умеренной зоны составляют 9,2-8,6%, широколиственные породы умеренно-теплой зоны – 8,0-7,2%. Доминируют *Tilia* cf. *cordata* Mill. (4,8-3,7%), единично отмечены пыльцевые зерна *T.* cf. *platyphyllos* Scop., *Quercus* cf. *robur* L. Пыльца *Carpinus* cf. *betulus* L. составляет 2,4-2,7%. Группа травянистых растений немногочисленна (27,1-28,2%), но довольно разнообразна. В ее составе, помимо пыльцы доминирующих *Chenopodiaceae*, *Asteraceae* и *Artemisia* spp., встречены пыльцевые зерна *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Sparganium* sp., а также *Polygonaceae*, *Ranunculaceae*, *Rosaceae*, *Lamiaceae*, *Urticaceae*.

В составе подкомплекса, характеризующего позднеоптимальную почву (инт. 36,5-35,1 м), несколько возросло количество пыльцы травянистых растений (35,6-38,9%), преимущественно за счет *Asteraceae* и *Artemisia* spp. В отличие от первого подкомплекса, среди пыльцы древесных пород (60,2-64,4%) уже не встречена пыльца *Picea* и *Carpinus* cf. *betulus* L. В то же время заметная роль в группе лиственных пород стала принадлежать *Ulmus* cf. *camprestris* L. и в меньшей степени – *Ulmus* cf. *laevis* Pall. (в сумме 1,7-3,6%). Количество пыльцевых зерен *Quercus* cf. *robur* L. не превышает 0,8-1,9%. Процентное содержание и видовая принадлежность пыльцы *Tilia* осталось на уровне первого подкомплекса. Пыльцевые зерна термофильных растений не установлены. Количество пыльцы лиственных растений умеренной зоны, по сравнению с первым подкомплексом, снизилось до 5,7%. Представлена эта группа преимущественно пыльцевыми зернами *Betula* cf. *pendula* Roth. Споры (*Lycopodium* sp., *Polypodiaceae*) встречены единично.

В составе третьего подкомплекса, характеризующего почву заключительной стадии педогенеза, вновь несколько возросло количество пыльцы древесных пород (71,9%), преимущественно за счет пыльцевых зерен *Pinus* spp. subg. *Diploxylon* Koehne. (59,7%) и мелколиственных пород умеренной зоны (6,9%). В группе широколиственных пород умеренно-теплой зоны (4,8%) вновь появилась пыльца *Carpinus* cf. *betulus* L. (1,6%), отмечены также *Tilia* cf. *cordata* Mill. (2,4%) и *Ulmus* cf. *laevis* Pall. (0,8%). В группе травянистых растений (26,9%), по сравнению с первым и вторым подкомплексами, несколько снизилась роль пыльцы разнотравья (до 3,2%). Споры (1,6%) принадлежат *Polypodiaceae*.

Закономерности изменения подкомплексов в составе установленного СПК, а также соотношения пыльцы широколиственных и мелколиственных пород близки к таковым из лубенских отложений как центральной части ДДВ, так и УЩ. По таксономическому составу установленный СПК наибольшее сходство имеет с комплексом из лубенских отложений северной части УЩ (разрез у г. Коростышев) [Сиренко, 2009].

Наименее палинологически охарактеризованным оказались тилигульские лессовидные породы в инт. 34,4-17,5 м. Удалось получить лишь несколько спорово-пыльцевых спектров, характеризующих самую нижнюю часть исследуемого горизонта. Характерной особенностью установленных спектров является заметное обеднение таксономического состава как пыльцы древесных пород (58,2-55,2%), так и травянистых растений (41,8-44,8%). Пыльца древесных пород принадлежит преимущественно *Pinus* sp. sect. *Eupitys* Sprach. (52,6-50,7%). Группа лиственных растений малочисленна (5,6-4,5%) и представлена в основном пыльцевыми зернами *Betula* sp. (4,0-2,7%). Пыльца широколиственных пород умеренно-теплой зоны (1,6-1,8%) принадлежит *Tilia* cf. *cordata* Mill. и *Quercus* cf. *robur* L. Среди пыльцы травянистых растений лидируют таксоны *Chenopodiaceae*, *Asteraceae* и *Artemisia* spp. Пыльца *Poaceae* и разнотравья не превышает 2,4%.

Обедненный таксономический состав установленных спектров, незначительный процент содержания пыльцы лиственных растений сближает их с СПК, характеризующим тилигульские отложения разреза у с. Кайтановка (центральный район УЩ) [Сиренко, 2009].

К локальным особенностям всех установленных СПК, характеризующих отложения исследуемого разреза, можно отнести высокое содержание в их составе пыльцы *Pinus* spp. и *Carpinus* spp., а также заметное представительство споровых.

Палинологические данные свидетельствуют о том, что в березанское время в пределах исследуемого региона широкое развитие получили разреженные леса с соснами подрода *Diploxylon* и небольшой примесью березы, а в увлажненных местообитаниях – ольхи. В незначительном количестве в составе лесов встречались дуб обыкновенный, липа мелколистная, орешник и очень редко – единичные экземпляры грецкого ореха. Значительные площади были заняты травянистыми ценозами, состоящими преимуще-

ственно из полыней и сложноцветных с небольшим участием разнотравья, к водоемам были приурочены ежеголовник и розог.

В крыжановское время господствовал лесной тип растительности. В начале этапа широкое развитие получили хвойные и смешанные леса с участием ели. В качестве доминанты лиственной составляющей лесов выступал дуб, субдоминанты – липа широколистная и мелколистная. Постоянным компонентом лесов был также граб, в небольших количествах встречались древовидные формы березы, а в увлажненных местообитаниях – ольха, подлесок составляли орешник и бересклет. Среди хвойных лесов, по-видимому, существовали небольшие пресноводные водоемы, по берегам которых встречались единичные представители семейства кипарисовых и луговое разнотравье. В среднекрыжановское время несколько изменился состав лесов, что проявилось в исчезновении ели и кипарисовых, некотором сокращении роли хвойных и возрастании участия лиственных пород как мелколиственных, так и широколиственных. По-видимому, широкое развитие в это время получили березняки, а в увлажненных местообитаниях – заросли ольхи. Широколиственные породы в составе лесных группировок были представлены несколькими видами лип (доминировали), дуба, встречались также граб, бук, вяз, виноград. К долинным лесам был приурочен орех. По сравнению с раннекрыжановским временем, несколько расширились площади, занятые травянистыми ценозами. В их составе увеличилась доля маревых и сложноцветных, появились злаки. В растительном покрове позднекрыжановского времени заметно сократилось участие широколиственных и термофильных пород. Значительные площади в пределах региона занимали сосновые леса с небольшой примесью дуба и липы мелколистной, в составе которых уже не встречалась ель. Широко были развиты также березовые редколесья.

В ильичевское время господствовал лесостепной тип растительности. Сосновые и березово-сосновые леса, а также травянистые группировки, состоящие преимущественно из полыни, сложноцветных и маревых, занимали в структуре растительного покрова примерно равное соотношение, и лишь в конце этапа доля последних возросла. По сравнению с крыжановским временем, значительно обеднился состав лесов, преимущественно за счет лиственных

пород умеренно-теплой зоны, единично представленных липой мелколистной, дубом обыкновенным и орешником. Термофильные растения в составе лесных группировок не встречались.

В структуре растительного покрова раннеширококинского времени доминировали широколиственно-хвойные леса, а разнотравные ценозы занимали небольшие площади. В составе лесов, помимо сосен подродов *Diploxylon* и *Haploxyton*, широко были представлены лиственные породы: ольха, береза, липа широколиственная и мелколистная, дуб обыкновенный и пушистый, граб обыкновенный, вяз гладкий. Из термофильных растений произрастали преимущественно орехи – серый и грецкий, а в увлажненных местообитаниях встречалась лапина. В хвойных лесах заметная роль принадлежала плаунам, многожковым папоротникам и зеленым мхам. По-видимому, в рассматриваемый период достаточно широкое развитие получили пресноводные водоемы, к которым была приурочена водная и прибрежно-водная растительность.

Похолодание, которое происходило в среднеширококинское время, обусловило сокращение в составе лесов роли широколиственных и термофильных пород. В пределах региона исследований господствовали смешанные леса с участием березы и немногочисленных граба обыкновенного, липы мелколистной и вяза гладкого. Очень редко в составе лесов встречался грецкий орех.

В позднеширококинское время в структуре растительного покрова возросла роль травянистых ценозов, особенно разнотравных, отличающихся заметным таксономическим разнообразием. Позднеширококинские лесные группировки были значительно богаче по сравнению со среднеширококинскими, но, в отличие от лесов раннеширококинского времени, характеризовались меньшим таксономическим разнообразием широколиственных и термофильных растений, хотя по их количеству практически не уступали раннеширококинским. В лесах позднеширококинского времени, в отличие от раннеширококинского, заметно сократилась роль лиственных растений умеренной зоны.

В мартоношское время доминировал лесной тип растительности. В составе широколиственно-хвойных и смешанных лесов раннемартоношского времени значительная роль принадлежала соснам с участием теплолюбивых видов подрода *Haploxyton*, а также широколиственных

и термофильных пород. В отличие от позднеширококинского времени, в составе раннемартоношских лесов заметно возросло участие березы и появилась ель. Доминантой лиственной составляющей лесов была липа, представленная тремя видами: мелколистная, широколиственная и опушенностолбиковая, в качестве субдоминанты выступал граб обыкновенный. В конце раннемартоношского времени в составе лесных группировок появился бук лесной и орешник. Достаточно широко в составе лесов было представлено семейство ореховых: лапина и три вида ореха (серый, черный, грецкий). В травяном покрове лесов принимали участие многожковые папоротники, а в увлажненных местах росли плауны. Травянистые растения были приурочены преимущественно к лесным опушкам.

Соотношение древесных пород и травянистых растений в структуре растительного покрова во время эндотермального похолодания, приуроченного к периоду формирования лессовидного суглинка, разделявшего ранне- и позднеоптимальные почвы, по сравнению с раннемартоношским временем практически не изменилось. Однако в составе лесов возросла роль берез, а также сократилось количество и таксономическое разнообразие широколиственных и термофильных пород.

Во время формирования второй оптимальной почвы незначительно уменьшилась влажность, что привело к исчезновению из состава лесов ели, ореха черного и сокращению роли граба. В то же время в состав лесных группировок на разных элементах рельефа входили липа (доминировала), дуб пушистый, вяз полевой, бук лесной, орех серый и орешник. Несколько увеличились площади, занятые разнотравными ценозами.

Леса позднемартоношского времени отличались обедненным составом. Помимо сосен подрода *Diploxylon*, в них заметная роль принадлежала березам, а лиственные породы умеренно-теплой зоны были представлены лишь немногочисленными липами, вязом гладким и орешником. Орех в составе лесных группировок уже не встречался. В структуре травянистых ценозов возросла роль сложноцветных.

Растительный покров сульского времени, по сравнению с мартоношским, отличался возрастанием роли травянистых ценозов, состоящих преимущественно из сложноцветных, а также злаков и маревых. Разнотравные группировки были приурочены в основном к увлажненным

местообитаниям. В составе разреженных лесов, по-прежнему занимавших лидирующие позиции, уже практически не встречались теплолюбивые виды сосен, заметно сократилось участие и таксономическое разнообразие широколиственных пород. В раннесульское время произрастали хвойные леса с участием ели и небольшого количества липы мелколистной, а также вяза гладкого. В среднесульское время в составе березово-сосновых лесов появился дуб обыкновенный, к пониженным элементам рельефа были приурочены рефугиумы, в которых изредка встречался орех. В позднесульское время господствовали сосновые и березово-сосновые леса, а в составе травянистых ценозов еще больше возросло участие сложноцветных.

В раннелубенское время были широко развиты лесные группировки, хотя, по сравнению с мартоношским временем, площади их распространения несколько сократились. В отличие от сульского времени, в составе лесов заметно возросла роль лиственных пород умеренно-теплой зоны. Значительная часть исследуемого региона была занята смешанными лесами, в составе которых, наряду с доминирующими сосной обыкновенной и березой, единично встречалась ель и теплолюбивые сосны подрода *Haploxylon*. В качестве доминанты среди лиственных пород умеренно-теплой зоны выступала липа мелколистая, субдоминанты – граб обыкновенный, подлесок составлял орешник. В небольшом количестве в состав лесов входила липа широколистая, дуб обыкновенный и единично – орех грецкий. Травяной покров лесов составляли многоножковые папоротники, в увлажненных местах росли плауны. Немногочисленные травянистые группировки состояли преимущественно из сложноцветных, с небольшим участием маревых и разнотравья.

В среднелубенское время преобладал лесостепной тип растительности. В отличие от раннелубенского времени, площади лесов сократились, а в их составе уменьшилась роль сосны и березы, исчезли ель и граб, появился вяз полевой и гладкий, несколько увеличилось участие дуба. Среди лиственной составляющей лесов доминировала липа мелколистая. В составе травянистых ценозов возросла роль полыней и разнотравья.

В позднелубенское время вновь увеличилась область распространения березово-сосновых лесов, однако в них уже не встречался дуб,

вновь появились ель и граб. В небольшом количестве в состав лесов входили также липа мелколистая и вяз гладкий. Обеднел состав многочисленных травянистых группировок, преимущественно за счет разнотравья.

В раннетилигульское время преобладал лесостепной тип растительности. Разреженные леса состояли преимущественно из сосны обыкновенной, с небольшой примесью березы. Лиственные растения умеренно-теплой зоны (липа мелколистая и дуб обыкновенный) встречались в составе лесных группировок редко и в очень небольших количествах. Травянистые ценозы состояли преимущественно из сложноцветных маревых и злаков.

Выводы

По результатам проведенных исследований получена палинологическая характеристика отложений эоплейстоцена, не изученных в опорном разрезе у с. Вязовок, и значительно дополнена характеристика нижнеэоплейстоценовых отложений. Для каждого климатолита эоплейстоцена и нижнего неоплейстоцена изученного разреза описан СПК, установлены его отличительные особенности, выполнено сопоставление с комплексами из разновозрастных отложений смежных регионов. Это позволит более надежно стратифицировать отложения эоплейстоцена и нижнего неоплейстоцена региона исследований, а также выполнять корреляционные сопоставления с разновозрастными породами смежных регионов. Полученные материалы позволили также реконструировать состав растительности региона исследований в эоплейстоцене и раннем неоплейстоцене, установить ее региональные особенности, а также проследить динамику во времени. Установлено, что закономерности изменения растительности региона исследований в эоплейстоцене–раннем неоплейстоцене близки к таковым, прослеженным нами для смежных территорий (северной части Приднепровской возвышенности, центральной части Приднепровской низменности) [Сиренко, 1994, 2002]. К региональным особенностям эоплейстоценовой и раннеэоплейстоценовой растительности региона исследований, по сравнению с растительными группировками смежных регионов, можно отнести более широкое представительство и видовое разнообразие ореховых, граба и лип, что связано с географическим положением исследуемой территории.

Список литературы / References

1. **Веклич М.Ф., Артюшенко А.Т., Сиренко Н.А., Дубняк В.А. и др.** Опорные геологические разрезы антропогена Украины. Киев: Наук. думка, 1967. Ч. 1. 107 с.
Veklich M.F., Artyushenko A.T., Sirenko N.A., Dubnyak V.A. et al. (1967). Reference sections of the Anthropogen of Ukraine. Kiev: Naukova Dumka, pt 1, 107 p. (in Russian).
2. **Герасименко Н.П.** Развитие зональных ландшафтов четвертинного периода на территории Украины: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук: спец. 11.00.04 «Геоморфология та палеогеографія». Київ, 2004. 40 с.
Gerasimenko N.P., 2004. Development of zonal landscapes of Quaternary in the territory of Ukraine: Abstract of dissertation for the degree of Doctor of Geographical Sciences, specialty 11.00.04 «Geomorphology and paleogeography». Kyiv, 40 p. (in Ukrainian).
3. **Матвійшина Жанна, Герасименко Наталія.** Эволюция природного середовища України протягом кайдацького і прилуцького етапів. *Гляціал і перигляціал Волинського Полісся*. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2005. С. 132-145.
Matviishina Zanna, Gerasimenko Natalia, 2005 Environmental evolution in Ukraine during the Kaydaky and Pryluky stage. *Glacial and periglacial of Volyn Polissya*. Lviv: Ivan Franko LNU, p. 132-145 (in Ukrainian).
4. **Сиренко Е.А.** Фитостратиграфический аспект изучения верхнеплиоценовых-неоплейстоценовых отложений Украинского щита *Геол. журн.* 2009. № 3 (328). С. 65-78.
Sirenko E.A., 2009. Phytostratigraphic aspects of studying the Upper Pliocene-Neopleistocene deposits of the Ukrainian Shield. *Geologichnyy Zhurnal*, № 3 (328), p. 65-78 (in Russian).
5. **Сиренко Е.А.** Новые палинологические данные о составе растительности сульского этапа раннего неоплейстоцена Лесостепной зоны Украины. *Геол. журн.* 2010. № 1 (330). С. 86-91.
Sirenko E.A., 2010 New palynological data on vegetation composition of Sulsky stage of early Neopleistocene of Forest-Steppe zone Ukraine. *Geologichnyy Zhurnal*, № 1 (330), p. 86-91 (in Russian).
6. **Сиренко О.А.** Особливості розвитку рослинності на сході України в ранньому та середньому неоплейстоцені. *Укр. бот. журн.* 1994. Т. 51, № 6. С. 45-51.
Sirenko O.A., 1994 Peculiarities of the vegetation development in early and middle Neopleistocene of Eastern Ukraine. *Ukrainskiy Botanihnyy Zhurnal*, vol 51, No 6, p. 45-51 (in Ukrainian).
7. **Сиренко О.А.** Зміни рослинного покриву Житомирського Полісся протягом раннього та середнього неоплейстоцену (за палинологічними даними). *Палеонтол. зб. Львів. ун-ту.* 2002. № 34. С. 104-111.
Sirenko O.A., 2002. Changes of vegetation cover in Zhytomyr Polissya during the early and middle Neopleistocene (by palynological data). *Paleontologichnyy Zbirnyk Lvivskogo Universytetu*, № 34, p. 104-111 (in Ukrainian).
8. **Сиренко Н.А., Турло С.И.** Развитие почв и растительности Украины в плиоцене и плейстоцене. Киев: Наук. думка, 1986. 187 с.
Sirenko N.A., Turlo S.I., 1986 The development of soil and vegetation of Ukraine in the Pliocene and Pleistocene. Kyiv: Naukova Dumka, 187 p. (in Russian).
9. **Стратиграфические** схемы докембрия и фанерозоя Украины: Володин Д.Ф. (ред). Киев: Геопрогноз, 1993. 40 с
Stratigraphic schemes of Precambrian and Phanerozoic of Ukraine: Volodin D.F. (Ed.). Kyiv: Geoprognoz, 1993, 40 p. (in Russian).
10. **Стратиграфічний** кодекс України: Гожик П.Ф. (відп. ред.). Київ: Нац. стратигр. ком. України, 2012. 66 с.
Stratigraphic Code of Ukraine: Gozhyk P.F. (Editor-in-Chief). Kyiv: National Stratigraphic Committee of Ukraine, 2012, 66 p. (in Ukrainian).

Стаття поступила
20.03.2017

УМОВИ СЕДИМЕНТАЦІЇ МІОЦЕНОВИХ ВІДКЛАДІВ БЕРЕЖНИЦЬКОЇ СВІТИ (САМБІРСЬКИЙ ПОКРИВ, ПЕРЕДКАРПАТСЬКИЙ ПРОГІН) НА ОСНОВІ ВИВЧЕННЯ ДРІБНИХ ФОРАМІНІФЕР

М.Й. Кулянда

(Рекомендовано д-ром геол.-мінерал. наук А.С. Андреевою-Григорович)

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, Львів, Україна,

E-mail: maria kulyanda @ gmail.com

Інженер 1-ї категорії.

Аналіз співвідношення планктонних і бентосних форамініфер, їх таксономічного складу, морфологічних особливостей показує, що в середньому та на початку пізнього міоцену седиментаційний Самбірський суббасейн, в якому нагромаджувались осади бережницької світи, загалом відповідав глибинам внутрішнього шельфу і характеризувався нормально-солоними або близькими до них умовами. Деякі ознаки свідчать про задовільну аерацію помірно-холодних придонних водних мас. Зменшення кількості планктону у верхах світи може вказувати на обміління басейну або сильне теригенне забруднення поверхневих вод.

Ключові слова: планктонні і бентосні форамініфери, неогенові моласи, Самбірський покрив, Передкарпатський прогін.

SEDIMENTARY CONDITIONS OF MIOCENE DEPOSITS THE BEREZHNYTSA FORMATION (SAMBIR NAPPE, CARPATHIAN FOREDEEP) ON BASE OF STUDY OF SMALL FORAMINIFERS

M.J. Kulyanda

(Recommended by doctor of geological-mineralogical sciences A.S. Andreyeva-Grigorovich)

Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of NAS of Ukraine, Lviv, Ukraine,

E-mail: maria kulyanda @ gmail.com

Engineer of 1 category.

Ratio analysis of planktonic and benthic foraminifers and their taxonomy composition of morphological features demonstrates that in the Middle and at the beginning of Late Miocene sedimentation Sambir sub-basin, in which accumulated deposits of Berezhnytsa formation, generally corresponded depths of inner shelf. This sub-basin characterized by normal-salt or close to these conditions. Some characteristics indicate satisfactory aeration of cold-temperate bottom water. Decreasing of number planktonic foraminifer in the uppermost part of the formation could indicate about shallowing of the basin or strong terrigenic pollution of surface water.

Key words: plankton and benthic foraminifera, Neogene molasse, Sambir Nappe, Carpathian Foredeep.

УСЛОВИЯ СЕДИМЕНТАЦИИ МИОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕРЕЖНИЦКОЙ СВІТЫ (САМБОРСКИЙ ПОКРОВ, ПРЕДКАРПАТСКИЙ ПРОГИБ) НА ОСНОВАНИИ ИЗУЧЕНИЯ МЕЛКИХ ФОРАМИНИФЕР

М.И. Кулянда

(Рекомендовано д-ром геол.-мінерал. наук А.С. Андреевой-Григорович)

Інститут геології і геохімії горючих ископаємих НАН України, Львів, Україна,

E-mail: maria kulyanda @ gmail.com

Інженер 1-ї категорії.

Анализ соотношения планктонных и бентосных фораминифер, их таксономического состава, морфологических особенностей показывает, что в среднем и начале позднего миоцена седиментационный Самборский суббасейн, в котором накапливались отложения бережницкой світы, в целом отвечал глубинам

внутреннего шельфа и характеризовался нормально-солеными или близкими к ним условиями, удовлетворительной аэрацией умеренно-холодных придонных водных масс. Уменьшение количества планктона в верхах свиты может свидетельствовать об обмелении бассейна или сильном терригенном загрязнении поверхностных вод.

Ключевые слова: планктонные и бентосные фораминиферы, неогеновые молассы, Самборский покров, Предкарпатский прогиб.

Вступ

Бережницька світа, складена перешаруванням глин сірих, зеленувато-сірих із прошарками алевролітів та пісковиків, формує найвищу частину стратиграфічного розрізу відкладів Самбірського покриву (Внутрішньої зони Передкарпатського прогину), де перекирає представлені евапоритами калузькі верстви [Стратиграфія..., 2011]. Найкраще відслонені її розрізи розташовані вздовж долини р. Вирва поблизу м. Добромиль (рис. 1, 2), але тут евапоритові верстви не розвинені і, вірогідно, заміщуються піскуватоглинистими відкладами. Місцями (гора Радич поблизу м. Добромиль) верхи бережницької світи представлені радицькими конгломератами. Раніше відклади над калузькими верствами відносились до косівської і дашавської світ [Схема..., 1995] або до верхньої частини балицької світи [Ващенко, Гнилко, 2003]. Попередні дослідники на основі вивчення мікрофауни зіставляли відклади цієї світи та їхні аналоги в Зовнішній зоні Передкарпатського прогину з верхнім баденом – сарматом Центрального Паратетису [Схема..., 1995; Трофимович, 1996].

Проведене попередніми дослідниками вивчення фауни переважно дрібних форамініфер з відкладів, розташованих над калузькими верствами у Внутрішній зоні прогину та їх віковим аналогом – тираською світою – у Зовнішній зоні, дозволило зробити висновок, що верхня частина міоценових молас українського Передкарпатського прогину відображає етап поступового опріснення та ізоляції Паратетису в нашому регіоні в кінці бадену – сарматі [Венглинский, Горецкий, 1979; Пишванова, Ткаченко, 1974]. Зміна солоності води особливо чітко фіксується в недислокованих моласах Зовнішньої зони прогину за зміною морських фауністичних комплексів (нижній баден та частина верхнього бадену) на солонуватоводні (верхи бадену і сармат) [Трофимович, 1996].

Одержані останнім часом знахідки нанопланктону та форамініфер [New..., 2008; Кулянда, Гнилко, 2015] в найвищих ланках стратиграфічного розрізу Самбірського покриву засвідчили, що найвища частина розрізу молас у регіоні може відповідати низам верхнього міоцену і що нормальні морські умови продовжували існувати також у післябаденський час при нагромадженні відкладів бережницької світи.

В запропонованій статті зроблена спроба реконструювати умови осадконагромадження відкладів бережницької світи на основі вивчення дрібних форамініфер.

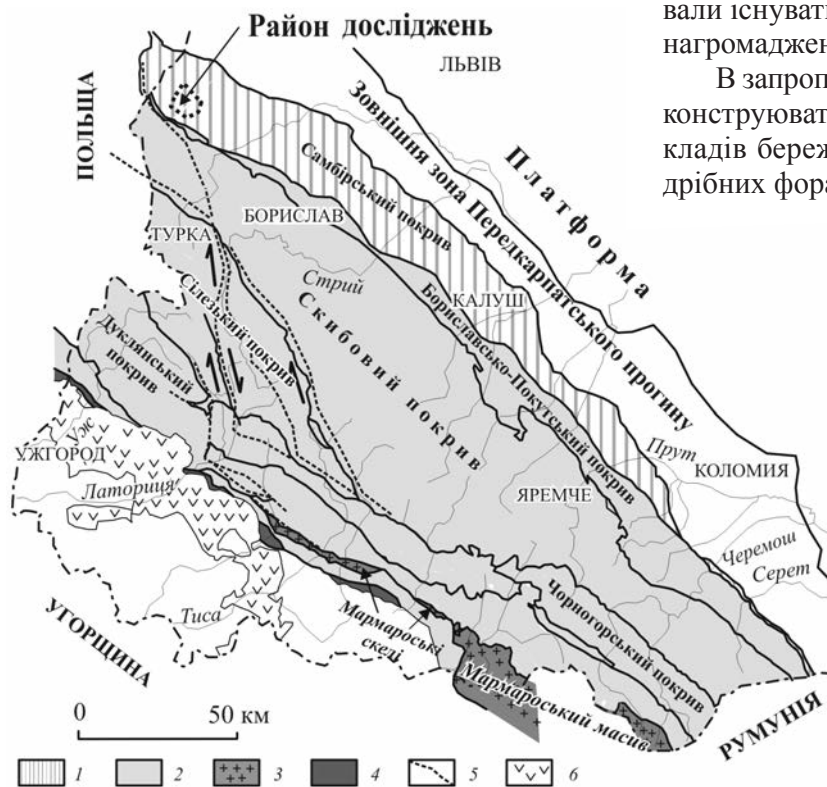


Рис. 1. Головні тектонічні елементи Українських Карпат [Гнилко, 2012] і локалізація району досліджень

1 – Внутрішня зона Передкарпатського неогенового прогину (Самбірський покрив); 2 – Зовнішні Карпати та Монастирський покрив; 3 – Мармароський масив та Мармароські скелі; 4 – Пенінська зона; 5 – розломи Латорицько-Стрийської зсувної зони; 6 – неогенові вулканіти Закарпаття

Fig. 1. The main tectonic units the Ukrainian Carpathians [Гнилко, 2012] and location of the study area

1 – Sambir Nappe; 2 – Outer Carpathians and Monastery Nappe; 3 – Marmarosh Massif and Klippen; 4 – Pieniny Klippen Belt; 5 – faults of the Latorytsa – Stryi strike-slip Zone; 6 – Neogene magmatic rocks of the Transcarpathians

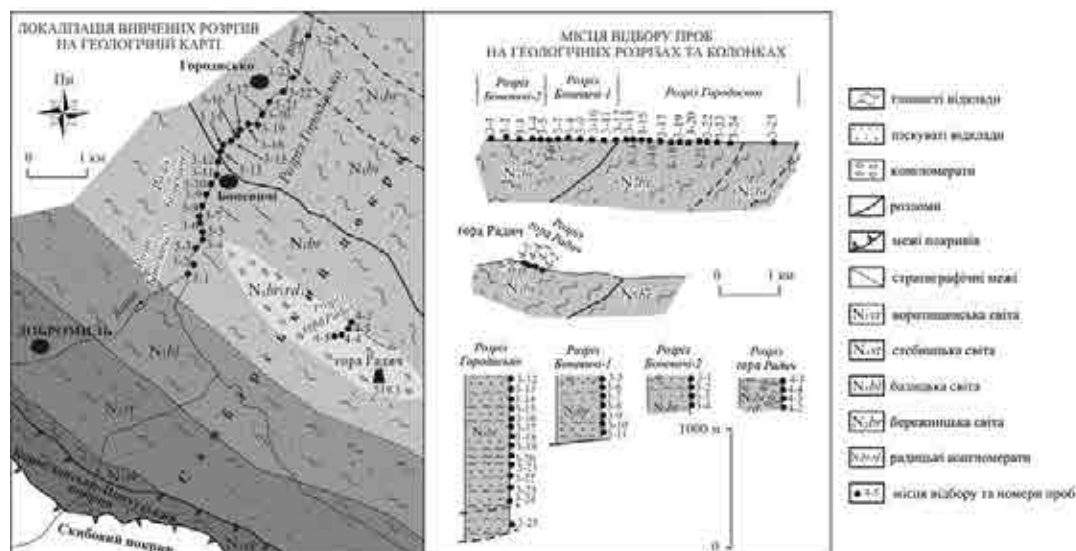


Рис. 2. Геологічне положення досліджених розрізів бережницької світи вздовж р. Вирва та на горі Радич [Гнилко, 2012] (розташування району досліджень див. на рис. 1)

Fig. 2. Geological setting of the studied section of the Berezhnitsa Formation along the Vyrva River and of the Radych Mountane [Гнилко, 2012] (location of the study area see Fig. 1)

Матеріал і метод

Досліджено розрізи Городисько, Боневичі-1, Боневичі-2 та розріз на горі Радич (рис. 2). Мікрофауну оброблено в мікропалеонтологічній лабораторії Інституту геології і геохімії горючих копалин НАН України. Визначення форамініфер проведено з використанням бінокулярного мікроскопа МБС-9. Опрацьована колекція налічує 64 види дрібних форамініфер (20 планктонних і 44 бентосних), серед бентосних знайдено 36 видів із вапнистою стінкою. Таксономічні визначення запозичено з публікацій [Субботина, 1960; Пишванова, 1972; Венглінський, 1958, 1962; Венглінский, 1975; Kenett and Srinivasan, 1983; Odrzywolska-Bienkova, Olszewska, 1996; Cicha, Rogl 1998; Hilgen, 2000 та ін.].

При реконструкції умов осадоконакопичення басейну за форамініферами була використана методика палеоекологічної інтерпретації, що ґрунтується на принципі актуалізму [Саїдова, 1961; Горбачик и др., 1996; Valchev, 2003; Petrova, 2004; Russo et al., 2007; Peryt et al., 2014]. Палеобатиметричну оцінку здійснено за співвідношенням бентосних і планктонних форамініфер до загальної кількості форамініфер. Було проаналізовано приблизно 300 форм. Аналіз розподілу сучасних форамініфер у відносно мілководних осадах виявив, що загалом співвідношення планктону (П) до бентосу (Б) суттєво збільшується від внутрішнього до зовнішнього шельфу. Вміст планктонних форамініфер в осадах внутрішнього шельфу не перевищує 20%, в

осадах середнього шельфу – від 10 до 60%, а в осадах зовнішнього шельфу – від 40 до 70%. Види *Globigerina bulloides*, *Orbulina suturalis* надають перевагу глибинам 50-100 м [Горбачик и др., 1996]. Від внутрішнього до зовнішнього шельфу збільшується також таксономічне розмаїття. На внутрішньому шельфі переважно присутні 10-25 видів і 5-15 родів. Процентний вміст аглютинованих форамініфер зменшується від внутрішнього шельфу, де він становить 10-25%, до 5% в середньому шельфі [Valchev, 2003].

За рівнем насиченості киснем придонних морських вод бентосні форамініфери поділяють на оксигенні і субоксигенні. До оксигенної групи включені таксони *Hansenisca*, *Heterolepa*, *Anomalinoidea*, *Cibicides*, *Hanzawaia*, *Ammonia*, які ведуть епіфауністичний спосіб життя. Таксони, толерантні до субоксигенних умов, такі: *Nonion*, *Porosonion*, *Melonis*, *Reusella*, *Caucasina*, *Uvigerina*, *Bolivina*, *Bulimina*. Вони належать до групи інфауни. При добрій аерації вод переважають форамініфери сферичної, спірально-плоскої, спірально-конічної форм, у слабо насичених киснем водах домінують видовжені і сплюснені [Саїдова, 1961; Corliss, Chen, 1988; Petrova, 2004; Peryt et al., 2014; Russo et al., 2007].

Наявність тонкостінних і орнаментованих прикріплених форм *Textularia*, *Cibicides*, *Hanzawaia*, *Heterolepa* свідчить про твердий субстрат. У м'якому субстраті поширені лінзовидні, видовжені сплюснені форми з тонкою стінкою [Valchev, 2003].

Теплим, помірно-теплим водам надають перевагу види *Orbulina suturalis* (Brönniman.), *Globoquadrina altispira* (Cuschman et Jarvis), *Globoquadrina dehiscens* (Chap., Parr et Coll.), *Paragloborotalia mayeri* (Cuschman et Ellisor), *Neogloboquadrina acostaensis* (Blow), *Globigerinella obesa* (Bolli) [Kennett and Srinivasan, 1983; Valchev, 2003].

Планктонні види *Globigerina bulloides* Orbigny, *Globigerina falconensis* Blow, *Globigerinoides subquadratus* Brönniman, *N. atlantica* (Bergren), *Tenuitellinata tarchanensis* (Subbotina et Chutzieva) та бентосні форамініфери *Nonion*, *Melonis*, *Cibicides*, *Hansenisca*, *Heterolepa*, *Bulimina*, *Bolivina*, *Uvigerina* є індикаторами холодних і помірно-холодних вод. Температура впливає на розміри і морфологію черепашки. Із падінням температури спостерігається тенденція до зменшення розміру і пористості черепашки [Valchev, 2003].

В нормально-солоних водах дуже розвинені *Cyclammina*, *Textularia*, *Nonion*, *Cibicides*, *Anomalinoidea*, *Heterolepa*, *Hansenisca*, *Bolivina*, *Bulimina*. Роди *Nonion*, *Cibicides*, *Bolivina*, *Bulimina* є толерантними до умов з меншою солоністю. В нормальних морських умовах домінує гіаліновий тип черепашки. Прозорі аглютиновані черепашки характерні для тонкозернистого субстрату

(глини, мергелі), тоді як товстостінні типові для більш крупної структури субстрату. Аглютиновані форамініфери з невапнистим цементом можуть свідчити про мілководні умови з низькою солоністю [Valchev, 2003].

Результати та їх обговорення

Розріз Городисько (рис. 3). Процентний вміст планктонних форамініфер нерівномірно поширений у відкладах світи. Найбільший їх вміст (25-30%) спостерігається у пробах 3/24, 3/21, 3/16, 3/14, 3/12. В інших пробах він становить 2-10%. Планктонні форамініфери представлені загалом сумішшю тепловодних *Orbulina suturalis* (Brönniman.), *Globoquadrina altispira* (Cuschman et Jarvis), *Globoquadrina dehiscens* (Chap., Parr et Coll.), *Paragloborotalia mayeri* (Cuschman et Ellisor), *Neogloboquadrina acostaensis* (Blow), *Globigerinella obesa* (Bolli) і холодноводних видів *Globigerina bulloides* Orbigny, *Globigerina falconensis* Blow, *Globigerinoides subquadratus* Brönniman, *N. atlantica* (Bergren), *Tenuitellinata tarchanensis* (Subbotina et Chutzieva). Черепашки планктону дрібні (0,25-0,3 мм), тонкостінні, представлені переважно поодинокими формами, характеризуються задовільною збереженістю, кулястою формою камер (табл. I, II).

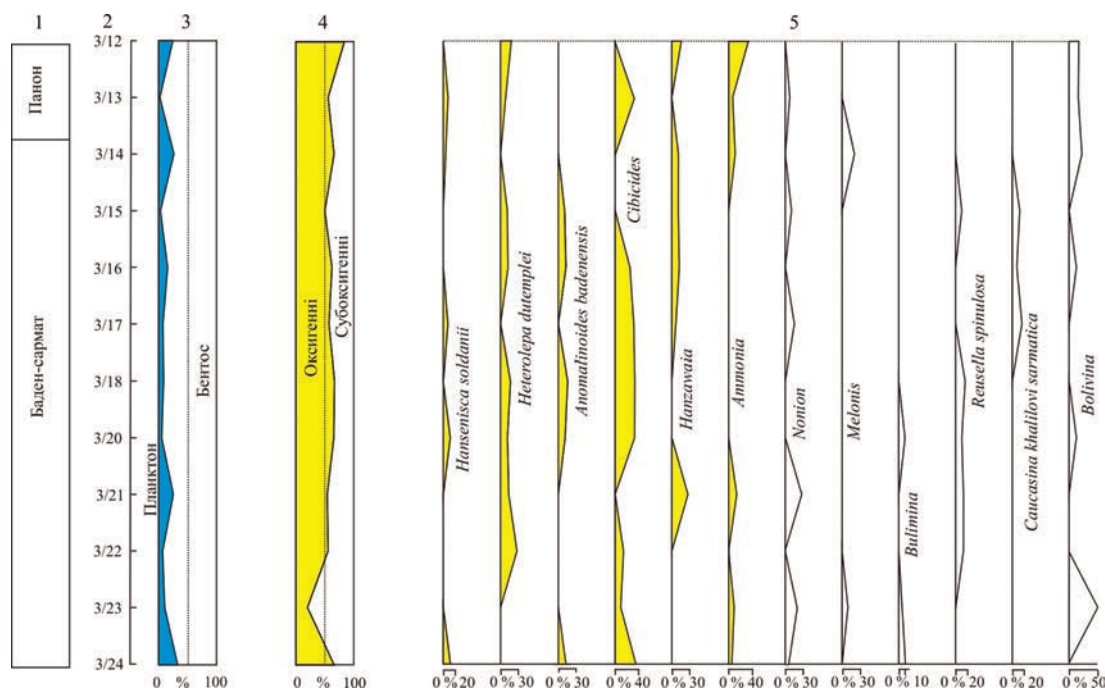


Рис. 3. Розріз Городисько

1 – регіяруси; 2 – номер проби; 3 – процентний вміст планктонних і бентосних форамініфер; 4 – процентний вміст оксигенних і субоксигенних форамініфер; 5 – процентний вміст родів і видів форамініфер

Fig. 3. The section Gorodysco

1 – age; 2 – sample number; 3 – relative abundance of planktonic and benthic foraminifers; 4 – relative abundance of oxic and sub-oxic foraminifers; 5 – relative abundance of genus and species foraminifers

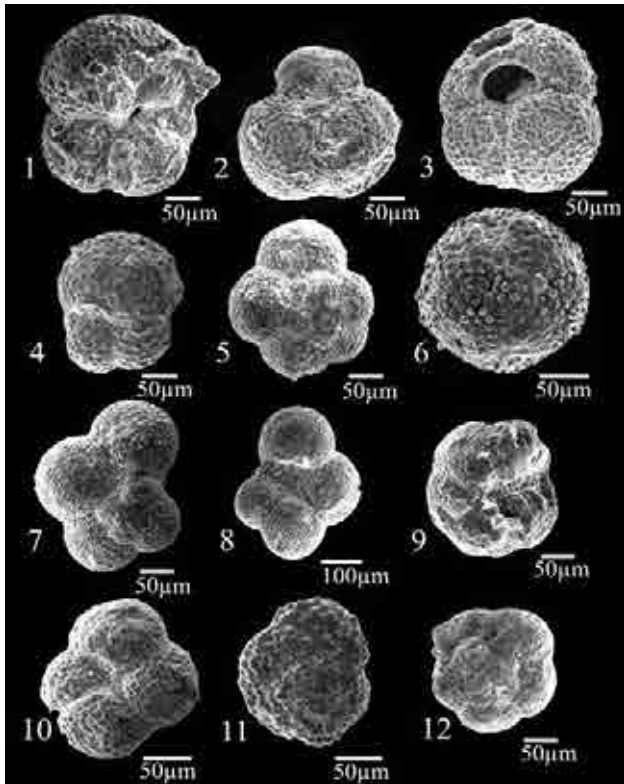


Табл. I. Планктонні форамініфери з бережницької світи Самбірського покриву (середній-верхній міоцен)

1 – *Globigerinoides trilobus* (Reuss), проба 3/24; 2 – *Globigerinoides* sp., проба 3/22; 3 – *Globigerinoides subquadratus* Вгльнпман, проба 3/17; 4 – *Globigerinoides bisphericus* Todd, проба 3/11; 5 – *Globigerina pseudociperoensis* Blow, проба 3/21; 6 – *Orbulina suturalis* (Вгльнпман), проба 4/4; 7-8 – *Globigerinella obesa*, проба 3/11; 9 – *Paragloborotalia mayeri* (Cuschman et Ellisor), проба 3/17; 10 – *Globigerina angulioficialis* Blow, проба 3/21; 11 – *Globorotalia scitula* (Brady), проба 3/21; 12 – *Tenuitellinata tarchanensis* (Subbotina et Chutzieva), проба 3/21

Table I. Planctonic foraminifera from Berezhnytsa formation of Sambir Nappe (Middle – Late Miocene)

1 – *Globigerinoides trilobus* (Reuss), sample 3/24; 2 – *Globigerinoides* sp., sample 3/22; 3 – *Globigerinoides subquadratus* Вгльнпман, sample 3/17; 4 – *Globigerinoides bisphericus* Todd, sample 3/11; 5 – *Globigerina pseudociperoensis* Blow, sample 3/21; 6 – *Orbulina suturalis* (Вгльнпман), sample 4/4; 7-8 – *Globigerinella obesa*, sample 3/11; 9 – *Paragloborotalia mayeri* (Cuschman et Ellisor), sample 3/17; 10 – *Globigerina angulioficialis* Blow, sample 3/21; 11 – *Globorotalia scitula* (Brady), sample 3/21; 12 – *Tenuitellinata tarchanensis* (Subbotina et Chutzieva), sample 3/21

У бентосних комплексах переважають черепашки з вапнистою стінкою. В нижній частині розрізу (проба 3/24) поширені представники епіфауни (80%) – *Hansenisca soldanii* (Orbigny), *Anomalinoides badenensis* (Orbigny), *Ammonia beccarii* (Linne), цїбісїдеси. Всї вони надають перевагу ділянкам морського дна, насиченого киснем (оксигенні). Разом з ними поширені *Nonion commune* (Orbigny), *Bulimina ovata* Orbigny, *Bulimina elongata* Orb., які належать до інфауни і відомі в холодноводних шельфово-батїальних ба-

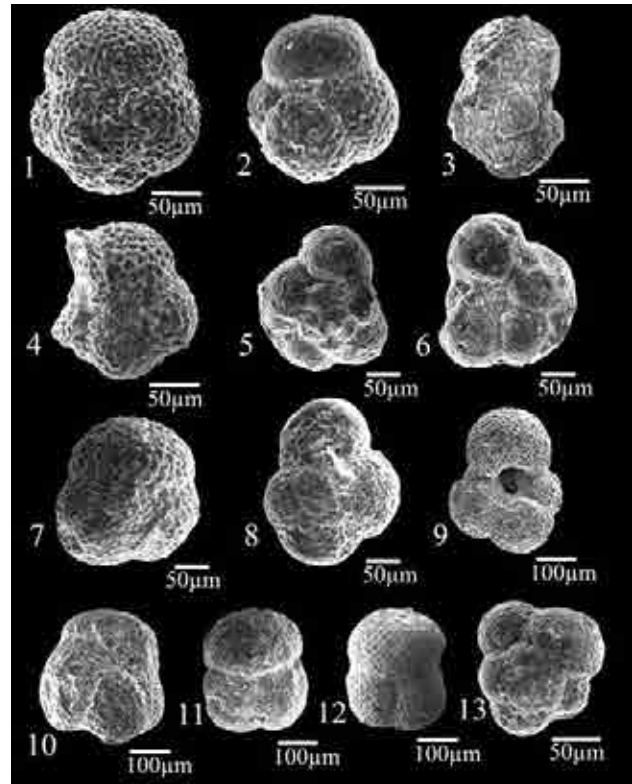


Табл. II. Планктонні форамініфери з бережницької світи Самбірського покриву (середній-верхній міоцен)

1 – *Neogloboquadrina atlantica* (Bergren), вид спереду, проба 3/1; 2 – *Neogloboquadrina atlantica* (Bergren), вид ззаду, проба 3/11; 3 – *Neogloboquadrina atlantica* (Bergren), вид збоку, проба 3/10; 4 – *Neogloboquadrina cf acostaensis* (Blow), проба 3/11; 5-6 *Tenuitellinata clemenciae* (Bermudez), проба 4/4; 7 – *Globoquadrina dehiscens* (Chap., Parr et Coll.), вид спереду, проба 3/21; 8-9 *Globigerina bulloides* Orbigny, проба 3/24; 10 – *Globoquadrina dehiscens* (Chap., Parr et Coll.), вид ззаду, проба 3/9; 11-12 – *Globigerinoides trilobus* (Reuss), проба 3/11; 13 – *Tenuitellinata tarchanensis* (Subbotina et Chutzieva), проба 3/21

Table II. Planctonic foraminifera from Berezhnytsa formation of Sambir Nappe (Middle – Late Miocene)

1 – *Neogloboquadrina atlantica* (Bergren), front wiew, sample 3/1; 2 – *Neogloboquadrina atlantica* (Bergren), back wiew, sample 3/11; 3 – *Neogloboquadrina atlantica* (Bergren), side wiew, sample 3/10; 4 – *Neogloboquadrina cf acostaensis* (Blow), sample 3/11; 5-6 *Tenuitellinata clemenciae* (Bermudez), sample 4/4; 7 – *Globoquadrina dehiscens* (Chap., Parr et Coll.), front wiew, sample 3/21; 8-9 *Globigerina bulloides* Orbigny, sample 3/24; 10 – *Globoquadrina dehiscens* (Chap., Parr et Coll.), back wiew, sample 3/9; 11-12 – *Globigerinoides trilobus* (Reuss), sample 3/11; 13 – *Tenuitellinata tarchanensis* (Subbotina et Chutzieva), sample 3/21

сейнах з пониженим вмістом кисню в придонних водах (субоксигенні). У пробі 3/23 процентний вміст субоксигенних видів збільшується до 70%, з яких вид *Bolivina dilatata* Reuss становить 50%. Вверх по розрізу оксигенні види домінують, їх процентний вміст становить 60-80%. У відкладах світи найбільш поширені представники роду *Cibicides* (*Cibicides abnormis* Pishvanova, *C. austriacus* Orbigny, *C. ungerianus* (Orbidny), *C. pachydermus* (Rzehak), *C. tjathevkaensis* Pishvanova, *C. lobatulus* (Walker et Jacob)). Їх процентний вміст

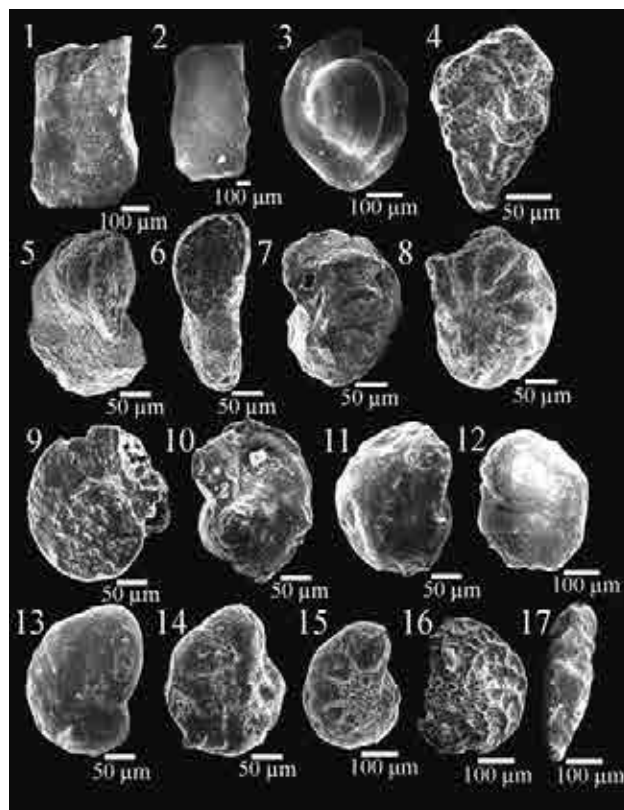
сягає від 0 до 40% у комплексах. У пробах трапляються також види *Hanzawaia boueana* (Walker et Jacob), *Heterolepa dutemplei* (Orbigny), *Anomalinoidea badenensis* (Orbigny), *Hansenisca soldanii* (Orbigny), *Ammonia beccarii* (Linne). Останній вид найбільш поширений у верхах світи, де сягає до 40% у пробі. Бентосні форамініфери погано збережені, як правило, з низькою кількістю екземплярів. Черепашки тонкостінні, характеризуються дрібними розмірами, переважно плоскочовиною форми (табл. III).

Табл. III. Бентосні форамініфери з бережницької світи Самбірського покриву (середній-верхній міоцен)

1 – *Bogdanowiczia pocutica* Pishvanova, проба 3/15; 2 – *Hyperammina vialovi* Pishvanova, проба 3/15; 3 – *Glomospira inconsueta* Subbotina, проба 4/2; 4 – *Siphotextularia flexua* (Venglinski), проба 3/3; 5-6 – *Anomalinoidea badenensis* (Orbigny), проба 3/18; 7 – *Cibicides austriacus* Orbigny, проба 3/14; 8 – *Hanzawaia crassiseptata* (Luczkowska), проба 3/11; 9 – *Cibicides ungerianus* (Orbigny), проба 3/14; 10 – *Cibicides ungerianus ornatus* (Cushman), проба 3/1; 11 – *Hanzawaia boueana* (Walker et Jacob), проба 3/14; 12 – *Cibicides lobatulus* (Walker et Jacob), проба 3/11; 13 – *Nonion commune* (Orbigny), проба 3/11; 14 – *Porosonion granosum* (Orbigny), проба 3/20; 15 – *Porosonion martcobi* (Bogdanowicz), проба 3/22; 16 – *Elphidium macellum* (Fichtel. et Moll), проба 3/11; 17 – *Bolivina aff. arta* Macfadayen, проба 4/3

Table III. Benthic foraminifera from Berezhnytsa formation of Sambir Nappe (Middle – Late Miocene)

1 – *Bogdanowiczia pocutica* Pishvanova, sample 3/15; 2 – *Hyperammina vialovi* Pishvanova, sample 3/15; 3 – *Glomospira inconsueta* Subbotina, sample 4/2; 4 – *Siphotextularia flexua* (Venglinski), sample 3/3; 5-6 – *Anomalinoidea badenensis* (Orbigny), sample 3/18; 7 – *Cibicides austriacus* Orbigny, sample 3/14; 8 – *Hanza-*



waia crassiseptata (Luczkowska), sample 3/11; 9 – *Cibicides ungerianus* (Orbigny), sample 3/14; 10 – *Cibicides ungerianus ornatus* (Cushman), sample 3/1; 11 – *Hanzawaia boueana* (Walker et Jacob), sample 3/14; 12 – *Cibicides lobatulus* (Walker et Jacob), sample 3/11; 13 – *Nonion commune* (Orbigny), sample 3/11; 14 – *Porosonion granosum* (Orbigny), sample 3/20; 15 – *Porosonion martcobi* (Bogdanowicz), sample 3/22; 16 – *Elphidium macellum* (Fichtel. et Moll), sample 3/11; 17 – *Bolivina aff. arta* Macfadayen, sample 4/3

Виявлені аглютиновані форамініфери *Bogdanowiczia pocutica* Pishvanova, *Hyperammina vialovi* Pishvanova, *Repmantina charoides* (Parker et Jones) становлять 10–20% у пробах. Їм притаманна тонкозерниста стінка черепашки і невапнистий тип цементу.

Розріз Боневичі-1 (рис. 4). Процентний вміст планктонних форамініфер змінюється від

15% в нижній частині розрізу до 0% – у верхній. Форамініфери загалом представлені змішаним комплексом холодно- і тепловодних форм: *Globigerina bulloides* Orbigny, *Gl. falconensis* Blow, *Globigerinoides bisphericus* Todd, *Gl. trilobus* (Reuss), *Orbulina suturalis* (Brönniman.), *Globoquadrina dehiscens* (Chap., Parr et Coll.), *Tenuitella clemenciae* (Bermudez), *Tenuitellinata*

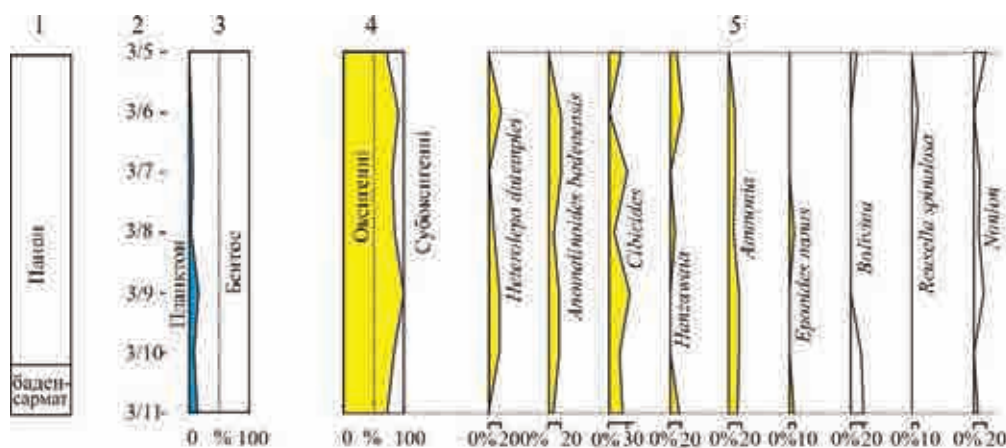


Рис. 4. Розріз Боневичі-1

Fig. 4. The section Bonyevychi-1

angustumbricata Bolli, *Globigerinella obesa* (Bolli), *Neogloboquadrina acostaensis* (Blow), *N. atlantica* (Bergren). Вверх по розрізу зменшується таксономічне розмаїття планктонних форамініфер, черепашки яких поодинокі, задовільної збереженості, дрібних розмірів з кулястою формою камер (табл. I, II).

В бентосних комплексах оксигенні форми становлять 70-100%, серед яких переважають представники роду *Cibicides* (*Cibicides abnormis* Pishvanova, *C. austriacus* Orbigny, *C. ungerianus* (Orbidny), *C. pachidermus* (Rzehak)). Вздовж по розрізу трапляються *Heterolepa dutemplei* (Orbigny), *Anomalinoidea badenensis* (Orbigny), *Hanzawaia boueana* (Walker et Jacob), *Ammonia beccarii* (Linne). Вміст кожного виду не перевищує 20%. Приблизно по стільки ж процентів припадає на виявлені у пробах і субоксигенні форми *Nonion commune* (Orbigny), *Bolivina dilatata* Reuss,

Porosonion granosum (Orbigny.), *Reusella spinulosa* (Reuss) та аглютиновані форамініфери (20%). У відкладах трапляються *Repmanina charoides* (Parker et Jones), *Bogdanowiczia pocutica* Pishvanova, *Cyclammina deflua* Venglinski.

Вапнистий бентос характеризується недостатньо доброю збереженістю, низькою кількістю екземплярів. Черепашки дрібних і середніх розмірів. Аглютинований бентос кращої збереженості з дрібнопіщанистою стінкою черепашки і невапнистим цементом (табл. III).

Розріз Боневичі-2 (рис. 5). Планктонні форамініфери представлені дрібнорослими з низькою кількістю екземплярів форамініферами *Globigerinoides trilobus* (Reuss), *Globoquadrina altispira* (Cuschman et Jarvis), *Paragloborotalia mayeri* (Cuschman et Ellisor), *Globigerinella obesa* (Bolli) *Neogloboquadrina atlantica* (Bergren). Їх вміст становить 15-5% (табл. I).

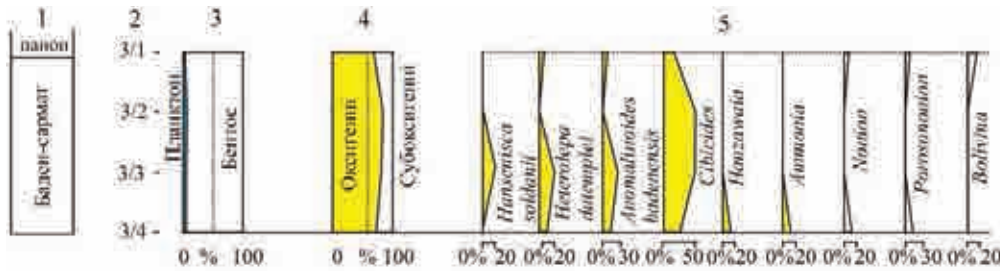


Рис. 5.
Розріз
Боневичі-2

Fig. 5.
The section
Boneyvychi-2

В бентосних комплексах, як і в попередніх розрізах, переважають оксигенні представники (50-80%), де рід *Cibicides* (*Cibicides abnormis* Pishvanova, *C. ungerianus* (Orbidny), *C. lobatulus* (Walker et Jacob)) становить 25-50%, а на види *Anomalinoidea badenensis* (Orbigny), *Hansenisca soldanii* (Orbigny), *Heterolepa dutemplei* (Orbigny), *Ammonia beccarii* (Linne) припадає по 20%. Субоксигенні види *Nonion commune* (Orbigny.), *Porosonion subgranosum* (Egger), *Bolivina dilatata* Reuss поширені більше у верхах розрізу і сягають до 20% кожний.

У відкладах даного розрізу встановлені аглютиновані форамініфери *Bogdanowiczia pocutica* Pishvanova, *Hyperammia vialovi* Pishvanova, *Siphotextularia flexua* (Venglinski), вміст яких у комплексах досягає до 20%.

Подібно до попереднього розрізу, черепашки вапнистого бентосу характеризуються дрібними розмірами, поганою збереженістю, низькою кількістю екземплярів. Аглютиновані черепашки в основному ідентичні черепашкам попереднього розрізу (табл. III).

Розріз на горі Радич (рис. 6). Планктонні форамініфери є таксономічно збіднені і становлять 6-3%. Тут поширені *Globigerina falconensis* Blow, *Globigerinoides trilobus* (Reuss), *Orbulina suturalis* (Brönniman.), *Neogloboquadrina atlantica* (Bergren). Черепашки характеризуються дрібними розмірами, поганою збереженістю, низькою кількістю екземплярів у пробах.

Таксономічний склад, морфологічні ознаки бентосних форамініфер є подібними до попередніх розрізів.

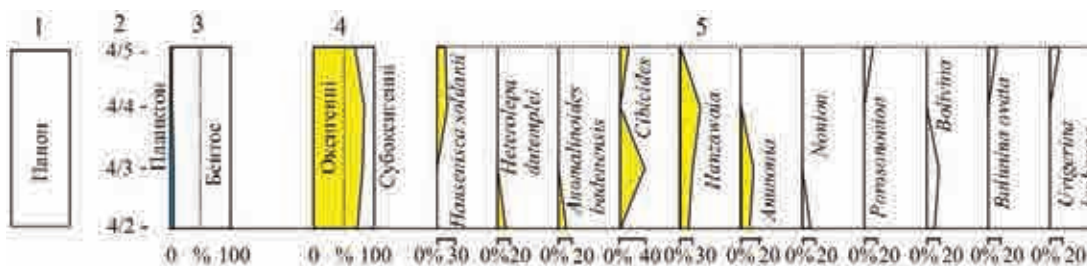


Рис. 6. Ядро
Радичької
синкліналі
біля вершини
гори Радич
Fig. 6. Core
of the Radych
synclinal
near the
Radych
Mountane

Палеоекологічна інтерпретація

Співвідношення П/Б (від 0 до 30%), таксономічне розмаїття (5-12 родів; 10-15 видів), процентний вміст аглютинованих форамініфер (20%) та морфологічні особливості черепашок у досліджених розрізах бережницької світи вказують на умови, що відповідають внутрішньому шельфу. Планктонним форамініферам притаманні дрібні розміри, слабка скульптура, камери у формі кульок, що є характерним для еуфотичної та перехідної зон. Про це засвідчує також наявність у комплексах суміші тепло- і холодноводних видів.

Знайдені у відкладах світи представники епі- та інфауни переважно заселяють мілководні шельфові глибини. Роди *Cibicides*, *Hanzawaia*, *Anomalinoidea*, *Heterolepa*, *Ammonia*, *Elphidium*, *Nonion*, *Bolivina*, *Porosonion*, *Reptanina* є евригалінними, які трапляються у слабкоопріснених комплексах субліторалі. Разом з ними у пробах присутні і стеногалінні представники родів *Hansenisca*, *Eponides*, *Melonis*, *Bulimina*, *Caucasina*, *Uvigerina*, які характеризують нормально-морські умови. Роди *Nonion*, *Melonis*, *Bulimina*, *Bolivina*, *Uvigerina* відомі в холодноводних шельфово-батіальних басейнах з пониженим вмістом кисню в придонних водах. Домінування роду *Bulimina* у нижній частині розрізу світи (розріз Городисько) може засвідчувати низький рівень кисню на дні басейну. Виявлені

у пробах аглютиновані форамініфери з невапнистим цементом можуть вказувати на мілководні умови з пониженою солоністю.

Наявність планктону свідчить про морське середовище, періодично пов'язане з відкритим океаном. Зменшення загальної кількості черепашок та збіднення родового і видового складу планктонних форамініфер вверх по стратиграфічному розрізу може говорити про обміління басейну або сильне теригенне забруднення поверхневих вод.

Присутність в пробах оксигенних і субоксигенних форм вказує на задовільну аерацію придонних водних мас при седиментації відкладів бережницької світи.

Висновки

Аналіз співвідношення планктонних і бентосних форамініфер, їх таксономічного складу, морфологічних особливостей показує, що в кінці середнього та на початку пізнього міоцену седиментаційний Самбірський суббасейн, в якому нагромаджувались осади бережницької світи, загалом відповідав глибинам внутрішнього шельфу і характеризувався нормально-солоними або близькими до них умовами та задовільною аерацією помірно-холодних придонних водних мас. Зменшення кількості планктону у верхах світи може свідчити про обміління басейну або сильне теригенне забруднення поверхневих вод.

Список літератури / References

1. Андреева-Григорович А.С., Грузман А.Д., Кульчицкий Я.О. та ін. Схема стратиграфії неогенових відкладів Західного (Центрального) Паратетису в межах України. *Палеонтол. зб.* 1995. № 31. С. 8–88.

Andreeva-Grigorovich A.S., Grusman A.D., Kulchitsky Ya.O., Lozynyak P.Ju., Savitska N., Ponomaryova L.D., Trofimovich N.A., 1995. Stratigraphy Scheme of Neogene deposits of the Western (Central) Parathetys in the limits of Ukraine. *Paleontologichnyy zbirnyk*, № 31, p. 8–88 (in Ukrainian).

2. Андреева-Григорович А.С., Ващенко В.О., Гнилко О.М., Трофимович Н.А. Стратиграфія неогенових відкладів Українських Карпат та Передкарпаття. *Тектоніка і стратиграфія*. 2011. Вип. 28. С. 67–77.

Andreeva-Grigorovich A.S., Vashchenko V.O., Hnylko O.M., Trofimovich N.A., 2011. Stratigraphy of Neogene deposits of the Ukrainian Carpathians and Fore-Carpathians. *Tektonika i Stratigrafiya*, iss. 28, p. 67–77 (in Ukrainian).

3. Ващенко В.О., Гнилко О.М. Про стратиграфію та седиментологічні особливості неогенових молас Бориславсько-Покутського та Самбірського покривів Українського Прикарпаття. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2003. № 1. С. 87–101.

Vashchenko V.O., Hnylko O.M., 2003. About stratigraphy and sedimentary features of Neogene molasse of the Boryslav–Pokuttya and Sambir nappes of the Ukrainian Fore-Carpathians. *Geologiya i geokhimiya goryuchykh kopalyn*, № 1, p. 87–101 (in Ukrainian).

4. Венгліньський І.В. Форамініфери міоцену Закарпаття. Київ: Вид-во АН УРСР, 1958. 168 с.

Venglinsky I.V., 1958. Foraminifera of the Miocene Transcarpatian. Kyiv: Vydavnytstvo AN URSSR, 168 p. (in Ukrainian).

5. Венгліньський І.В. Біостратиграфія міоцену Закарпаття за фауною форамініфер. Київ: Вид-во АН УРСР, 1962. 120 с.

Venglinsky I.V., 1962. Biostratigraphy of the Miocene Transcarpatian foraminifera. Kyiv: Vydavnytstvo AN URSSR, 120 p. (in Ukrainian).

6. **Венглинский И.В.** Фораминиферы и биостратиграфия миоценовых отложений Закарпатского прогиба. Киев: Наук. думка, 1975. 264 с.
- Venglinsky I.V.**, 1975. Foraminifera and Biostratigraphy of the Miocene deposits Transcarpathian Foredeep. Kyiv: Naukova Dumka, 264 p. (in Russian).
7. **Венглинский И.В., Горецкий В.А.** Стратотипы миоценовых отложений Волыно-Подольской плиты, Предкарпатского и Закарпатского прогибов. Киев: Наук. думка, 1979. 172 с.
- Venglinsky I.V., Gorecky V.A.**, 1979. Stratotypes of Miocene deposits of the Volyn-Podolya, Carpathian and Transcarpathian Foredeeps. Kyiv: Naukova Dumka, 172 p. (in Russian).
8. **Гнилко О.М.** Тектонічне районування Карпат у світлі терейнової тектоніки. Ч. 1. Основні елементи Карпатської споруди. *Геодинаміка*. 2012. № 1. С. 67–78.
- Hnylko O.M.**, 2012. Tectonic zoning of the Carpathians in terms of the terrane tectonics. Section 1. Main units of the Carpathian building. *Geodinamika*, № 1, p. 67–78 (in Ukrainian).
9. **Горбачик Т.Н., Долицкая И.В., Копаевич Л.Ф.** Микропалеонтология. Москва: Изд-во МГУ, 1996. 112 с.
- Horbachyk T.N., Dolickaya I.V., Copevych L.F.**, 1996. Micropaleontology. Moscow: Izdatelstvo MGU, 112 p. (in Russian).
10. **Кулянда М.Й., Гнилко О.М.** До питання про вік бережницької світи Самбірського покриву Передкарпатського прогину. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2015. № 1–2. С. 91–100.
- Kulyanda M.Y., Hnylko O.M.**, 2015. Age of the Berezhnytsa Formation of Sambir Nappe of Carpathian Foredeep. *Geologiya i geokhimiya goryuchykh kopalyn*, № 1, p. 91–100 (in Ukrainian).
11. **Пишванова Л.С., Ткаченко О.Ф.** Палеогеографические карты миоцена западных областей УССР. *Материалы VIII и IX Съездов Карпато-Балканской геологической ассоциации*. Киев, 1974. С. 88–104.
- Pyshvanova L.S., Tkachenko O.F.**, 1974. Paleogeographic maps of Miocene of the western areas USSR. *Proceedings of the VIII and IX Congresses CBGA*. Kyiv, p. 88–100 (in Russian).
12. **Пишванова Л.С.** Фораминиферы верхнеолигоценых и миоценовых отложений западных областей УССР. *Тр. УкрНИГРИ*. 1972. Вып. 27. С. 205–283.
- Pyshvanova L.S.**, 1972. Foraminifera of Upper Oligocene and Miocene deposits of the western areas USSR. *Trudy UkrNIGRI*, iss. 27, p. 205–283 (in Russian).
13. **Саидова Х.М.** Экология фораминифер и палеогеография дальневосточных морей СССР и северо-западной части Тихого океана. Москва: Изд-во АН СССР, 1961. С. 3–231.
- Saidova H.M.**, 1961. Ecology of foraminifera and paleogeography of the Long East Sea SSSR and north-western part Pacific Ocean. Moscow: Izdatelstvo AN SSSR, p. 3–231 (in Russian).
14. **Субботина Н.Н., Пишванова Л.С., Иванова Л.В.** Стратиграфия олигоценых и миоценовых отложений Предкарпатья по фораминиферам. *Микрофауна СССР. Сб. XXI. Тр. ВНИГРИ*. 1960. Вып. 153. С. 5–156.
- Subbotina N.N., Pishvanova L.S., Ivanova L.V.**, 1960. Stratigraphy of Oligocene and Miocene deposits of Precarpathians on foraminifera. *Microfauna SSSR. Coll. XXI. Works VNIGRI*, iss. 153, p. 5–156 (in Russian).
15. **Трофимович Н.А.** Біостратиграфія та фораминифери верхніх молас Більче-Волицької зони Передкарпатського прогину: автореф. дис. ... канд. геол. наук. Київ, 1996. 22 с.
- Trofimovich N.A.**, 1996. Biostratigraphy and foraminifera of upper molasse of the Bilche-Volytsa zone of Carpathian Foredeep. Avtoref. dis. ... cand. geol.-mineral. sci. Kyiv, 22 p. (in Ukrainian).
16. **Andreyeva-Grigorovich A.S., Oszczytko N., Slaczka A., Oszczytko-Clowes M., Savitskaya N.A., Trofimovich N.** New data on the of the folded Miocene Zone at the front of the Ukrainian Outer Carpathians. *Acta Geol. Polonica*. 2008. Vol. 58, N 3. P. 325–353.
- Andreyeva-Grigorovich A.S., Oszczytko N., Slaczka A., Oszczytko-Clowes M., Savitskaya N.A., Trofimovich N.**, 2008. New data on the of the folded Miocene Zone at the front of the Ukrainian Outer Carpathians. *Acta Geol. Polonica*, vol. 58, N 3, p. 325–353 (in English).
17. **Cicha I., Rögl F., Rupp C., Ctyroka J.** Oligocene-Miocene foraminifera of the Central Paratethys. *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschender Gesellschaft*. Frankfurt am Main, 1998. № 549. 137 p.
- Cicha I., Rögl F., Rupp C., Ctyroka J.** 1998. Oligocene-Miocene foraminifera of the Central Paratethys. *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschender Gesellschaft*. Frankfurt am Main, № 549, 137 p. (in English).
18. **Corliss B.H., Chen C.** Morphotype patterns of Norwegian Sea deep-sea benthic foraminifera and ecological implications. *Geology*. 1988. Vol. 16. P. 716–719.
- Corliss B.H., Chen C.**, 1988. Morphotype patterns of Norwegian Sea deep-sea benthic foraminifera and ecological implications. *Geology*, vol. 16, p. 716–719 (in English).
19. **Hilgen F.J., Krijgsman W., Raffi I., Turco E., Zachariasse W.J.** Integrated stratigraphy and astronomical calibration of Serravallian. Tortonian boundary section at Monte Gibliscemi (Sicily, Italy). *Marine Micropaleontology*. 2000. Vol. 38. P. 181–211.

Hilgen F.J., Krijgsman W., Raffi I., Turco E., Zachariasse W.J., 2000. Integrated stratigraphy and astronomical calibration of Serravallian. Tortonian boundary section at Monte Gibliscemi (Sicily, Italy). *Marine Micropaleontology*, vol. 38, p. 181-211 (in English).

20. **Kennett J.P., Srinivasan M.S.** Neogene planktonic foraminifera: A Phylogenetic Atlas. Stroudsburg, 1983. 265 p.

Kennett J.P. and Srinivasan M.S., 1983. Neogene planktonic foraminifera: A Phylogenetic Atlas. Stroudsburg, 265 p. (in English).

21. **Odrzywolska-Bienkowska E., Olszewska B.** Rząd Foraminifera Eichwald. *Budowa geologiczna Polski* (Eds. L. Malinowska and M. Piwocki). *Atlas skamieniołości przewodnich i charakterystycznych, część. 3a*. Warszawa, 1996. S. 530–614.

Odrzywolska-Bienkowska E., Olszewska B., 1996. Rząd Foraminifera Eichwald. *Budowa geologiczna Polski* (Eds. L. Malinowska and M. Piwocki). *Atlas skamieniołości przewodnich i charakterystycznych, część. 3a*. Warszawa, S. 530–614 (in Polish).

22. **Peryt D., Gedl P., Peryt M.** Foraminiferal and palynological of the Late Badensan (Middle Miocene) transgression in Podolia (Shchyrets near Lviv, western Ukraine). *Geological Quarterly*. 2014. Vol. 58, № 3. P. 465–484.

Peryt D., Gedl P., Peryt M., 2014. Foraminiferal and palynological of the Late Badensan (Middle Miocene) transgression in Podolia (Shchyrets near Lviv, western Ukraine). *Geological Quarterly*, vol. 58, № 3, p. 465–484 (in Polish).

23. **Petrova P.** Foraminiferal assemblages as an indicator of foreland basin evolution (Carparhian Foredeep, Czech Republic). *Bulletin of Geosciences*. 2004. Vol. 79, № 4. P. 231-242.

Petrova P., 2004. Foraminiferal assemblages as an indicator of foreland basin evolution (Carparhian Foredeep, Czech Republic). *Bulletin of Geosciences*, vol. 79, № 4, p. 231-242 (in English).

24. **Russo B., Curcio E., Iaccarino S.** Paleocology and paleoceanography of a Langhian succession (Tremite Islands, southern Adriatic Sea, Italy) based on benthic foraminifera. *Bolletino della Societa Paleontologica Italiana*. 2007. Vol. 46, № 2–3. P. 107–124.

Russo B., Curcio E., Iaccarino S., 2007. Paleocology and paleoceanography of a Langhian succession (Tremite Islands, southern Adriatic Sea, Italy) based on benthic foraminifera. *Bolletino della Societa Paleontologica Italiana*, vol. 46, № 2–3, p. 107–124 (in English).

25. **Valchev B.** On the potential of small benthic foraminifera as paleoecological indicators: recent advances. *Annual*. Vol. 46. Pt. 1. *Geology and Geophysics*. Sofia, 2003. P. 189-194.

Valchev B., 2003. On the potential of small benthic foraminifera as paleoecological indicators: recent advances. *Annual*, vol. 46, pt. 1. *Geology and Geophysics*. Sofia, p. 189-194 (in English).

Стаття надійшла
29.03.2016

ПРО ХІМІЧНИЙ СКЛАД МІНЕРАЛЬНИХ ВОД: ХІМІЧНІ АНАЛОГІЇ ТА ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

Н.Б. Овчиннікова

(Рекомендовано акад. НАН України В.М. Шестопаловим)

*Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, E-mail: nbovch@ukr.net
Молодший науковий співробітник.*

Хімічний склад восьми мінеральних вод без специфічних компонентів було змодельовано та розраховано за допомогою програми мінімізації енергії Гіббса GEMS-Selector V3.2 (<http://GEMs-Selector.v3.2.web.psi.ch/>). В результаті отримано для різних вод від 61 до 91 хімічних компонентів складу. Більшість компонентів містяться у мінеральних водах у досить низьких концентраціях. Звернено увагу на подібність цих концентрацій і концентрацій гомеопатичних ліків. Серед компонентів хімічного складу мінеральних вод знайдено аналогії з гомеопатичними препаратами. Виконано термодинамічний аналіз гомеопатичного препарату *Natrium muriaticum*. Відмічено, що домішки в сировині для гомеопатичних препаратів подібні до мікрокомпонентів у мінеральних водах. Наголошено на тому, що роль мікрокомпонентів у мінеральних водах категорії «без специфічних компонентів» недооцінена. Зроблено висновок про те, що результати нових (2013-2015 рр.) досліджень аномальних фізико-хімічних властивостей сильно розбавлених розчинів мають прямі аналогії з процесами приготування гомеопатичних ліків і процесами формування мінеральних вод.

Ключові слова: хімічний склад, термодинамічний аналіз, мінеральна вода, сильно розбавлені розчини, гомеопатичні ліки.

ABOUT CHEMICAL COMPOSITION OF MINERAL WATERS: CHEMICAL ANALOGIES AND PHYSICAL PROPERTIES

N.B. Ovchinnikova

(Recommended by academician of NAS of Ukraine V.M. Shestopalov)

*Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, E-mail: nbovch@ukr.net
Research worker.*

Chemical composition of eight mineral waters without specific components was modelled and computed by means of the program of minimization of energy of Gibbs GEMS-Selector V3.2 (<http://GEMs-Selector.v3.2.web.psi.ch/>). As a result it is got for different waters from 61 to 94 chemical components of composition. Most components are in subzero concentrations in mineral waters. Paid attention to similarity of these concentrations and concentrations of homoeopathic medications. Among the components of chemical composition of mineral waters analogies are found with homoeopathic preparations. The thermodynamics analysis of homoeopathic preparation *Natrium muriaticum* is done. It is marked that admixtures in raw material for homoeopathic preparations are similar to the microcomponents in mineral waters. Concluded that the role of microcomponents in mineral waters of category «without specific components» is underestimated. Drawn conclusion that the results of new (2013-2015) researches of anomalous physical and chemical properties of strongly dilute solutions have direct analogies with the processes of preparation of homoeopathic medications and processes of forming of mineral waters.

Key words: chemical composition, thermodynamics analysis, mineral water, strongly dilute solutions, homoeopathic medications.

ПРО ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД: ХИМИЧЕСКИЕ АНАЛОГИИ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Н.Б. Овчинникова

(Рекомендовано акад. НАН Украины В.М. Шестопаловым)

Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина, E-mail: nbovch@ukr.net
Младший научный сотрудник.

Химический состав восьми минеральных вод без специфических компонентов был смоделирован и рассчитан с помощью программы минимизации энергии Гиббса GEMS-Selector V3.2 (<http://GEMs-Selector v3.2.web.psi.ch/>). В результате получено для разных вод от 61 до 94 химических компонентов состава. Большинство компонентов содержатся в минеральных водах в довольно низких концентрациях. Обращено внимание на подобие этих концентраций и концентраций гомеопатических лекарств. Среди компонентов химического состава минеральных вод найдены аналогии с гомеопатическими препаратами. Выполнен термодинамический анализ гомеопатического препарата *Natrium muriaticum*. Отмечено, что примеси в сырье для гомеопатических препаратов подобны микрокомпонентам в минеральных водах. Сделано заключение о том, что роль микрокомпонентов в минеральных водах категории «без специфических компонентов» недооценена. Сделан вывод о том, что результаты новых (2013-2015 гг.) исследований аномальных физико-химических свойств сильно разбавленных растворов имеют прямые аналогии с процессами приготовления гомеопатических лекарств и процессами формирования минеральных вод.

Ключевые слова: химический состав, термодинамический анализ, минеральная вода, сильно разбавленные растворы, гомеопатические лекарства.

Вступ

Як правило, звичайний хімічний аналіз мінеральної води складається з визначення вмісту основних (макро-)іонів – Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- ; додатково встановлюються залізо (Fe^{2+} , Fe^{3+}), різноманітні мікрокомпоненти (Mn , PO_4^{3-} , HBO_2^- , SiO_2 , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , H_2S тощо), токсичні домішки (переважно Cd , Pb , Hg та ін.). Показників може бути багато, і тому здається, що нам відомий склад даної води практично повністю.

Із запровадженням термодинамічних розрахунків для вирішення завдань гідрогеохімії поступово стало зрозумілим, що склад води ми уявляємо собі дещо спрощено, не таким, яким він є насправді. Точність особливо важлива, коли йдеться про здоров'я людини. Це безпосередньо стосується мінеральних вод. Тому було прийняте рішення з'ясувати, яким є справжній склад мінеральної води, скориставшись сучасними можливостями розрахунків з допомогою програми GEMS-Selector V3.2 (<http://GEMs-Selector v3.2.web.psi.ch/>).

Термодинамічний аналіз мінеральних вод.

Отримані результати

Теоретичні засади моделювання хімічного складу води методом мінімізації енергії Гіббса [Крайнов и др., 1988] свідчать, що розрахунок рівноважного складу проби води є обґрунтова-

ним і дає достатньо добре наближення до її справжнього складу.

До аналізу увійшли мінеральні води без специфічних компонентів миргородського та сульфатного типів. За результатами розрахунків рівноважних станів мінеральних вод було отримано від 61 до 94 параметрів хімічного складу вод: мінеральна вода «Миргородська» – 61 параметр, «Сосновий бір» – 94, «Куяльник» – 68, «Сергіївська» – 85, «Степанська» – 93, «Брусницька» – 89, «Китростька» – 89, «Надбужанська» – 76. Одночасно у складі вод було проаналізовано 12 різних мікрокомпонентів – від трьох (Миргородське родовище, мінеральна вода «Миргородська») до 10 (Балучинське родовище, мінеральна вода «Надбужанська»).

В усіх водах у вмісті хімічних компонентів складу значно переважають основні іони (рис. 1).

Як видно на рис. 1, у мінеральних водах фіксується наявність «твердих» фаз. При проведенні звичайного лабораторного хімічного аналізу води речовини, що складають тверді фази, зазвичай співосаджуються реактивами з іншими іонами і компонентами складу і в результаті подальшого розрахунку поповнюють іонний склад, у такий спосіб змінюючи дійсну картину аналізу. Кількісний вміст твердих фаз може бути достатньо вагомим, як, наприклад у сульфатній мінеральній воді «Надбужанська» Балучинського родовища (рис. 2).

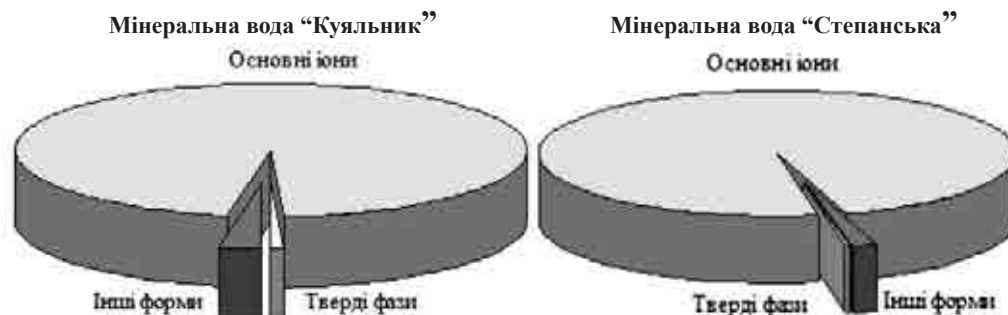


Рис. 1. Розподіл хімічного складу мінеральних вод «Куяльник» та «Степанська» на три групи: 1) основні іони; 2) тверді фази; 3) інші форми – за кількісним вмістом складових

Fig. 1. Distribution of chemical composition of mineral waters «Kuyalnic» and «Stepanska» into 3 groups: 1) the basic ions; 2) solid phases; 3) other forms – by quantitative content of constituents



Рис. 2. Розподіл хімічного складу мінеральної води «Надбужанська» на три групи: 1) основні іони; 2) тверді фази; 3) інші форми – за кількісним вмістом складових

Fig. 2. Distribution of chemical composition of mineral water «Nadbuzhanska» into 3 groups: 1) the basic ions; 2) solid phases; 3) other forms – by quantitative content of constituents

У воді, нещодавно піднятій на поверхню, тверді фази не помітні оком. Очевидно, мінерали, що їх складають, перебувають у формі мікрочастинок. Згодом ці мікрочастинки коагулюють і утворюють осад. Питання, яка відбувається коагуляція – часткова або повна, потребує додаткових досліджень.

На прикладі двох мінеральних вод – «Сосновий бір» (миргородський тип) та «Надбужанська» (сульфатний тип) – показано склад твердих фаз (рис. 3).

Кварц (SiO_2) присутній у всіх аналізованих водах. Гетит (FeOOH) виявлений в шести з восьми вод; пірит (FeS^2) – у п'яти мінеральних водах міргородського типу; кальцит (CaCO_3) –

у чотирьох водах різних типів; доломіт ($\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$) – у чотирьох водах тільки міргородського типу; родохрозит (MnCO_3) – у двох водах міргородського типу, де присутній мікрокомпонент манган; піролюзит (MnO_2) – у сульфатній воді Китроського джерела. У мінеральній воді «Надбужанська», де також міститься манган, тверда фаза з вмістом мангану не утворилась, але тільки у цій воді виявлено тугариновіт (MoO_2), целестин (SrSO_4) та флюорит (CaF_2).

Варто зазначити, що більшість твердих фаз утворилась за допомогою мікрокомпонентів. Тільки кальцит та доломіт складені основними іонами.

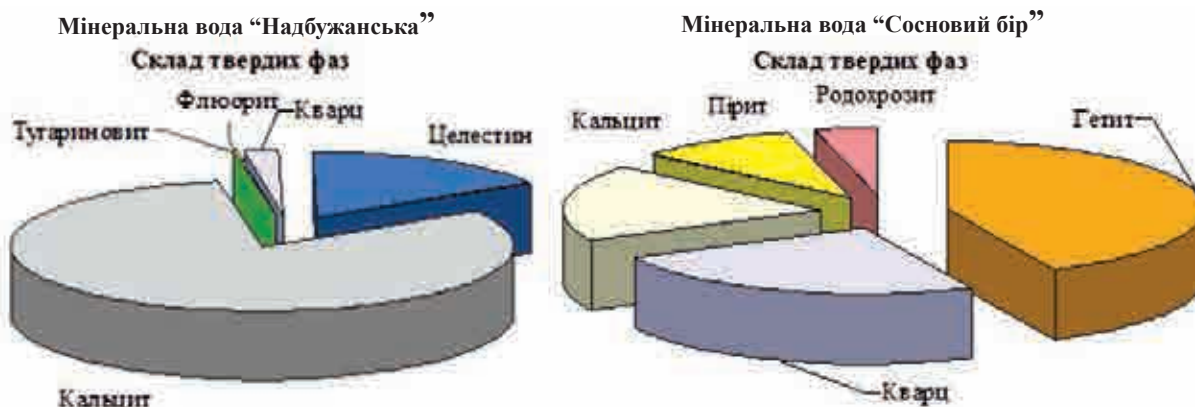


Рис. 3. Розподіл складу твердих фаз у мінеральних водах «Надбужанська» і «Сосновий бір»

Fig. 3. Distribution of composition of the solid phases in mineral waters «Nadbuzhanska» and «Sosnovyi Bir»

У групу «Інші форми» (рис. 1, 2) увійшли різноманітні сполуки, поділені для наочного представлення на такі групи: 1) іонні та молекулярні форми, утворені основними іонами; 2) мікрокомпоненти – іони та молекули, складені мікрокомпонентами між собою, мікрокомпонентами та іонами води, а також мікрокомпонентами у поєднанні з макрокомпонентами; 3) розчинені гази – вуглекислий, сірководень, азот, водень та кисень (рис. 4).

Як видно на рис. 4, у різних мінеральних водах, що належать до одного миргородського типу, групи, на які ми умовно поділили «Інші форми», розподіляються не однаково. У мінеральній воді «Миргородська» всі три групи рівнозначні, у воді «Сергіївська» – група з форм, утворених основними іонами, переважає інші групи. Аналогічний розподіл і в воді «Надбужанська». І хоча ці умовні три групи все ж порівнянні між собою за сумарною концентрацією речовин, що увійшли в кожну групу (між ними немає ве-

личесної різниці), все ж залишається питання, як відбувається якісний розподіл речовин (рис. 5).

На рис. 5 відлік 20 речовин починається з першої комплексної речовини (CaSO_4^0 – у воді «Надбужанська» та NaSO_4^- – у воді «Миргородська»), концентрація якої найбільша. Ці дві речовини (CaSO_4^0 та NaSO_4^-) випереджають за концентрацією тільки основні іони. Але у сульфатній воді «Надбужанська» концентрацію, меншу ніж CaSO_4^0 , мають і два основних іони – HCO_3^- та Na^+ .

Як видно на рис. 5, до цих перших 20 речовин, які в основному представляють групу «Інші форми» (рис. 1, 2), увійшли і розчинені гази, і тверді фази, і мікрокомпонентні форми, і форми, утворені основними іонами. Причому, наприклад, у мінеральній воді «Надбужанська» мікрокомпоненти $\text{V}(\text{OH})_3$ та SiO_2 знаходяться у більшій концентрації, ніж форми основних іонів NaSO_4^- та MgHCO_3^+ . А у мінеральній воді «Миргородська» форми, утворені поєднанням



Рис. 4. Співвідношення між трьома групами складу «Інших форм» у двох мінеральних водах миргородського типу та у сульфатній мінеральній воді «Надбужанська»

Fig. 4. Proportions between the three groups part of «other forms» in two mineral waters of the Myrhorod type and in sulfate mineral water «Nadbuzhanska».

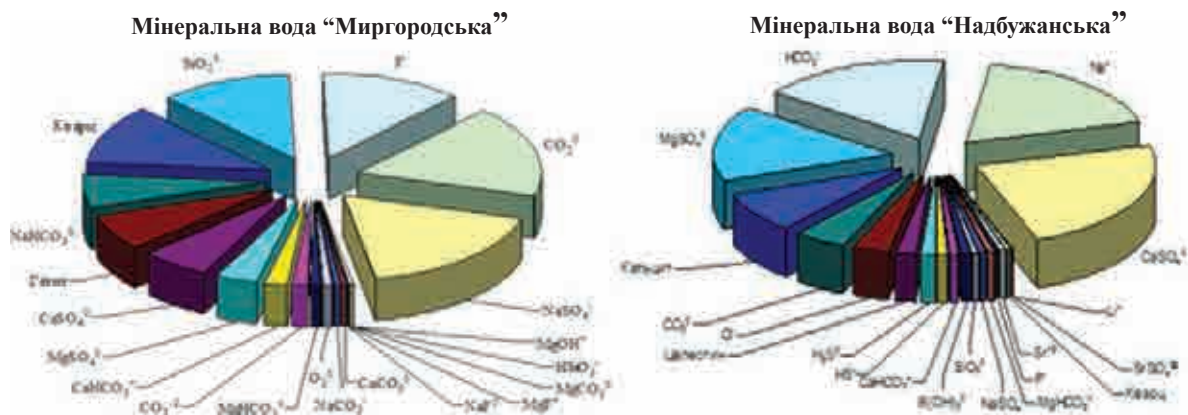


Рис. 5. Перші 20 речовин починаючи з NaSO_4^- (вода «Миргородська»), з CaSO_4^0 (вода «Надбужанська»), концентрація яких найбільша. Дані ранжировані від більшого до меншого проти годинникової стрілки

Fig. 5. First 20 substances, beginning from NaSO_4^- («Myrhorodska»), from CaSO_4^0 («Nadbuzhanska»), the concentration of that is most. These ranged from largest to smallest counterclockwise

основних іонів і мікрокомпонента (фтор) – NaF^0 та MgF^+ , випереджають за кількісним вмістом форми сполук основних компонентів MgCO_3^0 та MgOH^+ . Також у воді «Миргородська» представлена у значно більшій кількості, ніж декілька форм основних іонів, тверда фаза з вмістом заліза – гетит, а у воді «Надбужанська» – целестин (стронцієвий мінерал).

З цього можна зробити такий висновок. З одного боку, більшість комплексних форм, утворених основними іонами, враховуючи їх концентраційний вміст у хімічному складі води, можна віднести до мікрокомпонентів. З іншого – мікрокомпоненти у мінеральних водах без специфічних компонентів (які ми розглядаємо) посідають важливе місце; їх можна порівняти за кількісним вмістом з формами, утвореними основними іонами.

Як правило, лікувальна дія мінеральних вод без специфічних компонентів вивчається без розгляду мікроелементів, які присутні у малих кількостях практично у всіх природних водах, як мінеральних, так і питних. Окремо (від макроскладу) вміст у водах та вплив на здоров'я мікрокомпонентів, які знаходяться у воді в кількостях, як менших за ті, за якими води відносять до *мінеральних із специфічними компонентами*, так і у більших кількостях, власне бромних, йодних, залізистих тощо, досліджувався і наразі досліджується багатьма вченими [Шестопапов та ін., 1988; Цапко та ін., 1974; Власюк, 1980; Шестопапов та ін., 2011 та ін.].

На сучасному етапі вивчення мінеральних вод бракує досліджень, які б поєднували у собі аналіз впливу макро- і мікрокомпонентів у складі лікувальної води одночасно.

Мінеральні води, гомеопатичні ліки: спільні риси

Широко відомий лікувальний ефект мінеральних вод – результат двох фундаментальних напрямів досліджень: натурних [Цапко, 1960; Ужва, 1981; Омельянец, Набока, 1986; Бабенко, 1992; Шестопапов и др., 2013 та ін.] та лабораторних [Фадеева, 1971; Золотарева и др., 2004; Алексеенко та ін., 2005 та ін.]. Дослідження мають свої особливості. Зазвичай про оздоровчий ефект природ-

ної води стає відомо з відгуків людей, лікарів, з багаторічних спостережень за здоров'ям населення, яке мешкає поблизу лікувального джерела, з екологічних та гідрогеологічних обстежень регіону [Бабов и др., 2009; Шестопапов и др., 2011 та ін.]. Лабораторні експерименти найчастіше здійснюються безпосередньо на курорті з мінеральною водою, дослідження спрямовані в основному на удосконалення методів застосування даної води для лікування пацієнтів [Федяєва, 2011; Борохова, 2010 та ін.].

Сприятлива дія мінеральної води, як правило, позначається на усьому організмі людини. Наприклад, мінеральні води типу миргородської застосовуються для лікування хвороб шлунку із зниженою секрецією та кислотністю шлункового соку, виразкової хвороби шлунку та дванадцятипалої кишки, хронічних захворювань печінки та жовчовивідних шляхів. Часта присутність в цих водах йоду та бромиду дозволяє їх використовувати і для лікування інших захворювань: бром нормалізує діяльність нервової системи, відновлюючи функцію печінки та жовчного міхура; йод сприяє зниженню запальних процесів [Шестопапов и др., 2003].

Води сульфатного типу є переважно жовчогінними та проносними. Їх застосовують при захворюваннях печінки та жовчовивідних шляхів, для поліпшення обміну речовин, при ожирінні та діабеті [Шестопапов и др., 2003].

У двох різних джерелах гомеопатичних *Materia Medica* (гомеопатичні фармакологічні довідники) були згадки про мінеральні води. У Е. Фаррингтона [Фаррингтон, 1992] в лекції № 61, зокрема про гомеопатичну дію препарату *Lithium carbonica*, сказано (Пер. наш. – Н.О.): «Вода Геттісберзького джерела (*Gettusburg spring water*), яка містить вуглекислий літій, дуже дієва для золотушних¹ дітей, що страждають виразками в області суглобів ... та при захворюванні тазостегнового суглоба...». Тобто, Е. Фаррингтон знаходить дію *Lithium carbonica* і дію мінеральної води Геттісберзького джерела подібними.

Згідно з (<http://homeopat-sam.com/>)², мінеральна вода джерел Кіссингена в Баварії, а саме джерела *Rakoczy*, міститься серед лікувальних препаратів *Materia Medica* під назвою *Kissingen*

¹ Золотуха, скрофулез – застаріла назва, що відповідає ексудативному діатезу (конституціональне захворювання дітей, обумовлене в тому числі атопічним дерматитом) і/або зовнішньому туберкульозу (шкіри, слизових оболонок, лімфовузлів).

² Інтернет-джерело, найімовірніше, користується книгою німецького гомеопата XIX – початку XX ст., але ніде на це не вказує.

aqua. Опис скорочено (Пер. наш. – Н.О.): «Води *Kissingena* випробувані Carl Preu, і ... були проведені спостереження за їх загальною дією. Склад вод дуже складний, але основним компонентом є *Natrium muriaticum* ... Constantin James надав блискучий звіт про їх дію ... Стани, при яких *Kissingen aqua* особливо корисна, – порушення діяльності шлунково-кишкового тракту, передусім катаральні («гнильні») процеси; атонія кишечника; період реконвалесценції після черевного тифу або холери; ураження печінки, селезінки і мезентеріальних лімфатичних вузлів. А також ті випадки подагри, «коли причина ... криється, мабуть, в органах черевної порожнини».

Наведені дані привертають увагу до напрацювань гомеопатії. З одного боку, в Україні з успіхом використовуються у лікуванні такі гомеопатичні ліки, як Анаферон, Афлубин, Траумель та ін., а з іншого – часто спостерігається нищівна за намірами, але недостатньо доказова критика гомеопатичного способу лікування. В будь-якому разі очевидно, що крапка у дискусіях ще не поставлена. Тому можна звернути увагу на викладені факти, а також на те, що у гомеопатичній практиці застосовують багато речовин, аналоги яких знайдені у мінеральних водах при розрахунках рівноважного складу (більш конкретно нижче). Концентрації речовин у гомеопатичних ліках малі, подібні до концентрацій, отриманих після термодинамічних розрахунків.

Для вод миргородського типу найбільш близьким аналогом слід вважати гомеопатичний препарат натріум муріатікум за аналогією з мінеральною водою *Kissingen aqua (Natrium muriaticum)*, у просторіччі – кухонна сіль (NaCl). Нагадаємо, що у процесі приготування гомеопатичних ліків, зокрема і *Natrium muriaticum*, застосовується процес *потенціювання*³: гомеопатичні розведення готуються не одномоментним розчиненням лікувальної речовини у великому об'ємі розчинника, а кожне наступне розведення готується з попереднього, і кожна така процедура супроводжується інтенсивним струшуванням

(цей процес називається *динамізація*). Таких процедур можуть бути десятки, сотні і навіть тисячі.

Про гомеопатичний препарат йдеться у [Кларк, 2001]: «За силою та широтою впливу *Natrium muriaticum* стоїть у першому ряду гомеопатичних ліків; але, окрім цього, він може слугувати найяскравішою демонстрацією можливостей потенціювання ліків ... Деяким людям важко зрозуміти, що потенційована сіль діє зовсім інакше, ніж сіль у звичайних дозах, яку ми вживаємо повсякденно... На перший погляд це неможливо, здається замала кількість речовини ... не може нічого змінити, тим не менше препарат має потужну дію, якої немає у самої солі» (Пер. наш. – Н.О.).

Опис дії гомеопатичного препарату зазвичай охоплює всі системи організму – від психічних характеристик, рис характеру до найдрібніших проявів у конкретних органах, які у гомеопатії найчастіше описуються у термінах відчуттів людиною, а не у термінах діагнозів. Такий опис означає, що гомеопатичний препарат діє як допомога при тих симптомах, які відчуває хвора людина, за старовинним принципом гомеопатії – «подібне лікується подібним»⁴. Комплекс хворобливих симптомів охоплює практично усі органи і системи у людини, але є характерним і специфічним для кожного гомеопатичного лікувального препарату.

У цьому сенсі опис гомеопатичного використання *Natrium muriaticum* [Кларк, 2001 та ін.] має багато спільного із лікувальним призначенням вод миргородського типу (вище).

Основною складовою у мінеральних водах сульфатного типу «Надбужанська» та Китроського джерела є сульфат кальцію, або *Calcarea Sulphurica* у гомеопатії, або гіпс у геології.

Ознайомившись з описом симптомів препарату *Calcarea Sulphurica* [Кларк, 2001; Тайлер, 2006], можна знайти багато спільного у дії гомеопатичного препарату та сульфатних мінеральних вод.

Гомеопатичні ліки, хімічні аналоги яких знайдені у мінеральних водах в результаті розрахунку рівноважного стану, наведені у табл. 1.

³ Потенціювання – це *поступове* розведення: 1 г речовини розчиняють у 10 г розчинника (це перше десятикратне розведення – D1), далі відбирають 1 г отриманого розчину і розчиняють його у 10 г розчинника (D2) і т. д. Сотенні розведення готують аналогічно, але 1 г речовини розчиняють у 100 г розчинника (перше сотенне розведення C1), далі 1 г розчину C1 розчиняють у наступних 100 г розчинника і т.д.

⁴ Цей принцип означає, що якщо здоровій людині дати препарат, про який йде мова, він викличе в неї такі подібні симптоми. В гомеопатії всі ліки випробувані на людях, точніше, ліки випробували лікарі-добровольці. В процесі випробувань траплялись випадки загибелі випробувачів. Тому для кожного препарату у гомеопатії існує антидот – протиотрута.

Таблиця 1. Деякі гомеопатичні ліки та їх аналоги, знайдені у мінеральних водах миргородського та сульфатного типів

Table 1. Some homeopathic medications and their analogues found in mineral waters of the Myrhorod and sulfate types

№ з/п	Назва гомеопатичного препарату	Склад гомеопатичного препарату	Джерело відомостей	Знайдені у мінеральних водах (див. табл. 1)
1	<i>Magnesium muriaticum</i>	MgCl ₂ ·6H ₂ O	[Кент, 2006]	Mg ²⁺ , Cl ⁻
2	<i>Manganum sulphuricum</i>	MnSO ₄ ·4H ₂ O	»	MnSO ₄ ⁰
3	<i>Manganum oxydatum nativum</i>	MnO ₂	»	Піролюзит
4	<i>Magnesium carbonicum</i>	(MgCO ₃) ₃ ·Mg(OH) ₂ x 3H ₂ O	»	MgCO ₃ , MgOH ⁺
5	<i>Magnesium sulphuricum</i>	MgSO ₄ ·7H ₂ O	»	MgSO ₄ ⁰
6	<i>Bromium</i>	Br	»	Br ⁻
7	<i>Natrum sulphuricum</i>	Na ₂ SO ₄	»	NaSO ₄ ⁻
8	<i>Fluoricum acidum</i>	HF ⁰	»	HF ⁰ , HF ₂ ⁻
9	<i>Iodium</i>	I	»	I ⁻
10	<i>Kali sulphuricum</i>	K ₂ SO ₄	»	KSO ₄ ⁻
11	<i>Magnesia carbonica</i>	(MgCO ₃) ₃ ·Mg(OH) ₂ x 3H ₂ O	»	MgCO ₃ ⁰ , MgOH ⁺
12	<i>Sulphuricum acidum</i>	H ₂ SO ₄	»	HSO ₄ ⁻ , SO ₄ ⁻²
13	<i>Manganum carbonicum</i>	MnCO ₃	http://homeopat-sam.com/	MnCO ₃ ⁰
14	<i>Lithium sulphuricum</i>	Li ₂ SO ₄	http://www.polykhrest.od.ua/	LiSO ₄ ⁻
15	<i>Strontiana carbonica</i>	SrCO ₃	[Фаррингтон, 1992]	SrCO ₃ ⁰
16	<i>Calcarea fluorica</i>	CaF ₂	[Кент, 2006]	Флюорит, CaF ⁺
17	<i>Calcarea carbonica</i>	CaCO ₃	»	Кальцит, CaCO ₃ ⁰
18	<i>Kali cyanatum</i>	KCN	http://homeopat-sam.com/	K ⁺ , CN ⁻
19	<i>Acidum hydrocyanicum</i>	HCN	[Фаррингтон, 1992]	H ⁺ , CN ⁻
20	<i>Ferrum metallicum</i>	Fe	»	Fe ²⁺ , Fe ³⁺

В гомеопатії використовують для лікування титан, ванадій, хром, кобальт, нікель, мідь, цинк, арсеніум, селен, бром, золото, молібден, загалом практично усі відомі елементи та їх сполуки. У природних водах присутнє все це різноманіття. У людському організмі – теж.

Порівняння дозувань

Гомеопатичні розчини та розведення (Solutions et delutiones homeopathicae) для внутрішнього застосування є рідкою однорідною (гомогенною) системою лікувальних речовин у відповідному

розчиннику. Для внутрішнього одноразового вживання рідкі препарати призначаються по 5-8 крапель у чайній ложці води (або без води). Кількість діючої речовини в 1 краплі залежить від ступеня розведення (5 крапель D1⁵ відповідає приблизно 0,025 г, D2 – 0,0025 г, D3 – 0,00025 г і т.д.) [Френкель, 1993; Тихонов, 2002].

У мінеральній воді «Миргородська» сумарно іонів Na⁺ + Cl⁻ за розрахунками міститься приблизно 2,4 г/дм³. Якщо припустити, що одна доза прийому мінеральної води – 100 г, то пацієнт отримує 0,24 г NaCl за один раз. Ця доза при-

⁵ Перше десятичне розведення. D – десятичне розведення. C – сотенне.

близно у 10 разів більше за дозу у найменшому першому десятинному розведенні D1 (0,025 г).

Отже, точної відповідності між одноразовими дозами гомеопатичного препарату *Natrium muriaticum* і мінеральної води «Миргородська» не спостерігається.

Але, якщо самі гомеопати вважають дію мінеральних вод, наприклад *Kissingen aqua*, близькою за впливом до гомеопатичного препарату *Natrium muriaticum*, то ми можемо висунути гіпотезу, що більш дієвими можуть бути речовини, концентрація яких у мінеральних водах ближча до гомеопатичних доз, наприклад NaOH^0 , який є у мінеральній воді «Миргородська» і у гомеопатичних ліках *Natrium muriaticum*. Про це свідчить термодинамічний розрахунок їх рівноважного стану (табл. 2). А вже утворення подібних форм у гомеопатичному розчині досі ніхто не розглядав, як, власне, і у гідрогеології щодо мінеральних вод, це з одного боку. З іншого – у гомеопатії найбільш дієвими вважаються ліки, розведення яких найбільше. Згідно з розрахунком рівноважного стану мінеральної води «Миргородська», вона містить $0,0000002916 \text{ г/дм}^3 \text{ NaOH}^0$ ($\sim 2,9 \times 10^{-7} \text{ г/дм}^3$). Розрахунок рівноважного стану системи, яка містить 1 г NaCl у 10 г H_2O (це розведення D1), дає результат⁶ $4,02 \cdot 10^{-8} \text{ г/дм}^3 \text{ NaOH}^0$. Це, звичайно, менше за вміст у мінеральній воді, але сам вміст NaOH^0 настільки замалий, що виникає питання щодо ефекту дії: чи будуть помітно відрізнятися ефекти дії NaOH^0 у мінеральній воді та у ліках, якщо різниця в їх вмісті така мікроскопічна?

Таблиця 2. Розрахунок рівноважного стану гомеопатичного препарату *Natrium muriaticum* першого десятинного розведення (D1)

Table 2. Calculations of the equilibrium state of homeopathic preparation *Natrium muriaticum* first tithle dilution (D1)

Компонент	Концентрація, моль/кг
Na^+	0,024999
NaOH^0	1,00E-09
Cl^-	0,025
H_2^0	1,80E-16
OH^-	3,40E-10
H^+	1,35E-09
H_2O^0	0,499575

⁶ Результат у моль/кг з табл. 2 перерахований у г/дм^3 .

Тут ми стикаємось із загадковою дією замалих доз гомеопатичних ліків, які і є предметом як сучасних наукових дискусій, так і сучасних наукових досліджень.

Гомеопати вважають, що лікувальний ефект знаходиться в зворотню пропорційному відношенні до розведення: найменші десятинні розведення треба приймати частіше – 2, 3 і більше разів на день; сотенні розведення – раз на день чи раз у декілька днів, іноді – ще рідше. Яке саме розведення призначить лікар, залежить від гостроти хвороби, конституції пацієнта, його віку і т.д. – від багатьох факторів, включаючи досвід лікаря.

В цьому сенсі прийом мінеральних вод «вписується» у концепцію: лікувальна доза у мінеральних водах ще більша за найнасиченіше гомеопатичне розведення D1 – отже, мінеральні води треба приймати ще більше і частіше, ніж ліки в розведенні D1. (Звичайно, це не доведено, а просто – логічне припущення на основі існуючих відомостей.)

Ще один факт – хоча різні гомеопатичні розведення одного препарату діють не зовсім однаково, проте це не стосується правильності їх призначення. Тобто дія препарату в разі точного призначення не залежить від способу його приготування: і в десятинному, і в сотовому розведеннях препарат подіє, і за певний час хворий одужає.

Домішки та мікрокомпоненти

У гомеопатії використовуються *природні* речовини. Десь близько 75% гомеопатичних препаратів складають ліки, виготовлені з рослин, приблизно 20% – це природні хімічні речовини (в тому числі мінерали) і 5% – природні отрути різного походження.

В даному випадку нас цікавлять природні мінерали, а саме той аспект, що природні мінерали завжди містять якісь мікродомішки. Тому і ліки, виготовлені з таких мінералів, повинні їх містити. Наприклад, широко відомо, що домішки йоду і броду властиві галіту («кухонній солі») та, очевидно, і гомеопатичному *Natrium muriaticum*.

Якщо зробити термодинамічний розрахунок складу *Natrium muriaticum* з мікродомішками (треба знати їх кількість), то ми отримуємо багатий склад, схожий на склад мінеральної води.

Отже, висловлене вище припущення про те, що дія гомеопатичних ліків може бути пов'язана не тільки з тією основною речовиною, яка дала назву лікам (наприклад, *Natrium muriaticum*), а і з тими сполуками, що завжди утворюються у процесі розчинення цієї речовини згідно з термодинамічними розрахунками, можна природним чином розширити, тобто врахувати, що домішки при приготуванні гомеопатичних ліків аналогічні мікрокомпонентам у мінеральних водах.

Концентраційний вміст мікрокомпонентів, їх різноманітних сполук практично аналогічний гомеопатичним розведенням схожих ліків (табл. 1). Це може означати, що мікрокомпоненти відіграють більш важливу роль у лікуванні як мінеральними водами без специфічних компонентів, так і гомеопатичними ліками, ніж це вважалося.

На підставі викладеного можна стверджувати таке:

Поряд із традиційною медичною практикою досліджень, існують дослідження дії мінеральних вод на здоров'я, в яких лікарі-гомеопати знаходять подібність між мінеральними водами та гомеопатичними ліками.

До спільних рис мінеральних вод і гомеопатичних ліків слід віднести, по-перше, широкий спектр лікувальної дії. По-друге, хоча дози прийому мінеральних вод перевищують дози прийому гомеопатичних ліків, однак вони «вписуються» у логіку прийому гомеопатичних ліків різного ступеня розведення: чим більше розведення, тим «активніші» ліки, тим рідше їх потрібно приймати, і навпаки: чим менше розведення – тим частіше необхідний прийом ліків.

Термодинамічний аналіз рівноважного стану самих гомеопатичних ліків показує, що, окрім основної речовини, яка дає назву гомеопатичному препарату (наприклад, *Natrium muriaticum*), при розчиненні у воді в гомеопатичних ліках повинні існувати інші речовини (наприклад, NaOH^0), концентраційний вміст яких значно менший, а отже, за гомеопатичними принципами, така речовина може бути дієвішою. Аналогічно, домішки у природних мінералах, які використовує гомеопатія при приготуванні (потенціюванні) препаратів, подібні мікрокомпонентам у мінеральних водах. Концентраційний вміст мікрокомпонентів порівняний з гомеопатичними розведеннями ліків, аналоги яких

знайдені у повних аналізах мінеральних вод (табл. 1, 2).

Фізичні аномалії сильно розбавлених розчинів. Формування мінеральних вод

Сучасні лікарі та дослідники, які безпосередньо пов'язані з гомеопатичними ліками, шукають шляхи для пояснення їх дії. Зокрема, того, чому найбільш інтенсивно дієвими стають ті препарати, розведення яких досягає С30 і більше (де розрахунок показує відсутність лікувальної речовини, а що там є – невідомо), в чому секрет процесу потенціювання при приготуванні ліків, адже просте одномоментне розведення лікувальної речовини до замалих концентрацій не дає жодного лікувального ефекту. Висуваються та розглядаються численні гіпотези [Тихонов, 2002]. Умовно ці гіпотези можна поділити на, так би мовити, два основних блоки: гіпотези, що намагаються пояснити, 1) які фізичні, хімічні процеси відбуваються із самими гомеопатичними ліками в процесі їх приготування; які властивості набуває кінцевий продукт розведення; 2) як, за допомогою яких механізмів відбувається взаємодія таких ліків та живої субстанції – що, власне, збігається із основними напрямками досліджень і у медицині, і у фармакології, і в біології та в інших суміжних областях досліджень.

Останніми роками отримує наукове підтвердження гіпотеза про те, що лікувальна дія гомеопатичних ліків заснована не стільки на хімічних, скільки на фізичних властивостях сильно розбавленого розчину. Інакше кажучи, вчені шукають особливості лікувальної дії в особливостях фізичної структури таких розчинів, зокрема мінеральної води [Шестопапов та ін., 2009, 2012].

Нещодавні дослідження поведінки біологічно активних речовин у сильно розбавлених водних розчинах, проведені ІОіФХ ім. Арбузова РАН [Коновалов, 2013; Галль и др., 2015], виявили аномальні фізико-хімічні властивості таких розчинів.

Експериментальні дослідження [Галль и др., 2015] комплексу найважливіших фізико-хімічних параметрів (електропровідність, поверхневий натяг, дзета-потенціал) сильно розбавлених водних розчинів десятків сполук різної хімічної природи концентрацій 10^{-2} – 10^{-20} М⁷ виявили, що при послідовному⁸ розбавленні розчинів речовин, які проявляють бімодальність

⁷ Даний діапазон концентрацій властивий як мінеральним водам, так і гомеопатичним лікам.

⁸ Послідовне розведення характерне для приготування ліків у гомеопатії.

біологічної дії, до наднизьких концентрацій, ці розчини демонструють аномальність вище вказаних параметрів, яку не можна віднести до помилок експерименту.

Автори експериментів виявили, що у розчинах приблизно 75% усіх розглянутих речовин формуються асоціати – структуровані утворення розмірами до декількох сотень нанометрів. Вони навели низку гіпотез для пояснення природи асоціатів та взаємодії таких розчинів з живими клітинами, а також запропонували своє бачення цієї природи. Так, автори [Галль і др., 2015] вважають, що природа утворених асоціатів у зонах «високих» (10^{-3} – 10^{-7} М) та «низьких» (10^{-9} – 10^{-20} М) концентрацій різна; ці зони можна назвати «нормальною» та «анормальною», відповідно. При розведенні до 10^{-7} М молекули усіх досліджених речовин у водних розчинах утворюють області, які при динамічному світлорозсіюванні сприймаються як «асоціати», мабуть, за рахунок явища «мікророзшарування» [Корсунський, Наберухин, 1977; Габуда, 1982]. При цьому розчин, макроскопічно гомогенний, на мікроскопічному рівні являє собою області чистої води, в яких знаходяться мікрообласті, складені з молекул розчиненої речовини. А.П. Жуковський та його співавтори [Жуковский і др., 1992] запропонували механізм «мікророзшарування» та обґрунтували його експериментально і теоретично на основі неоднаковості гідрофобних та гідрофільних взаємодій молекул води з розчиненими молекулами. Збільшення «жорсткості» водневих зв'язків з гідрофобного боку молекул порівняно з їх гідрофільним боком призводить до різниці тисків на молекулу – до «гідрофобного стискання».

В зоні концентрацій 10^{-7} – 10^{-20} М [Галль і др., 2015] асоціати деяких речовин, названих авторами «класичними», не спостерігаються, а асоціати інших «некласичних» молекул, навпаки, достатньо великі. Вони утворюються за рахунок об'єднання первинних МВ-структур⁹, фрактальні квазікристали яких зростають на гідрофільних центрах цих молекул за рахунок енергії, яка надходить до них від молекул (солітонів). Відповідно, такі наноасоціати – це області, заповнені водними квазікристалічними структурами з оболонкою з молекул розчинених речовин. Різниця у розподілі розмірів наноасоціатів для різних речовин, яка спостерігається в експе-

риментах, є результатом двох факторів: 1) відмінностей у здатності відповідних молекул перетворювати некогерентну енергію у солітони¹⁰ [Davydov, 1976]; 2) відмінностей у розмірах і розташуванні на молекулі гідрофільних та гідрофобних центрів та поверхонь.

Проведені експерименти [Коновалов, 2013; Рыжжина і др., 2011, 2012] свідчать про вірогідну важливу роль магнітного поля Землі у процесі формування наноасоціатів. У серії експериментів виявилось, що для утворення наноасоціатів необхідні зовнішні електромагнітні поля [Коновалов, 2013]. Представлені у роботі [Марченко і др., 2013] структури фрактальних квазікристалів води показують, що ці об'єкти можуть мати парамагнітні властивості, які можуть бути суттєвими для процесів, що вивчаються.

Вплив магнітного поля Землі, зовнішніх електромагнітних полів – важливий фактор у процесах формування мінеральних вод [Шестопалов та ін., 2009, 2012]. В процесі тривалого руху у надрах Землі, фільтруючись через пори і канали гірських порід, мінеральні води *поступово* набувають свого хімічного складу. Як результат – кожна мінеральна вода унікальна не тільки за своїм хімічним складом, а і набуває унікальних фізичних властивостей. У монографії [Шестопалов та ін., 2009] наводяться приклади вод, відомому цілком ефективність яких можна пояснити тільки їх аномальними фізичними властивостями (тобто такі води формально за вмістом хімічних речовин не відносять до мінеральних).

Таким чином, з наведеного випливає, що гіпотези, які пояснюють феномен аномальних властивостей сильно розбавлених розчинів, мають спільні риси з гіпотезами і припущеннями щодо пояснення лікувальних властивостей та особливостей мінеральних вод, а також го-меопатичних ліків.

Висновки

Мінеральні води без специфічних компонентів насправді містять численні мікрокомпоненти. Аналіз показав, що їх концентраційний вміст порівнянний з вмістом багатьох форм, утворених основними іонами, а іноді і перевищує їх концентрації. Вплив на здоров'я мікрокомпонентів мінеральних вод без специфічних компонентів, найімовірніше, недооцінений.

⁹ Молекулярно-водних структур.

¹⁰ «Солітони Давидова» – кванти енергії, що рухаються по ланцюгах біополімерів у живих системах.

Оскільки у хімічному складі досліджуваних мінеральних вод без специфічних компонентів (максимальна мінералізація дорівнює 3,7 г/дм³) після термодинамічного розрахунку налічується від 60 до 90 різних сполук, кількісний вміст яких дуже замалий, цілком можливо для подальшого аналізу цілющої дії мінеральної води скористатись напрацюваннями гомеопатії, яка оперує приблизно такими ж дозами лікувальної речовини у препаратах. Такий підхід підсилюється думкою самих відомих гомеопатів про схожість дії деяких мінеральних вод з гомеопатичними ліками подібного складу.

Порівняння дії мінеральних вод миргородського типу з дією гомеопатичного препарату *Natrium muriaticum*, вод сульфатного типу з дією *Calcarea Sulphurica* виявляє схожість між ними. Порівняння утруднене тим, що дія гомеопатичних препаратів описана в термінах відчуттів хворих, а дія мінеральних вод – у термінах діагнозів.

Список літератури / References

1. **Алексеевко Н.А., Гуца С.Г., Туход Л.В.** Влияние слабоминерализованных кремнийсодержащих минеральных вод Украины на водно-солевой обмен в организме экспериментальных животных. *Мед. реабилитация, курортология, физиотерапия*. 2005. № 3. С. 21-23.

Alekseenko N. A., Guscha S. G., Tihohod L. V., 2005. Influence of low mineralized silicon containing mineral waters of Ukraine on water-salt metabolism in experimental animals. *Meditsinskaya rehabilitatsiya, balneologiya, fisioterapiya*, No. 3, p. 21-23 (in Russian).

2. **Бабенко Г.** Екологічна патологія Прикарпаття. *Екологія Карпатського регіону: Зб. наук. пр.* Івано-Франківськ: Вид-во Івано-Франків. мед. ін-ту, 1992. 97 с.

Babenko G., 1992. Ecological pathology of Prykarpattia. *Ekologiya of the Carpathian region: Collection of sciences*. Ivano-Frankivsk: Vydavnistvo Ivano-Frankivskogo Medichnogo Institutu, 97 p. (in Ukrainian).

3. **Бабов К.Д. и др.** Особенности биологического действия минеральных вод разной минерализации: УкрНИИ мед. реабилитации и курортологии. Киев: КИМ, 2009. 60 с.

Babov K.D. et al., 2009. Features of the biological effect of mineral waters of different mineralization: monograph (Ukrainian Research Institute of Medical Rehabilitation and Balneology). Kiev: KIM, 60 p. (in Russian).

4. **Борохова О.А.** Оптимизация санаторно-курортного лечения с использованием минеральной воды «Берёзовская» больных с хронической сердечной недостаточностью: дис. ... канд. мед. наук / Харьк. мед. акад. последиплом. образования. Харьков, 2010. 145 с.

У доступних літературних джерелах було знайдено 22 близьких аналоги гомеопатичних ліків з компонентами хімічного складу мінеральних вод, отриманих в результаті дослідження їх рівноважного стану за допомогою програми GEMs-Selector.

За різними літературними і довідковими джерелами серед гомеопатичних ліків можна знайти практично всі хімічні елементи, присутні у природі, в природних мінеральних водах та в складі організму людини.

Наукові експерименти виявили аномальні фізичні властивості сильно розбавлених розчинів при їх поступовому розведенні, а також важливу роль магнітного поля Землі і зовнішніх електромагнітних полів у набутті особливої структури цих розчинів. Отримані дані мають близькі аналогії як з процесом приготування гомеопатичних ліків – потенціюванням та динамізацією, так і з природними процесами формування мінеральних вод.

Borokhova O.A., 2010. Optimization of sanatorium treatment with the use of mineral water «Berezovskaya» in patients with chronic heart failure: dis. ... cand. medical sci. Kharkov, 145 p. (in Russian).

5. **Власюк П.А.** Современные исследования проблемы микроэлементов и перспективы дальнейшего использования в УССР и МССР. *Микроэлементы в окружающей среде*. Киев: Наук. думка, 1980. С. 5-17.

Vlasyuk P.A., 1980. Modern research of the problem of microelements and prospects for further use in the Ukrainian SSR and MSSR. *Microelements in the environment*. Kiev: Naukova Dumka, p. 5-17 (in Russian).

6. **Габуда С.П.** Связанная вода. Факты и гипотезы. Новосибирск: Наука, 1982. 163 с.

Gabuda S.P., 1982. Constrained water. Facts and hypotheses. Novosibirsk: Nauka, 163 p. (in Russian).

7. **Галль Л.Н., Галль Н.Р.** К вопросу о природе аномальных физико-химических свойств сильноразбавленных водных растворов. *Докл. РАН*. 2015. Т. 461, № 6. С. 673-676.

Gall L.N., Gall N.R., 2015. To the question of the nature of the abnormal physicochemical properties of highly dilute aqueous solutions. *Doklady RAN*, vol. 461, No. 6, p. 673-676 (in Russian).

8. **Жуковский А.П., Ровнов И.В., Петров Л.Н., Сорвин С.В., Вукс Е.М.** Исследование структуры водных растворов метилсульфоксида методом ИК-спектроскопии. *ЖСХ*. 1992. Т. 33, № 4. С. 100-104.

Zhukovsky A.P., Rovnov I.V., Petrov L.N., Sorvin S.V., Vuks E.M., 1992. Investigation of the structure of aqueous solutions of methyl sulfoxide by the IR spectroscopy method. *ZhSH*, vol. 33, № 4, p. 100-104 (in Russian).

9. **Золотарева Т.А., Павлова Е.С., Ручкина А.С., Олешко А.Я., Бахолдина Е.И.** Влияние минеральных вод различного химического состава на организм экспериментальных животных. *Мед. реабилитация, курортология, физиотерапия*. 2004. № 2. С. 24-26.
- Zolotareva T.A., Pavlova E.S., Ruchkina A.S., Oleshko A.Ya., Bakholdina E.I.**, 2004. Influence of mineral waters of different chemical composition on the organism of experimental animals. *Meditsinskaya reabilitatsiya, balneologiya, fisioterapiya*, No. 2, p. 24-26 (in Russian).
10. **Кент Джеймс Тайлер.** Лекции по гомеопатической Materia Medica: в 2 ч. Москва: Гомеопат. медицина, 2006.
- Kent James Tyler**, 2006. Lectures on homeopathic Materia Medica: in 2 pt. Moscow: Homeopathicheskaya meditsina (in Russian).
11. **Кларк Джон Генри.** Словарь практической Materia Medica. Москва: Гомеопат. медицина, 2007. 1685 с.
- Clark John Henry**, 2007. Dictionary of Practical Materia Medica. Moscow: Homeopathicheskaya meditsina, 1685 p. (in Russian).
12. **Коновалов А.И.** Образование наноразмерных молекулярных ансамблей в высококонцентрированных водных растворах. *Вестн. РАН*. 2013. Т. 83, № 12. С. 1076–1082.
- Kononov A.I.**, 2013. Formation of nanosized molecular ensembles in highly dilute aqueous solutions. *Vestnic Rosiyskoy Akademii Nauk*, vol. 83, No. 12, p. 1076-1082 (in Russian).
13. **Корсунский В.И., Наберухин Ю.И.** Микрорегулярное строение водных растворов неэлектролитов. Исследование методом дифракции рентгеновских лучей. *ЖСХ*. 1977. Т. 18. С. 587-603.
- Korsunsky V.I., Naberukhin Yu.I.**, 1977. Microheterogeneous structure of aqueous solutions of non-electrolytes. X-ray diffraction study. *ZhSH*, vol. 18, p. 587-603 (in Russian).
14. **Крайнов С.Р., Шваров Ю.В., Гричук Д.В. и др.** Методы геохимического моделирования и прогнозирования в гидрогеологии. Москва: Недра, 1988. 254 с.
- Craynov S.R., Shvarov Y.V., Grychuk D.V. et al.**, 1988. Methods of geochemical modeling and forecasting in hydrogeology. Moscow: Nedra, 254 p. (in Russian).
15. **Марченко А.О., Соловей А.Б., Лобышев В.И.** Компьютерное моделирование параметрических структур воды. *Биофизика*. 2013. Т. 58, № 2. С. 27-35.
- Marchenko A.O., Solovey A.B., Lobyshev V.I.**, 2013. Computer simulation of parametric water structures. *Biofizika*, vol. 58, No. 2, p. 27-35 (in Russian).
16. **Омельянец Н.И., Набока М.В.** Всасывание воды и ионов в пищевом канале как один из критериев регламентации ее химического состава. *Тез. докл. XIV Всесоюз. конф. по физиологии пищеварения и всасывания*. Тернополь; Львов, 1986. С. 215.
- Omelyanets NI, Naboka M.V.**, 1986. Suction of water and ions in the food canal as one of the criteria for regulating its chemical composition. *Abstracts of the XIV All-Union. Conf. on the physiology of digestion and suction*. Ternopol; Lvov, p. 215 (in Russian).
17. **Рыжкина И.С., Киселева Ю.В., Муртазина Л.И.** Действие внешнего электромагнитного поля – условие образования наноассоциатов в высококонцентрированных водных растворах. *Докл. РАН*. 2011. Т. 440, № 6. С. 778-781.
- Ryzhkina I.S., Kiseleva Yu.V., Murtazina L.I.**, 2011. The action of an external electromagnetic field is a condition for the formation of nanoassociates in highly dilute aqueous solutions. *Doklady RAN*, vol. 440, No. 6, p. 778-781 (in Russian).
18. **Рыжкина И.С., Киселева Ю.В., Муртазина Л.И., Коновалов А.И.** Эффект ультранизких концентраций и электромагнитных полей. *Докл. РАН*. 2012. Т. 446, № 3. С. 303-307.
- Ryzhkina I.S., Kiseleva Yu.V., Murtazina L.I., Kononov A.I.**, 2012. The effect of ultra-low concentrations and electromagnetic fields. *Doklady RAN*, vol. 446, No. 3, p. 303-307 (in Russian).
19. **Тайлер Маргарет Люси.** Портреты гомеопатических лекарств: в 2 ч.: Дмитриев В.К. (ред.). Люберцы: ПИК ВИНТИ, 2006. Ч. 1. 592 с.
- Tyler Margaret Lucy**, 2006. Portraits of homeopathic medicines: in 2 pt. (Ed. Dmitriev V.K.). Lyubertsy: PIC VINITI, pt. 1, 592 p. (in Russian).
20. **Тихонов А.И., Тихонова С.А., Ярных Т.Г., Соболева В.А. и др.** Основы гомеопатической фармацеи: Учеб. для студентов фармац. спец. вузов. Харьков: Изд-во НФаУ; Золотые страницы, 2002. 574 с.
- Tikhonov A.I., Tikhonova S.A., Yarnykh T.G., Soboleva V.A. et al.**, 2002. Fundamentals of Homeopathic Pharmacy: A Textbook for Stud. of Pharm. Special. of Higher Educ. Instit. Harkhov: Izdatelstvo NFaU; Zolotyie stranitsy, 574 p. (in Russian).
21. **Узьева Н.Ф.** Гигиеническое значение длительного поступления в организм воды с различной степенью минерализации в проблеме нормирования ее состава: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Киев, 1981. 23 с.
- Uzhva N.F.**, 1981. Hygienic value of the long-term intake of water with different degrees of mineralization in the problem of rationing its composition: Author's abstract dis. ... cand. medical. sci. Kyiv, 23 p. (in Russian).
22. **Фадеева В.К.** Влияние питьевой воды с различным содержанием хлоридов на организм экспериментальных животных. *Гигиена и санитария*. 1971. № 6. С. 11-15.

- Fadeeva V.K.**, 1971. Influence of drinking water with different content of chlorides on the organism of experimental animals. *Higiiena i Sanitaria*, № 6, p. 11-15 (in Russian).
23. **Фаррингтон Эрнст А.** Гомеопатическая клиническая фармакология. Москва: Колос, 1992. 600 с.
- Farrington Ernst A.**, 1992. Homeopathic clinical pharmacology. Moscow: Kolos, 600 p. (in Russian).
24. **Федяева С.І.** Ефективність диференційованого застосування мінеральної води «Нафтуса» на курорті у хворих на функціональну диспепсію: автореф. дис. ... канд. мед. наук / УкрНДІ мед. реабілітації та курортології. Одеса, 2011. 21 с.
- Fedyayeva S.I.**, 2011. Efficiency of the differentiated application of mineral water of «Naphtusya» for patients with functional dyspepsia at a resort: author's abstract dis.... cand. medical. sci. Odessa, 21 p. (in Ukrainian).
25. **Френкель Л.Д.** Гомеопатическое лекарствоведение: Справоч. руководство. Харьков: Эмуш; Велес, 1993. 584 с.
- Frankel L.D.**, 1993. Homeopathic Pharmacology: A Reference Guide. Kharkiv: Emush; Veles, 584 p. (in Russian).
26. **Цанко В.В.** Гигиеническая характеристика бучакского водоносного горизонта в пределах Днепровско-Донецкой впадины, ее использование и санитарная защита: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Киев, 1960. 13 с.
- Tsapko V.V.**, 1960. Hygienic characteristics of the Buchak aquifer within the Dnieper-Donets basin, its use and sanitary protection: author's abstract dis. ... cand. medical. sci. Kyiv, 13 p. (in Russian).
27. **Цанко В.В., Купыров В.Н., Власова Л.П.** Влияние различных концентраций микроэлементов группы галогенов, содержащихся в питьевой воде на системы органов животных. *Охрана внеш. среды населен. мест*: Тез. докл. Респ. науч. конф. Киев, 1974. С. 104-107.
- Tsapko V.V., Kupyrov V.N., Vlasova L.P.**, 1974. Influence of different concentrations of trace elements of the group of halogens contained in drinking water on animal organ systems. *Protection of the external environment of populated areas*: The theses of the report of the Republican scientific conference. Kyiv, p. 104-107 (in Russian).
28. **Шестопалов В.М., Моисеева Н.П., Ищенко А.П., Кондратов Е.И. и др.** Лечебные минеральные воды типа «Нафтуса» Украинских Карпат и Подолья. Киев; Черновцы: Букрек, 2013. 508 с.
- Shestopalov V.M., Moiseeva N.P., Ischenko A.P., Kondratov E.I. et al.**, 2013. Healing mineral waters of the «Naftusya» type of the Ukrainian Carpathians and Podillia: monograph. Kyiv; Chernivtsi: Bukrek, 2013. 508 p. (in Russian).
29. **Шестопалов В.М., Моисеева Н.П., Моисеев А.Ю., Лесюк Г.В.** Особенности химического состава проявив питных минеральных вод Прикарпаття. *Геол. журн.* 2011. № 2 (335). С. 81-89.
- Shestopalov V.M., Moiseeva N.P., Moiseev A.Yu., Lesyuk G.V.**, 2011. Features of chemical composition of drinking mineral waters occurrence of the region. *Geologichnyy Zhurnal*, № 2 (335), p. 81-89 (in Ukrainian).
30. **Шестопалов В., Моисеева Н., Моисеев А.** Оцінювання бальнеологічно активних концентрацій мікроелементів у мінеральних водах. *Вісн. НАН України.* 2008. № 7. С. 22-29.
- Shestopalov V., Moiseyeva N., Moiseyev A.**, 2008. Evaluation balneological active concentrations of microelements in mineral waters. *Visnyk NAN Ukrayiny*, № 7, p. 22-29 (in Ukrainian).
31. **Шестопалов В.М., Негода Г.М., Моисеева Н.П. та ін.** Формування мінеральних вод України. Київ: Наук. думка, 2009. 311 с.
- Shestopalov V.M., Negoda G.N., Moiseeva N.P. et al.**, 2009. Forming of mineral waters of Ukraine. Kyiv: Naukova Dumka, 311 p. (in Ukrainian).
32. **Шестопалов В.М., Негода Г.Н., Овчиннікова Н.Б. и др.** Классификация минеральных вод Украины: Киев: Макком, 2003. 121 с.
- Shestopalov V.M., Negoda G.N., Ovchinnikova N.B. et al.**, 2003. Classification of mineral waters of Ukraine. Kyiv: MacCom, 121 p. (in Russian).
33. **Шестопалов В.М., Пономаренко О.М., Моисеев А.Ю., Самчук А.І., Моисеева Н.П., Попенко Е.С.** Селен у природних мінеральних водах західних регіонів України. *Мінерал. журн.* 2011. Т. 33, № 2. С. 89-95.
- Shestopalov V.M., Ponomarenko O.M., Moiseyev A.Yu., Samchuk A.I., Moiseeva N.P., Popenko E.S.**, 2011. Selenium in the natural mineral waters of the western part of Ukraine. *Mineralogichnyi Zhurnal*, vol. 33, № 2, p. 89-95 (in Ukrainian).
34. **Шестопалов В.М., Синицин М.І., Єлкін В.О., Моисеева Н.П., Моисеев А.Ю., Бецький О.В.** Про структуру мінеральних вод. *Геол. журн.* 2012. № 1 (338). С. 78-90.
- Shestopalov V.M., Sinitsyn N.I., Yelkin V.A., Moiseeva N. P., Moiseyev A. Yu., Byetskyy O.V.**, 2012. About the structure of mineral waters. *Geologichnyy Zhurnal*, № 1 (338), p. 78-90 (in Ukrainian).
35. **Davydov A.S.** Solitons in One-Dimensional Chains. *Phys. status solidi (b)*. 1976. Vol. 75. P. 735-742.
- Davydov A.S.**, 1976. Solitons in One-Dimensional Chains. *Phys. status solidi (b)*, vol. 75, p. 735-742 (in English).

Стаття надійшла
05.04.2017

Гіпотези. Дискусії. Рецензії

УДК 551.3

ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ ГРАНІТНОГО ШАРУ ПЛАНЕТИ (МАСОВОГО ГРАНІТОУТВОРЕННЯ) У СВІТЛІ СЕЙСМОТОМОГРАФІЧНИХ ДАНИХ

В.В. Шевчук

(Рекомендовано д-ром геол.-мінерал. наук С.Г. Кривдіком)

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННІ «Інститут геології», Київ, Україна,
E-mail: svgeol@yandex.ua*

Доктор геолого-мінералогічних наук, професор, професор кафедри загальної та історичної геології.

Комплексна проблема формування гранітного шару Землі певним чином відображає глобальну еволюцію планети, її речовинну диференціацію, формування ядра, літосфери та зовнішніх оболонок. Усе більш досконалі сейсмотомографічні дослідження, які суттєво конкретизують будову глибинних геосфер та візуалізують зв'язки між ними, дають нові імпульси для пошуків нових вирішень ряду давніх проблем, зокрема «проблеми гранітів». Аналіз еволюції уявлень про гранітоутворення та формування гранітного шару, що формувались як у рамках геосинклінально-платформної, так і плитотектонічної концепцій, на новій сейсмотомографічній основі дозволяє виділення двох відносно незалежних різнорівневих флюїдно-магматичних систем: базальтоїдної (тектоносферної) і гранітоїдної (наскрізномантіїно-тектоносферної) та запропонувати схему-модель формування і розвитку значною мірою гіпотетичної гранітоїдної флюїдно-магматичної системи. Модель передбачає формування на межі «ядро – мантія» критичних за масштабами і тисками термофлюїдних скупчень із стійкою кремній-лужною хімічною спеціалізацією – результатом диференціації у рідкому середовищі та послідовне їх проникнення до верхніх рівнів планети, де в силу відповідних p, t -умов можливе формування кварц-польовошпатових мінеральних асоціацій (гранітоутворення). Ареали гранітоутворення на верхньокоровому рівні визначаються не окремими тектонічними режимами чи геодинамічними обстановками, а масштабами глибинних термофлюїдних аномалій, які опосередковано пов'язані із формуванням тектоносферних базальтоїдних флюїдно-магматичних систем і трансформуються коровими структурами. Гранітоутворення здійснюється шляхом взаємодії гранітизуючих флюїдів із базальтоїдними розплавами різних рівнів зародження та з твердим верхньокоровим субстратом різного віку та походження. Таким чином формуються метаматматичні, гібридні, строкаті за складом, з переважанням порфіроподібних, часом рапаківіподібних граніти, тіла яких несуть ознаки алохтонного залягання, та автохтонні палінгенно-метасоматичні мігматити і гранітоїди, становлення яких супроводжується специфічним коровим тектогенезом. Дискретні процеси масового гранітоутворення можуть частково збігатися із тектоносферними базальтоїдними флюїдно-магматичними системами, які мають переважно перманентний розвиток.

Ключові слова: гранітоутворення, тектоносфера, сейсмотомографія, флюїдно-магматичні системи.

PROBLEMS OF THE EARTH GRANITE LAYER FORMATION (MASS GRANITE FORMATION) BASED ON SEISMIC TOMOGRAPHY

V.V. Shevchuk

(Recommended by doctor geological-mineralogical sciences S.G. Kryvdik)

*Taras Shevchenko National University of Kyiv, Institute of Geology, Kyiv, Ukraine, E-mail: svgeol@yandex.ua
Doctor of geological-mineralogical sciences, professor, professor of Department of General and Historical Geology.*

Complex problem of granite layer formation of the Earth reflects some extent global evolution of the planet, its substantial differentiation, formation of core, lithosphere and outer shells. Increasingly perfect seismotomographic investigations essentially concretizing structure of deep geospheres and visualizing connections between it, give new impulses for search of new solutions for a range of age-old challenges, in particular “challenge of granites”. Evolution analysis of ideas about granite deposits and formation of granite layer, which was formed both within geosynclinal platform and plate tectonic concepts on a new seismotomographic basis allows to distinguish two

© В.В. Шевчук, 2017

relatively independent fluid magmatic systems of various levels: basaltoid (tectonospheric) and granitoid (mantle to the core and tectonospheric) and to propose a model scheme for formation and development of hypothetical granitoid fluid magmatic system to a significant extent. The model foresees formation of thermo-fluid conglomerations critical in scale and pressures on the edge core-mantle, with stable silicon alkaline chemical specialization – the result of differentiation in the rear medium and its consecutive penetration to the upper levels of the planet, where formation of quartzo-feldspathic mineral associations (granite formation) is possible due to the appropriate RT-conditions. Geographical ranges of granite formation at the upper crustal level are determined not with separate tectonic modes or geodynamical atmospheres but scales of deep thermofluid anomalies which are indirectly connected with formation of tectonospheric basaltoid fluid magmatic systems and transformed with crustal structures. Granite is formed by granitizing fluid interaction with basaltoid melts of different generation levels and with solid upper crustal substrate of different age and origin. In this way metamagmatic, hybrid, diverse in composition, with prevailing porphyro-granitic sometimes rapakivi granites, whereof bodies have signs of allochthonic deposits, and autochthonous palingenic and metasomatic migmatites and granitoids, whereof establishing is accompanied with specific crustal tectogenesis. Discrete processes of mass granite formation can be partially combined with tectonospheric basaltoid fluid magmatic systems having predominantly permanent development.

Key words: granite formation, tectonosphere, seismic tomography, fluid magmatic systems.

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ГРАНИТНОГО СЛОЯ ПЛАНЕТЫ (МАССОВОГО ГРАНИТООБРАЗОВАНИЯ) В СВЕТЕ СЕЙСМОТОМОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ

В.В. Шевчук

(Рекомендовано д-ром геол.-минерал. наук С.Г. Кривдиком)

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, УНИ «Институт геологии», Киев, Украина, E-mail; svgeol@yandex.ua

Доктор геолого-минералогических наук, профессор, профессор кафедры общей и исторической геологии.

Комплексная проблема формирования гранитного слоя Земли определенным образом отражает глобальную эволюцию планеты, ее вещественную дифференциацию, формирование ядра, литосферы и внешних оболочек. Все более совершенные сейсмотомографические исследования, существенно конкретизирующие строение глубинных геосфер и визуализирующие связи между ними, предоставляют новые импульсы для поисков новых решений ряда давних проблем, в частности «проблемы гранитов». Анализ эволюции представлений о гранитообразовании и формировании гранитного слоя, которые формировались в рамках как геосинклинально-платформенной, так и плитотектонической концепций, на новой сейсмотомографической основе позволяет выделить две относительно независимые разноуровневые флюидно-магматические системы: базальтоидную (тектоносферную) и гранитоидную (сквозьмантийно-тектоносферную) и предложить схему-модель формирования и развития в большей мере гипотетической гранитоидной флюидно-магматической системы. Модель предусматривает формирование на границе «ядро–мантия» критических по масштабам и давлениям термофлюидных скоплений с устойчивой кремний-щелочной химической специализацией – результатом дифференциации в жидкой среде и последовательное их проникновение к верхним уровням планеты, где в силу соответствующих p, t -условий возможно формирование кварц-полевошпатовых минеральных ассоциаций (гранитообразование). Ареалы гранитообразования на верхнекоровом уровне определяются не отдельными тектоническими режимами или геодинамическими обстановками, а масштабами глубинных термофлюидных аномалий, которые опосредованно связаны с формированием тектоносферных базальтоидных флюидно-магматических систем и трансформируются коровыми структурами. Гранитообразование осуществляется путем взаимодействия гранитизирующих флюидов с базальтоидными расплавами различных уровней зарождения и с твердым верхнекоровым субстратом разного возраста и происхождения. Таким образом формируются метамагматические, гибридные, пестрые, с преобладанием порфириовидных, временами рапакививидных граниты, тела которых имеют признаки аллохтонного залегания, или автохтонные палингенно-метасоматические мигматиты и гранитоиды, становление которых сопровождается специфическим коровым тектогенезом. Дискретные процессы массового гранитообразования могут частично совмещаться с тектоносферными базальтоидными флюидно-магматическими системами, имеющими преимущественно перманентное развитие.

Ключевые слова: гранитообразование, тектоносфера, сейсмотомография, флюидно-магматические системы.

Вступ та постановка проблеми

Серед давніх проблем геології особливе місце посідає так звана проблема граніту, яка дискутується вже понад два століття. Головна її особливість полягає у комплексному характері, оскільки за питанням власне походження граніту як типу гірської породи криється низка інших питань фундаментального рівня, таких як походження гранітного шару планети, диференціації земної речовини, формування геосфер та взаємозв'язків між ними, взаємообумовленості речовинних і деформаційних процесів та ін., які досі не мають однозначного тлумачення. У цій проблемі петрогенетичний аспект тісно пов'язується із геодинамічним або тектонічним аспектом, тому підходи до вирішення загальної проблеми змінювались із зміною пануючих геотектонічних концепцій. Кожна така зміна, а також поява принципово нових технологій, методів та засобів геологічних досліджень стимулювали інтерес до проблеми граніту і сприяли усе більш глибокому розумінню складних природних явищ. Останнім часом дискусія щодо питань гранітоутворення поновлена, зважаючи на бурхливий розвиток сейсмотомографічних досліджень, які дозволили у певному сенсі «візуалізувати» взаємозв'язки між усіма геосферами планети і у такий спосіб розширити можливості аналізу базових моделей гранітоїдного петрогенезису та континентального короутворення, які у деяких аспектах досі зберігають гіпотетичний характер.

Розвиток уявлень про тектонічні режими і геодинамічні умови гранітоутворення

Зміна геосинклінально-платформної («фіксистської») парадигми мобілістичною плитотектонічною, надзвичайно важлива для розуміння літосферного тектогенезу, мало що змінила в уявленнях про формування геосфер планети, взаємозв'язки між ними, умови і механізми диференціації земної речовини. Ряд значущих проблем глобального характеру, означених в рамках старої концепції, не вирішувалися самі по собі і не зникли. Відійшовши на певний час на другий план перед необхідністю переосмислення потоку нових фактів і розробки розгалуженої системи плейтектонічних напрямів, вони знову опинилися в центрі уваги багатьох дослідників. Одним із таких проблемних питань залишається питання про ендегенну активність Землі, зокрема про змінний у часі і просторі процес формування гранітного шару планети.

Тривалий час у геології панували уявлення про незворотність процесів переходу від геосинкліналі та епігеосинклінального орогену до континентальної платформи, яка вважалась кінцевим членом еволюційного ряду, причому потужне гранітоутворення сприймалося органічною частиною цього процесу [Обуэн, 1967]. Разом з тим вже починаючи із 20-х років минулого століття значною мірою завдячуючи працям В.А. Обручева, Е. Аргана, Г.Ф. Мірчинка, Є.В. Павловського окреслювалися уявлення про перетворення платформ у орогенні пояси брилової будови, порівнянні за розміром та значенням з геосинкліналями і платформами. Для таких утворень у працях М.І. Ніколаєва та М.П. Хераскова була запропонована назва «орогенічні зони та області», з розподілом на епіплатформні та епігеосинклінальні. Ці терміни були сприйняті О.Л. Яншиним і В.Ю. Хаїним, з роботами яких пов'язане широке розповсюдження поняття «епіплатформний орогенез», з яким асоціюють дива-структури Чень-Гоода, епігонали Ю.В. Комарова і П.М. Хренова, кіматогенез Л. Кінга та ін.

Найбільшого застосування набув термін «тектоно-магматична активізація» (ТМА). В цілому, області ТМА відзначаються інтенсивними диференційованими рухами великих блоків континентальної літосфери з відродженням існуючих та формуванням нових глибинно-розломних систем, слабконтрастним ареальним гороутворенням, що супроводжується компенсаційними западинами з моласоїдним виповненням, строкатим вулканізмом, потужним гранітоїдним інтрузивним магматизмом і плутонометаморфізмом з різноманітними типами рудної мінералізації. Процеси ТМА, судячи з різновікових їх проявів і перш за все мезозойських, досліджених на сході Азії та у західних частинах Північної та Південної Америки, де вони виявилися накладеними на древні Сибірську, Китайську, Північно- та Південно-Американську платформи, а також байкальські, каледонські, герцинські та кімерійські складчасті зони із раніше сформованою континентальною корою, мають тенденцію до поясового розвитку [Нагибина и др., 1975; Нагибина, 1988; Мезозойская..., 1983; Структурна..., 1991; Хаин, 1971; Шевчук, 1997].

У зв'язку з масовим гранітоутворенням в областях ТМА тривалий час дискутується питання про співвідношення епігеосинклінального та епіплатформного (пов'язаного з ТМА) орогенезу.

В рамках геосинклінально-платформної концепції висловлювались різні, часом протилежні припущення. Розглядаючи випадки встановлення платформних режимів після геосинклінальних, минаючи орогенну стадію, та випадки незгідного характеру орогенних структур щодо геосинклінальних, В.В. Белоусов доводив повну незалежність орогенного режиму від геосинклінального. Найчастіше ж такі прояви орогенезу розділяли, орієнтуючись перш за все на співвідношення в часі геосинклінального й орогенного процесів.

З позицій концепції тектоніки літосферних плит проблема орогенезу та пов'язаного з ним гранітоутворенням вирішена лише частково. Схема стадійності розвитку океанічних басейнів Дж. Т. Вільсона, яка демонструє динамо-кінематичні умови розвитку рухливих поясів планети від утворення глибоководних басейнів з корою океанічного типу до формування складчасто-покривних орогенів із корою континентального типу, не вичерпує всього різноманіття орогенних структур за стилем свого розвитку навіть в межах складчастих (геосинклінальних) поясів, міжконтинентальних чи окраїнно-континентальних. Що ж до орогенезу внутрішньоплитного, ареали якого можуть бути просторово не пов'язаними із складчастими поясами відповідного віку, то вони, як і раніше, залишаються без прийнятних тлумачень [Хаин, 2003]. Намагання і їх пояснити колізійними процесами, як і генетичне ув'язування з пізніми стадіями розвитку акреційних і власне колізійних орогенів амфіболітового метаморфізму та гранітоїдного батолітоутворення, не є переконливим. Адже масове гранітоутворення характерне далеко не для усіх колізійних орогенів, воно встановлене і поза межами колізійних зон. Отже, гранітоутворення одного й того ж етапу відзначається в областях з різними тектонічними режимами (геодинамічними обстановками), як це, зокрема, однозначно встановлено на прикладі мезозойської ТМА в межах Східної Азії.

Дискретність процесів гранітоутворення

Важливим є аналіз інтенсивності ТМА в часі. На фоні тектонічних і магматичних проявів перманентних ендегенних (диференціаційних) процесів, для яких доведено певну незворотність та спад активності від раннього докембрію до сьогодення, давно доведено існування декількох аномальних спалахів активності, проявленої

передусім потужним гранітоутворенням, з якими пов'язують формування гранітоїдного шару континентальної кори, формування і глибокі перетворення зовнішніх оболонок планети атмосфери та гідросфери. Саме такі спалахи ендегенної активності планети класифікуються проявами ТМА [Нагибина и др., 1975]. За багатьма даними, до найпотужніших етапів ТМА відносять палеоархейський (плагіогранітизація і формування протоконтинентальної кори), палеопротерозойський (двопольовошпатово гранітизація і формування зрілої континентальної кори) та пізньомезозойський (двопольовошпатово гранітизація та нарощування гранітоїдного шару головно в межах Східної Азії, Північної та Південної Америки). Тривалість цих етапів порівняна і орієнтовно оцінюється в межах 100-300 млн років. Труднощі з уточненням просторово-часових параметрів пов'язані не лише із міграцією в просторі і перманентно-імпульсним характером магматичних проявів, а й із проблемами палеотектонічних реконструкцій кінематики літосферних плит на різних етапах розвитку планети. Особливе значення в цьому плані має пізньомезозойська ТМА, на прикладі якої у відносно неспотвореному плитотектонічному взаємодію вигляді можна бачити ареально-поясове розповсюдження тектоно-магматичних процесів, насамперед процесів гранітоутворення, а також достатньо виразну їх полярність. Менш масштабними і виразними, частково завдяки саме складнощам палеокінематичних реконструкцій, виглядає пізньопалеозойський етап (двопольовошпатово гранітоутворення), прояви якого фіксуються в межах Європи та деякі інші локальні прояви.

До проблеми походження гранітів

Проблема походження гранітів неодноразово декларувалась остаточно вирішеною, хоча й досі немає навіть однозначного визначення граніту. Добре відомі намагання обмежитись виключно магматичними утвореннями, однак при цьому залишались осторонь значні об'єми гранітоїдів не магматичного походження, до того ж еволюція та кристалізація природних розплавів виявились залежними від багатьох факторів і значно складнішими, ніж це уявлялось на підставі лабораторних моделей із закритими системами.

Тривалий пошук єдиного (головного) механізму гранітоїдного петрогенезису позначився аргументацією ряду можливих шляхів форму-

вання порід гранітоїдного складу, серед яких такі, що не мають значного поширення у природі. Усі вони давно окреслені завдяки емпіричним, теоретичним і експериментальним дослідженням, але продовжують дискутуватись, що простежується, зокрема, в оглядових роботах різних років [Боуэн, 1950; Половинкина, 1957; Жариков, 1987; Соболев, 1992; Хаин, 2003 та ін.].

Передусім йдеться про диференціацію силікатних розплавів. Перспективними вважаються магматична, кристалізаційна, гравітаційна, кінематична, ліквідаційна, гідротермальна, кислотнолужна, анатектична та інші диференціації. Для набуття розплавами необхідного складу припускаються асиміляція, контамінація, гібридизація та флюїдно-магматична взаємодії. Для перетворення твердих субстратів у гранітоїди задіюються механізми метасоматозу (дифузійного та інфільтраційного), інтрасоматозу, анатексису, селективного та часткового плавлення, палінгенезу. Сукупно процеси гранітоутворення позначають поняттями мігматизація та гранітизація, розрізняючи метасоматичну, палінгенно-метасоматичну, інфільтраційно-анатектичну та гідротермальну гранітизації, магматичне заміщення та плутонометаморфізм.

Щодо зв'язку гранітоутворення з тектонічними режимами, геодинамічними обстановками та глибинними рівнями Землі, то граніти поділялись на геосинклінальні, ранньоорогенні, пізньоорогенні та анорогенні [Rogers, Greenberg, 1990], а також островодужні, колізійні, постколізійні, внутрішньоплитні і т. п. Після запропонованого Б.У. Чепелем і А. Дж. Р. Уайтом розподілом гранітів на I- та S-типи, тобто на мантіїні і корові [Chappell, White, 1974], до них додалися анорогенні А-граніти, М-граніти, Н-граніти та ін. Намагаючись раціоналізувати таку класифікацію, що стихійно склалася, В.Ю. Хаїн виділив три категорії гранітів з поділом на групи за геодинамічними обстановками: мантіїні (MS, MP, MI), мантіїно-корові (MCS, MCP, MCR) та корові граніти [Хаин, 2003]. Останнім часом широко обговорюються схеми типізації гранітів за речовинним складом і геодинамічними обстановками формування. Популярною, зокрема, є еkleктична класифікація Б. Барбарена, який виділив шість типів гранітоїдів: MPG – мусковіт-вмісні пералюмінієві, SPG – кордієритвмісні пералюмінієві, KCG – багаті калієм вапняково-лужні, ACG – амфіболові вапняково-лужні, ATG – островодужні толеїтові, RTG – серединно-

океанічні толеїтові, PAG – ультралужні і лужні гранітоїди [Barbarin, 1999]. Уявлення про флюїдні режими гранітоутворення також досі дуже різні – від відстоювання сухих умов до принципової неможливості формування гранітів у безводних умовах та одночасності формування гранітного шару планети та гідросфери [Whitney, 1988]. Проблему простору при батолітоутворенні намагаються вирішити, припускаючи механізми заміщення, обвалювання покрівлі, діапїризму, роздування, проникнення по розломах різного кінематичного змісту, зокрема у зв'язку з обстановкою розтягу [Atherton, 1994].

Навіть такий, далеко не повний перелік існуючих термінів і понять, класифікацій речовинних систем і механізмів петрогенезису, частина з яких у змістовному сенсі перебиваються, відображає багатофакторність процесів і різноманіття шляхів формування порід кислого складу. Такий стан може свідчити ще й про те, що процеси масового гранітоутворення не є функцією якогось одного тектонічного режиму чи геодинамічної обстановки, а є відносно незалежними щодо них. У зв'язку з цим виникає необхідність якомога більш чіткого розмежування принципово різних процесів (механізмів) і визначення головних, таких, що забезпечують масове гранітоутворення та формування гранітного шару, тобто континентального типу земної кори.

Саме тривале протистояння між магматистами і метасоматистами-трансформістами і відображає такі головні механізми. Справді, значні об'єми гранітоїдних порід мають усі ознаки магматичного походження, хоча й не знаходять пояснення з позиції еволюції окремо взятого силікатного розплаву будь-якого складу. Не менш значні об'єми континентальної кори складені гранітоїдами, що не мають відношення до власне магматичних порід. До того ж агрегатний стан однієї й тієї ж речовини гранітоїдного складу може змінюватись під впливом умов петрогенезису.

Спроби довести пріоритетність магматичного походження гранітів шляхом диференціації первинної базальтової магми зумовили ретельний аналіз зон спредингу і зон субдукції (острівних дуг). Однак, як зазначає В.Ю. Хаїн, «частка плагіогранітів серед утворень океанічної кори і офіолітів, що їм відповідають, вкрай невелика, і саме тому можливість формування основної маси протоконтинентальної кори безпосередньо

за рахунок часткового плавлення мантії нині відкидається» (Пер. наш. – В.Ш.) [Хаин, 2003, с. 121].

Вирішення проблеми, на наш погляд, слід шукати не у протиставленні давно означених двох шляхів масового гранітоутворення, а у пошуках спільних ознак і об'єднуючих факторів. Адже вже доведено, що гранітоїди обох типів формуються виключно на верхньокоровому рівні планети, складають лінзоподібні субгоризонтальні тіла, які сумарно формують лінзоподібний гранітний шар. Не менш очевидним також є і те, що останній не міг утворитись без транспортування на рівень континентального короутворення значних мас кремнезему і лугів та епізодичного формування на верхньокоровому рівні особливих гранітоутворюючих флюїдно-магматичних систем. На прикладі Східно-Азійського орогенного поясу, зокрема Східно-Забайкальської області мезозойської гранітоїдної ТМА, конкретизовано домінування в межах гранітного шару планети двох принципово різних петролого-генетичних типів гранітоїдів: автохтонних, палінгенно-метасоматичних та алохтонних, метамагматичних, а також формування тих та інших у аргументованих Д.С. Коржинським відкритих системах із цілком рухливими компонентами, за участі глибинних флюїдів відповідної геохімічної спеціалізації [Шевчук, 1990, 2003].

Виходячи з таких позицій, питання про глибинність гранітів того чи іншого петрогенетичного типу не може мати однозначної відповіді (наприклад, мантійні чи корові), оскільки слід розрізняти глибинність твердопородного субстрату автохтонних та параавтохтонних гранітоїдів, глибинність базових розплавів – своєрідного субстрату для флюїдно-магматичної взаємодії, глибинність флюїдів особливої геохімічної спеціалізації – регуляторів p , t і фізико-хімічних умов петрогенезису і, нарешті, глибину власне гранітоутворення.

Практично однозначно вирішується лише питання про глибинність формування гранітоїдних мас (тіл), оскільки вони фіксуються лише в межах верхньої кори. Однак глибина зародження гранітизуючих термофлюїдних потоків достеменно не відома. У різні часи вони вважались підкоровими, верхньомантійними, астеносферними або нижньомантійними. Останнім часом усе більше даних дозволяє припускати зародження таких потоків на межі «ядро–мантія» у зв'язку з відокремленням летких компонентів –

продуктів диференціації земної речовини у рідкому верхньому ядрі. Так чи інакше, флюїдні потоки диференціюються за міграційною здатністю компонентів. Вони, судячи із особливостей різновікових гранітоїдів, при загальній кремній-лужній спеціалізації спрямовано і незворотно змінювали свій геохімічний профіль від суттєво кремнієвого до натрій-кремнієвого (рубіж палео- і мезоархею) і калій-кремнієвого (рубіж неоархею і палеопротерозою), трансформуючись при цьому від переважно вуглекислих до здебільшого водних.

Породні комплекси, що гранітизуються в межах верхньої кори, об'єднують компоненти різної глибинності – від мантійних складових офіолітових асоціацій до верхньокорових осадових утворень. Близький діапазон глибин характерний також для розплавів головно базитового складу, різнорівневі осередки яких утворюються під впливом відповідних геодинамічних та флюїдних режимів. Суміщення у часі і просторі магматичних та флюїдних потоків обумовлює процеси флюїдно-магматичної взаємодії [Коржинський, 1973; Эпельбаум, 1979; Маракушев, 1988] та послідовну зміну хімізму розплаву на шляху міграції, а також гранітоїдне мінералоутворення вже в умовах верхньої кори.

Давня проблема простору при формуванні гранітних батолітів (плутонів, мігматит-плутонів тощо) загострилася після того, як геофізичними засобами було показано плоский, лінзоподібний характер гранітоїдних тіл. Дієвим засобом вирішення цієї проблеми стає усе більш адекватне математичне моделювання геологічних процесів і структур. Зокрема, проведені розрахунки впливу термофлюїдних аномалій на напружено-деформаційні стани корових систем із пружними і пружно-пластичними середовищами [Шевчук, Лихачев, 1996] доводять, що завдяки об'ємним ефектам фазових перетворень термофлюїдні потоки стають важливим силовим чинником корового структуроутворення, здатним створювати аномальні (інверсійні) поля напружень із субвертикальним розташуванням осі мінімального стиснення (розтягу), які, у свою чергу, спричиняють формування сприятливих для гранітоутворення субгоризонтальних зон відносної декомпресії або й розтягу. Інверсійні поля напружень можуть формуватись також у колізійних обстановках, але участь глибинних флюїдів у процесах масового гранітоутворення видається незаперечною.

Проблема дегазації Землі, головні рівні диференціації планети

Проблема дегазації Землі, глибинних флюїдів (іхори, фільтруючі колони, кризьмагматичні розчини, газові струмені, інтрателуричні потоки тощо) і флюїдних режимів дискутується тривалий час [Коржинский, 1972, 1973; Кропоткин, 1980; Маракушев, 1988, 1999; Перчук, 1997; Летников, 2001]. В глобальному плані з флюїдним режимом так чи інакше пов'язують походження та еволюцію зовнішніх оболонок планети, а серед головних аспектів наукового пошуку виділяються питання глибинності джерел флюїдних потоків, способи їх генерації, геохімічні й агрегатні трансформації на шляхах міграції, петрогенетичного значення, енергетичних характеристик тощо.

Давно визнається, що головним рівнем диференціації планети є верхнє ядро. Сепарація первинної речовини Землі на цьому рівні забезпечила формування внутрішнього ядра і зовнішніх оболонок планети. Питання про хімічний склад, механізми та шляхи переміщення до поверхні легких і відносно легких компонентів належать до найбільш дискусійних. Високою є ймовірність того, що міграція різних компонентів має бути різко диференційованою як за швидкістю, так і за шляхами міграції. Перманентною, практично безперешкодною може бути міграція водню та гелію, що підтверджується так званим водневим і гелієвим диханням планети. Комплексні за складом флюїди потребують відповідних умов транспортування. Передусім йдеться про накопичення критичних мас із створенням відповідних тисків. Іншою важливою умовою можна вважати наявність неоднорідностей на межі кори і мантії та створення відносно проникних зон на різних глибинних рівнях мантії або за рахунок твердопластичної конвекції, або локального плавлення в зонах відносної декомпресії, посиленого фізико-хімічним впливом флюїдів. Отже, такі комплексні за складом флюїдні маси, що формуються тривалий час у великих об'ємах, повинні бути достатньо однорідними, витриманими за хімічним складом, а їх потоки дискретними, практично незалежними від тектоносферних процесів.

Більша частина недостатньо потужних проривів зупинятиметься на різних рівнях, вичерпавши енергетичний ресурс, чим і пояснюються сейсмотомографічні особливості нижньої мантії, а наскрізномантіїний характер матимуть лише

найпотужніші, що не виключає можливості виникнення поряд із глобальними ареально-поясовими проявами окремих точкових проривів.

У будь-якому випадку пояснення природи швидкісних аномалій та нестационарного характеру теплового поля мантії повинне базуватись на аналізі якісних і кількісних співвідношень різних форм тепломасопереносу (кондуктивного і конвективного), причому передусім мають враховуватись флюїдоконвективні процеси, які на порядки більш ефективні від твердопластичних. Окрім того, що флюїди завжди виступають потужними регуляторами температур і усебічних тисків, вони мають значний потенціал додаткової теплогенерації внаслідок послідовного окиснення первинно відновних компонентів флюїдної фази. Такі ефекти часто не враховуються при пошуках додаткових джерел ендогенної енергії, здатних до аномально концентрованого прояву і причетних до формування твердопластичних переміщень речовини мантії.

Другий за значенням астеносферний рівень диференціації земної речовини суттєво інший за усіма показниками. Головна його відмінність – порівняно невелика глибина, якої сягають крихко-пластичні літосферні дислокації та, відповідно, декомпресія, що визначає часткове плавлення речовини мантії у локалізованих зонах розтягу. На цьому рівні формуються тектоносферні, близькі до рівноважних флюїдно-магматичні системи, оскільки і розплави, і флюїдна фаза формуються з одного й того ж субстрату. Магматизм зон спредингу, зон субдукції, континентальних і океанічних рифтів доволі витриманий протягом усієї еволюції Землі, і у ньому ніколи не було місця скільки-небудь масштабному гранітоутворенню. Отже, варто аналізувати не лише віртуальні первинні чи родоначальні магми, а передусім різні типи флюїдно-магматичних систем. Серед можливих варіантів таких систем усе більш вірогідними є дві базові: наскрізномантіїно-тектоносферна (гранітоїдна) із підмантіїним зародженням флюїдної складової та власне тектоносферна, базальтоїдна, із формуванням як флюїдної, так і магматичної складових на рівні астеносфери.

Сучасна сейсмотомографія, мантіїні суперплюми

Пошуки причин ТМА здавна спонукали дослідників аналізувати потенціал різних глибинних рівнів планети, усе частіше припускати вирішальне значення головного рівня диференціації первинної речовини Землі – зовнішнього ядра планети.

Дослідження у таких напрямках мали потужний імпульс у зв'язку з розвитком сейсмотомографії, яка дає можливість отримати тривимірну модель кори і мантії у швидкісних характеристиках речовини за даними вивчення поздовжніх, поперечних і поверхневих сейсмічних хвиль і дозволяє простежувати співвідношення між усіма геосферами планети, передусім зовнішнього ядра та земної кори [Anderson, 1982; Dziewonski, 1984; Андерсон, Дзевонский, 1984; Su, Dziewonski, 1997; Davies, Richards, 1992; Hill et al., 1992; Пушаровский, 1998; Ritsema et al., 1999; Меланхолина и др., 2001; Wang, Wen, 2004; Anderson, Natland, 2005; Davies, 2005; Campbell, Kerr, 2007; Romanowicz, 2008 та ін.]. Постійне зростання бази даних сприяє підвищенню детальності сейсмотомографічних моделей та якості їхньої геологічної інтерпретації. Найбільшою детальністю відзначаються моделі земної кори та верхньої мантії, в той час як у структурі середньої і нижньої мантії більш-менш впевнено виділяються лише великі її елементи. Детальнішими стають також моделі будови земного ядра [Yoshida et al., 1996; Lister, Buffett, 1998].

Геологічна інтерпретація даних сейсмотомографії принципово мало чим відрізняється від інтерпретації класичних сейсмічних даних. Тут також можливі різні підходи, різне трактування природи швидкісних аномалій. У геологічній інтерпретації неодмінно відчувається вплив пануючої геотектонічної концепції та дефіцит коректних даних про відображення у геофізичних полях речовини та структури геологічних середовищ. Як раніше, так і тепер приймається, що швидкісні аномалії є інтегральним відображенням різних властивостей геологічних середовищ і можуть бути зумовлені різними причинами. Зазвичай вони інтерпретуються як потоки відносно гарячої та холодної речовини. Разом з тим очевидно є необхідність враховувати мінерало-петрографічні, структурні, деформаційні особливості тощо.

А ргіогі припускається, що перераховані фактори можуть діяти одночасно, однак співвідношення між ними повинні змінюватись на різноглибинних рівнях, у межах різних геосфер через домінування суттєво різних процесів, розбіжності у p , t - і фізико-хімічних умовах. Крім того, наведений перелік факторів не є повним, з нього часто випадає аналіз ролі флюїдної фази як у геологічних процесах, так і у формуванні

сейсмічних аномалій. Одночасно виникають нові питання щодо адекватності моделей, які створюються на основі геологічної інтерпретації сейсмотомографічних даних. Зокрема, сучасні швидкісні аномалії можуть практично однаково відображати різновікові геологічні явища і процеси за їхніми реліктовими проявами (речовинними, реологічними, структурно-текстурними тощо), тому існує небезпека об'єднання в єдину сучасну систему швидкісних неоднорідностей геологічних проявів, різних за природою і віком. Отже, інтерпретація сейсмотомографічних даних повинна враховувати не лише морфологію швидкісних аномалій, але й альтернативні моделі незворотного і дискретного розвитку планети.

Не зупиняючись на відомих результатах сейсмотомографічних досліджень останніх десятиліть, викладених у численних публікаціях, відзначимо лише найголовніші здобутки, що можуть мати безпосереднє відношення до проблем гранітоутворення. Серед головних особливостей розподілу швидкісних неоднорідностей у мантії зазвичай називають дисгармонію будови мантії із контрастними неоднорідностями у верхній і нижній її частинах та суттєво нижчою контрастністю у середній [Пушаровский, 2001]. Іншим очевидним наслідком аналізу розподілу неоднорідностей вважається співставність за інтенсивністю і масштабами радіальних і концентричних неоднорідностей.

Наймасштабніші сейсмотомографічні елементи структури мантії отримали власні назви: апвелінги – трансмантіїні «суперплюми легкого гарячого матеріалу» і компенсуючі даунвелінги «щільних холодних мас». Достатньо очевидним можна вважати також незбіг структурних планів на різних глибинних рівнях мантії. При цьому часто підкреслюється наявність більш-менш чітких зв'язків окремих апвелінгів, що піднімаються від подошви мантії і трансформуються у певний спосіб у середній мантії (1700-2200 км), із гарячими точками і зонами спредингу у верхній мантії і літосфері. Таким же непрямим відображенням на різних глибинних рівнях є сучасні даунвелінги. Намагання безпосередньо прослідкувати їх аж до подошви мантії не виглядає безсумнівним. До того ж, такі тенденції важко узгоджуються із особливостями середньої мантії як відносно консервативного та однорідного шару мантії, що характеризується меншою кількістю і слабшою інтенсивністю проявів

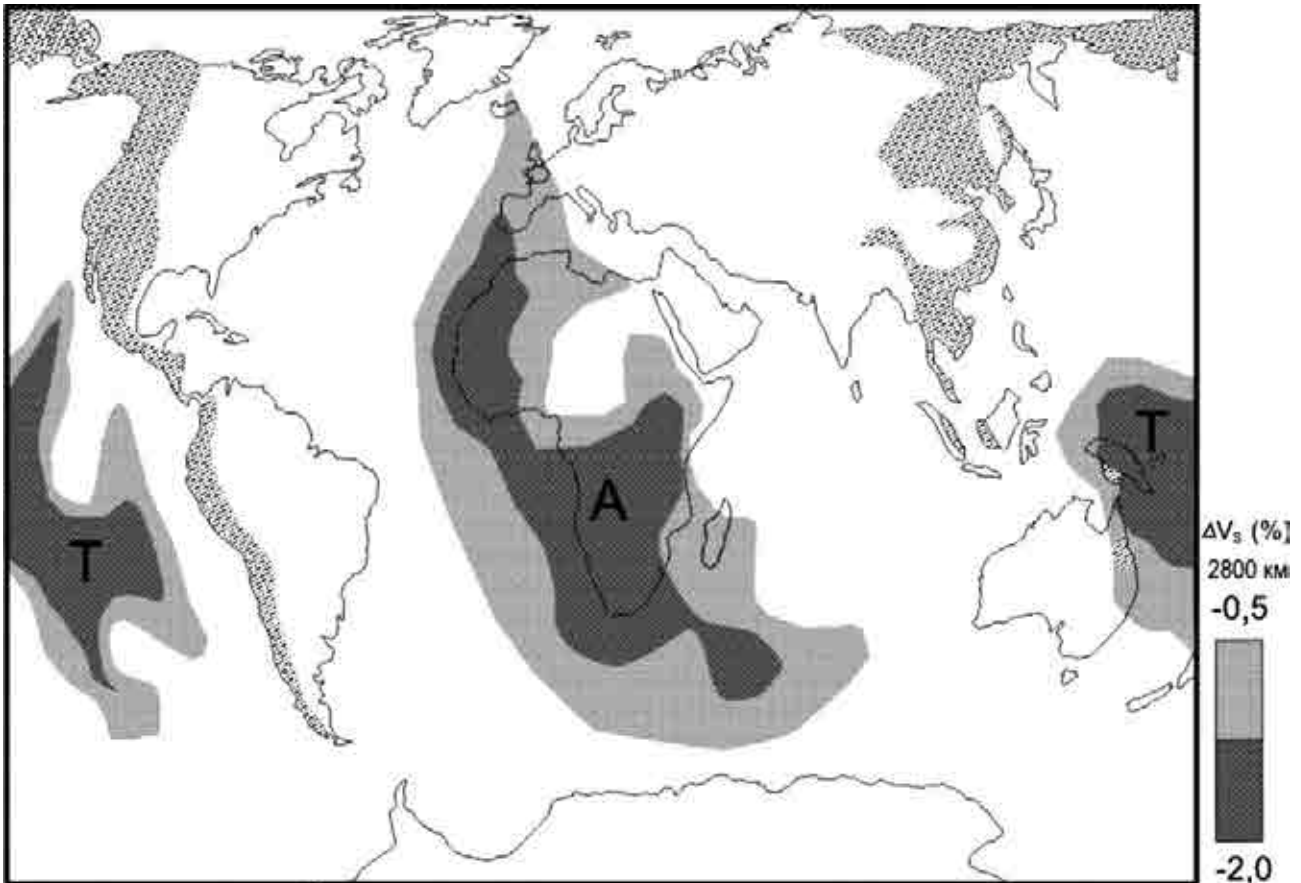


Схема областей мезозойської гранітоїдної активізації (штриховка) та розташування Африканського (А) і Тихоокеанського (Т) суперплюмів

Scheme of regions of Mesozoic granitoid activation (hatching) and locations of African (A) and Pacific (T) superplumes

швидкісних неоднорідностей. Така ситуація породжує уявлення про зміщення мантийних оболонок однієї відносно іншої та висуває на передній план дискусійне питання про причинно-наслідкові співвідношення апвелінгів і даунвелінгів та їх природу, яке досі не має однозначного вирішення.

Суперплюми сприймаються спонтанною нестабільністю теплового граничного шару на межі «ядро–мантия», що є незалежним фактором геодинамічної системи Землі, який може впливати на плитну тектоніку (див. рисунок). Розвиток даунвелінгів може сприяти створенню суперконтинентів, а апвелінгів – їхньому розпаду [Jellinek, Manga, 2004; Li, Zhong, 2009]. Поширеною є також гіпотеза про зародження апвелінгів (наскрізномантийних суперплюмів) завдяки термохімічним скупченням на межі «ядро–мантия» [McNamara, Zhong, 2005; Bull et al., 2009]. Із такими скупченнями пов'язують, зокрема, Африканський і Тихоокеанський суперплюми, встановлені в межах нижньої мантиї [Torsvik et al., 2006].

Поряд із уявленнями про прямий зв'язок суперплюмів та фрагментації літосфери на мобільні плити і певну залежність їх розташування щодо зон субдукції [Anderson, 1982; Burke et al., 2008] висловлюються також думки про відсутність таких зв'язків [Hill et al., 1992]. G.F. Davies, M.A. Richards [Davies, Richards, 1992], зокрема, відстоюють існування окремих плитного і плюмового режимів конвекції мантиї, співвідношення між якими досі не визначені.

Співвідношення в часі і просторі різноглибинних суперплюмів та областей гранітоутворення

Співвідношення між суперплюмами у поширеному розумінні і проявами ТМА на верхньокоровому рівні наочно демонструється, знову ж таки, пізньомезозойською ситуацією. У більшості моделей розвитку Африканського та Тихоокеанського суперплюмів дослідники припускають, що різновікові центри базитового магматизму, які потрапляють у контури сучасних суперплюмів,

відображають їхній наскрізномантійний характер та тривалість існування у дві-три сотні мільйонів років з ростом найвищої активності близько 100 млн років. Зокрема, тривалість максимальної активності Тихоокеанського суперплюму встановлюється в межах від 200-80 млн років [Li, Zhong, 2009]. Практично такий же віковий діапазон характерний для піку гранітоутворення в межах Тихоокеанського орогенного поясу, але просторово області мезозойської ТМА зовсім не збігаються із контурами суперплюмів. Тобто у сучасних моделях розвитку суперплюмів процеси масштабного гранітоутворення в межах областей ТМА не аналізуються, хоча, на наш погляд, незаперечно свідчать про можливість одночасного продукування гранітів і кори континентального типу в умовах ТМА і генерації кори океанічного типу в межах Тихоокеанського суперплюму. Очевидно, що ми маємо справу із суттєво різними магматичними системами глобального масштабу. Відрізнитися вони можуть передусім глибинністю і, відповідно, хімізмом флюїдної фази – визначального фактора розвитку магматичних і метаморфічних систем. Якщо і магми, і флюїдна фаза нині діючих суперплюмів, зон спредингу, зон субдукції (базальти, андезити) мають тектоносферне (астеносферне) закладення, то гранітоїдні ультраметаморфічні і метамагматичні системи, ймовірно, формуються внаслідок взаємодії надглибинних наскрізномантійних флюїдних потоків із тектоносферними розплавами і верхньокоровим твердотільним субстратом. Принаймні, інтерпретаційні геологічні моделі мантійних суперплюмів, що зовсім не враховують дискретних у часі і просторі процесів масового гранітоутворення, не можуть вважатись прийнятними.

Питання генетичних, причинно-наслідкових зв'язків щодо швидких концентрованих флюїдоконвективних потоків у повільну та великоамплітудну твердотільну конвекцію породних мас, перебудови стаціонарних теплових полів на шляху проникнення термофлюїдних аномалій та у сфері впливу твердопластичної конвекції ще чекають свого вирішення.

Висновки

Сформулюємо висновки у вигляді гіпотетичної схеми-моделі зародження та розвитку трансмантійних термофлюїдних потоків, що можуть бути причетними до масового гранітоутворення і формування гранітного шару планети.

1. Диференціаційні процеси в межах головного диференціаційного рівня планети – зовнішнього ядра головним результатом мають нарощування внутрішнього ядра та накопичення легкої фракції, агрегатний стан якої може бути змінним на шляху наскрізномантійної міграції. Форма таких скупчень та їх розподіл на межі «ядро–мантія» визначаються ротаційним режимом планети, нерівностями у підшві мантії та ступенем неоднорідності будови і фізико-хімічних властивостей перехідного шару.

2. Міграційна здатність різних компонентів флюїдних скупчень дуже різна – від практично необмеженої для водню і гелію до можливої лише при умові створення особливих шляхів проникнення та надкритичних тисків комплексних сполук флюїдної фази. Шляхи проникнення зумовлюються динамікою мантійних мас (твердопластичною конвекцією), що формується під впливом термофлюїдних потоків. Таким чином, перманентний потік окремих компонентів має поєднуватись із дискретними у часі «викидами» значних мас флюїдів, здатних викликати відносну декомпресію на рівні зовнішнього ядра.

3. Такі викиди можуть мати точковий (точково-ареальний) і поясовий характер. Висота підняття флюїдних аномалій визначається головним енергетичним потенціалом (об'ємом) флюїдного скупчення (аномалії). Значна частина точкових флюїдних аномалій «затухає» в межах нижньої мантії, зумовлюючи специфічні реологічні її особливості. Найпотужніші точкові аномалії, можливо, здатні проникати крізь усі оболонки планети до її поверхні, з урахуванням відносного зміщення геосфер. Ймовірно, саме такі аномалії відображаються у сейсмотомаграфічних реконструкціях у вигляді трансмантійних суперплюмів, якщо геологічна інтерпретація сейсмотомаграфічних даних достатньо коректна.

4. З розвитком найпотужніших поясових (поясово-ареальних) термофлюїдних аномалій можуть бути пов'язані головні етапи континентального короутворення (потужний тектогенез, плутонометаморфізм, масове гранітоутворення), тобто тектоно-магматична активізація. Сучасний період розвитку Землі відзначається відсутністю таких процесів. Відтак, їх можливий прояв у швидкісних аномаліях достеменно не відомий, що й зумовлює головну складність у використанні сейсмотомаграфічних даних у геологічних реконструкціях.

5. Головна геохімічна особливість гранітизуючих термофлюїдних потоків полягає у привнесенні кремнію і лужних металів, що відображається у петрологічних наслідках їхньої взаємодії із твердим верхньокоровим субстратом та різнорівневими розплавами. Вона відмежовує їх від інших флюїдних та флюїдно-магматичних систем, зокрема тектоносферних, які, зароджуючись на астеносферному рівні, функціонують перманентно протягом усього часу існування континентальної літосфери і спричиняються до океанічного коротворення.

6. Витриманість хімічних особливостей наскрізномантії термофлюїдних потоків чітко проявляється на верхньокоровому рівні, де завдяки сприятливим p , t -умовам відбувається зв'язування принесених флюїдами лугів

і кремнезему у структурах кварцу та польових шпатів з формуванням строкатої у багатьох відношеннях гама порід гранітоїдного складу. Взаємодія флюїдів з твердим верхньокоровим субстратом та з різнорівневими суттєво базитовими розплавами зумовлює формування відповідно палінгенно-метасоматичних та метамагматичних гранітоїдних комплексів.

7. Об'ємні ефекти термопружності і плутоно-метаморфічних перетворень під час розвитку термофлюїдних аномалій виступають в якості безпосереднього силового чинника, який спричиняє формування інверсійних полів напружень, специфічне граніто-гнейсове структуроутворення і лінзоподібну форму великих гранітоїдних тіл.

Список літератури / References

1. **Андерсон Д.А., Дзевонский А.М.** Сейсмическая томография. *В мире науки*. 1984. № 12. С. 16-25.

Anderson D.A., Dzevonsky A.M., 1984. Seismic tomography. *U mire nauki*, № 12, p. 16-25 (in Russian).

2. **Боуэн Н.** Гранитная проблема и метод многократных предубеждений. Проблема образования гранитов. Москва: Изд-во иностр. литер., 1950. Сб. 2. 386 с.

Bowen N., 1950. Granite problem and the method of multiple biases. The problem of formation of granite. Moscow: Izdatelstvo inostrannoy literatury, 386 p. (in Russian).

3. **Жариков В.А.** Проблемы гранитообразования. *Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология*. 1987. № 6. С. 3-13.

Zharikov V.A., 1987. Problems of granite formation. *Vestnik Moscovskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Ser. 4. Geologiya*, p. 3-13 (in Russian).

4. **Коржинский Д.С.** Потоки трансмагматических растворов и процессы гранитизации. *Магматизм, формирования кристаллических пород и глубины Земли*. Москва: Наука, 1972. С. 144-153.

Korzhinskiy D.S., 1972. Flows of transmagmatic solutions and processes of granite formation / D.S. Korzhinskiy. *Magmatism, formation of crystalline rocks and the depths of the Earth*. Moscow: Nauka, p. 144-153 (in Russian).

5. **Коржинский Д.С.** Метамагматические процессы. *Изв. АН СССР. Сер. геол.* 1973. № 12. С. 3-6.

Korzhinskiy D.S., 1973. Metamagmatic processes. *Izvestiya AN SSSR. Ser. Geologiya*, № 12, p. 3-6 (in Russian).

6. **Кропоткин П.Н.** Дегазация Земли и геотектоника. *Дегазация Земли и геотектоника*. Москва: Наука, 1980. С. 7-13.

Kropotkin P.N., 1980. Degassing of the Earth and Geotectonics. *Degassing of the Earth and Geotectonics*. Moscow: Nauka, p. 7-13 (in Russian).

7. **Летников Ф.А.** Сверхглубинные флюидные системы Земли и проблемы рудогенеза. *Геология руд. месторождений*. 2001. № 4. С. 291-307.

Letnikov F.A., 2001. Earth ultradeep fluid system and problems of ore formation. *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*, № 4, p. 291-307 (in Russian).

8. **Маракушев А.А.** Петрогенезис. Москва: Недра, 1988. 293 с.

Marakushev A.A., 1988. Petrogenesis. Moscow: Nedra, 293 p. (in Russian).

9. **Маракушев А.А.** Происхождение Земли и природа ее эндогенной активности. Москва: Наука, 1999. 250 с.

Marakushev A.A., 1999. The origin of the Earth and the nature of its endogenous activity. Moscow: Nauka, 250 p. (in Russian)

10. **Мезозойская** тектоника и магматизм Восточной Азии: Леонов Ю.Г. (ред.). Москва: Наука, 1983. 232 с.

Mesozoic tectonics and magmatism of East Asia, 1983. (Ed. Yu.G. Leonov). Moscow: Nauka, 232 p. (in Russian).

11. **Меланхолина Е.Н., Руженцев С.В., Москаковский А.А.** Развитие глубинных ап- и даунвеллингов и геодинамика Земли. *Фундаментальные проблемы общей тектоники*. Москва: Науч. мир, 2001. С. 315-342.

Melancholina E.N., Ruzhentsev S.V., Mossakovskii A.A., 2001. The development of upwelling and downwelling and geodynamics of the Earth. *Fundamental problems of global tectonics*. Moscow: Nauchnyy Mir, p. 315-342 (in Russian).

12. **Нагибина М.С.** Геодинамические условия образования и эволюции магматических формаций. *Сов. геология*. 1988. № 7. С. 4-7.
- Nagibina M.S.**, 1988. Geodynamic conditions of formation and evolution of magmatic formations. *Sovietская Геология*, № 7, p. 4-7 (in Russian).
13. **Нагибина М.С., Хаун В.Е., Яншин А.Л.** Типы структур тектоно-магматической активизации и закономерности их развития. *Закономерности размещения полезных ископаемых*. Москва: Наука, 1975. Т. 11. С. 41-55.
- Nagibina M.S., Hain V.E., Yanshin A.L.**, 1975. The types of structures of tectonomagmatic activation and regularities of their development. *Locations of mineral resources*. Moscow: Nauka, vol. 11, p. 41-55 (in Russian).
14. **Обуэн Ж.** Геосинклинали. Москва: Мир, 1967. 302 с.
- Obuen J.**, 1967. Geosynclines. Moscow: Mir, 302 p. (in Russian).
15. **Перчук Л.Л.** Глубинные флюидные потоки и рождение гранита. *Соросовский Образовательный Журнал*. 1997. № 6. С. 56-63.
- Perchuk L.L.**, 1977. Deep fluid flows and the birth of granite. *Sorosovskiy Obrazovatelnyy Zhurnal*, № 6, p. 56-63 (in Russian).
16. **Половинкина Ю.Ир.** Проблема образования гранита. *Материалы ВСЕГЕИ. Петрогр. сб.* 1957. № 2. Вып. 21. Петрография. С. 123-152.
- Polovinkina Yu.E.**, 1957. The problem of formation of granite. *Proc. of the Soviet Union Geol. Institute. Petrographic collection*, № 2, vol. 21, Petrography, p. 123-152 (in Russian).
17. **Пушаровский Ю.М.** Сейсмотомография, тектоника и глубинная геодинамика. *Докл. РАН*. 1998. Т. 360, № 4. С. 518-522.
- Pushcharovsky Yu. M.**, 1998. Seismic tomography, tectonics and mantle geodynamics. *Doklady RAN*, vol. 360, № 4, p. 518-522 (in Russian).
18. **Пушаровский Ю.М.** Тектоника и геодинамика мантии Земли. *Фундаментальные проблемы общей тектоники*. Москва: Науч. мир, 2001. С. 10-33.
- Pushcharovsky Yu.M.**, 2001. Tectonics and geodynamics of the Earth's mantle. *Fundamental problems of global tectonics*. Moscow: Nauchnyy Mir, p. 10-33 (in Russian).
19. **Соболев Р.Н.** О происхождении гранитов. *Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология*. 1992. № 1. С. 3-22.
- Sobolev R.N.**, 1992. On the origin of granites. *Vestnik Moskovskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Ser. 4. Geologiya*, № 1, p. 3-22 (in Russian).
20. **Структурная геология и тектоника плит:** в 3 т. Т. 3: Сейферт К. (ред.). Москва: Мир, 1991. 350 с.
- Structural geology and plate tectonics:** In 3 volumes. Vol. 3. (Ed. K. Seyfert). Moscow: Mir, 350 p. (in Russian).
21. **Хаун В.Е.** Основные проблемы современной геологии. Москва: Науч. мир, 2003. 348 с.
- Hain V.E.**, 2003. The main problems of modern geology. Moscow: Nauchnyy Mir, 348 p. (in Russian).
22. **Хаун В.Е.** Региональная геотектоника. Северная и Южная Америка, Антарктида и Африка. Москва: Недра, 1971. 548 с.
- Hain V.E.**, 1971. Regional Geotectonics. North and South America, Antarctica and Africa. Moscow: Nedra, 548 p. (in Russian).
23. **Шевчук В.В.** Мезозойская тектоника и магматизм Восточного Забайкалья – фрагмента Восточно-Азиатского орогенного пояса. *Тектоника Азии*. Москва: ГЕОС, 1997. С. 249-252.
- Shevchuk V.V.**, 1997. Mesozoic tectonics and magmatism of East Transbaikal – a fragment of the East Asian Orogenic Belt. *Tectonics of Asia*. Moscow: GEOS, p. 249-252 (in Russian).
24. **Шевчук В.В.** О происхождении порфировидных и рапакививидных гранитов. *Минерал. сб.* 1990. Вып. 2, № 44. С. 104-111.
- Shevchuk V.V.**, 1990. The origin of porphyry and rapakivi granites. *Mineralogicheskii sbornik*, vol. 2, № 44, p. 104-111 (in Russian).
25. **Шевчук В.В.** Соотношение метамагматического и палингенно-метасоматического гранитообразования в областях тектоно-магматической активизации. *Материалы VI Междунар. конф. «Новые идеи в науках о Земле»*. Москва: Леон XXI, 2003. С. 142-145.
- Shevchuk V.V.**, 2003. Interrelation of metamagmatic and palingenic-metasomatic granite formation in the areas of tectonic and magmatic activation. *Proc. of VI Intern. conference «New Ideas in Earth Sciences»*. Moscow: Leon XXI, p. 142-145 (in Russian).
26. **Шевчук В.В.** Эволюция полей напряжения при формировании фанерозойских гранито-гнейсовых куполов. *Геофиз. журн.* 2002. Т. 24, № 6. С. 220-229.
- Shevchuk V.V.**, 2002. Evolution of stress fields in the formation of Phanerozoic granite-gneiss domes. *Geofizicheskiy zhurnal*, vol. 24, № 6, p. 220-229 (in Russian).
27. **Шевчук В.В., Лихачев В.В.** Математическая модель поля напряжений, вызванного тепловой аномалией в упругой среде. *Геофиз. журн.* 1996. Т. 18, № 6, С. 74-80.
- Shevchuk V.V., Likhachev V.V.**, 1996. Mathematical model of the stress field caused by the thermal anomaly in an elastic medium. *Geofizicheskiy zhurnal*, vol. 18, № 6, p. 74-80 (in Russian).

28. **Эпельбаум М.Б.** Экспериментальное изучение флюидно-магматического взаимодействия. *Проблемы физико-химической петрологии*. Момква: Наука, 1979. Т. I. С. 270-285.
- Epelbaum M.B.**, 1979. Experimental study of fluid-magmatic interaction. *Problems of chemical physics and petrology*. Moscow: Nauka, vol. I, p. 270-285 (in Russian).
29. **Anderson, D.L.** Hotspots, polar wander. Mesozoic convection and the geoid. *Nature*. 1982. Vol. 297. P. 391-393.
- Anderson D.L.**, 1982. Hotspots, polar wander. Mesozoic convection and the geoid. *Nature*, vol. 297, p. 391-393 (in English).
30. **Anderson D.L., Natland J.H.** A brief history of the plume hypothesis and its competitors: concept and controversy. *Foulger, G.R., Natland, J.H., Presnall, D.C., Anderson, D.L. (Eds.), Plates, Plumes, and Paradigms. GSA Special Paper. Geological Society of America*. Boulder, 2005. P. 119-145.
- Anderson, D.L., Natland, J.H.**, 2005. A brief history of the plume hypothesis and its competitors: concept and controversy. *Foulger, G.R., Natland, J.H., Presnall, D.C., Anderson, D.L. (Eds.), Plates, Plumes, and Paradigms. GSA Special Paper. Geological Society of America*. Boulder, p. 119-145 (in English).
31. **Atherton M. P.** Granite magmatism. *J. Geol. Soc. Lond.* 1994. Vol. 150. P. 1009-1023.
- Atherton M. P.**, 1994. Granite magmatism. *J. Geol. Soc. Lond.*, vol. 150, p. 1009-1023 (in English).
32. **Barbarin B.A** A review of the relationships between granitoid types, their origins and their geodynamic environments. *Lithos*. 1999. Vol. 46, № 3. P. 605-626.
- Barbarin B.**, 1999. A review of the relationships between granitoid types, their origins and their geodynamic environments. *Lithos*, vol. 46, № 3, p. 605-626 (in English).
33. **Bull A., McNamara A., Ritsema J.** Synthetic tomography of plume clusters and thermochemical piles. *Earth Planet. Sci. Lett.* 2009. Vol. 278. P. 152-162.
- Bull A., McNamara A., Ritsema J.**, 2009. Synthetic tomography of plume clusters and thermochemical piles. *Earth Planet. Sci. Lett.*, vol. 278, p. 152-162 (in English).
34. **Burke, K., Steinberger, B., Torsvik, T.H., Smethurst, M.A.** Plume generation zones at the margins of large low shear velocity provinces on the core-mantle boundary. *Earth Planet. Sci. Lett.* 2008. Vol. 265, № 1-2. P. 49-60.
- Burke, K., Steinberger, B., Torsvik, T.H., Smethurst, M.A.**, 2008. Plume generation zones at the margins of large low shear velocity provinces on the core-mantle boundary. *Earth Planet. Sci. Lett.*, vol. 265, № 1-2, p. 49-60 (in English).
35. **Chappell B.W., White A.J.R.** Two contrasting granite types. *Pacif. Geol.* 1974. Vol. 8. P. 173-174.
- Chappell B.W., White A.J.R.**, 1974. Two contrasting granite types. *Pacif. Geol.*, vol. 8, p. 173-174 (in English).
36. **Campbell, I.H., Kerr A.C.** The great plume debate: testing the plume theory. *Chemical Geology*. Vol. 241. № 3-4. P. 149-152.
- Campbell, I.H., Kerr, A.C.**, 2007. The great plume debate: testing the plume theory. *Chemical Geology*, vol. 241, № 3-4, p. 149-152 (in English).
37. **Davies G.F.** A case for mantle plumes. *Chinese Science Bulletin*. 2005. Vol. 50, № 15. P. 1541-1554.
- Davies G.F.**, 2005. A case for mantle plumes. *Chinese Science Bulletin*, vol. 50, № 15, p. 1541-1554 (in English).
38. **Davies G.F., Richards M.A.** Mantle convection. *J. Geology*. 1992. Vol. 100. P. 151-206.
- Davies G.F., Richards M.A.**, 1992. Mantle convection. *J. Geology*, vol. 100, p. 151-206 (in English).
39. **Dziewonski, A.M.** Mapping the lower mantle – determination of lateral heterogeneity in p-velocity up to degree and order-6. *J. Geophys. Res.* 1984. Vol. 89 (NB7). P. 5929-5952.
- Dziewonski, A.M.**, 1984. Mapping the lower mantle – determination of lateral heterogeneity in p-velocity up to degree and order-6. *J. Geophys. Res.*, vol. 89 (NB7), p. 5929-5952 (in English).
40. **Hill, R.I., Campbell, I.H., Davies, G.F., Griffiths, R.W.** Mantle plumes and continental tectonics. *Science*. 1992. Vol. 256 (5054). P. 186-193.
- Hill, R.I., Campbell, I.H., Davies, G.F., Griffiths, R.W.**, 1992. Mantle plumes and continental tectonics. *Science*, vol. 256 (5054), p. 186-193 (in English).
41. **Jellinek, A.M., Manga, M.** Links between long-lived hot spots, mantle plumes, D, and plate tectonics. *Rev. of Geophys.* 2004. Vol. 42 (3). P. 1-35.
- Jellinek, A.M., Manga, M.**, 2004. Links between long-lived hot spots, mantle plumes, D, and plate tectonics. *Rev. of Geophys.*, vol 42 (3), p. 1-35 (in English).
42. **Li Z.-X., Zhong S.** Supercontinent – Superplume coupling, true polar wander and plume mobility: Plate dominance in whole-mantle tectonics. *Phys. of the Earth and Planet. Inter.* 2009. Vol. 176. P. 143-156.
- Li Z.-X., Zhong S.**, 2009. Supercontinent – Superplume coupling, true polar wander and plume mobility: Plate dominance in whole-mantle tectonics. *Phys. Earth and Planet. Inter.*, vol. 176, p. 143-156 (in English).
43. **Lister J.R., Buffett B.A.** Stratification of the outer core at the core - mantle boundary. *Phys. Earth Planet. Inter.* 1998. Vol. 105. № 1-2. P. 5-19.
- Lister J.R., Buffett B.A.**, 1998. Stratification of the outer core at the core - mantle boundary. *Phys. Earth Planet. Inter.*, vol. 105, № 1-2, p. 5-19 (in English).
44. **McNamara, A.K., Zhong, S.J.** Thermochemical structures beneath Africa and the Pacific Ocean. *Nature*. 2005. Vol. 437 (7062). P. 1136-1139.

- McNamara, A.K., Zhong, S.J.**, 2005. Thermochemical structures beneath Africa and the Pacific Ocean. *Nature*, vol. 437 (7062), p. 1136–1139 (in English).
45. **Ritsema, H.J., van Heijst, J.H., Woodhouse, J.H.** Complex shear velocity structure beneath Africa and Iceland. *Science*. 1999. Vol. 286. P. 1925–1928.
- Ritsema, H.J., van Heijst, J.H., Woodhouse, J.H.**, 1999. Complex shear velocity structure beneath Africa and Iceland. *Science*, vol. 286, p. 1925–1928 (in English).
46. **Rogers J.W., Greenberg J.K.** Late-orogenic, post-orogenic and anorogenic granites: distinction by major-element and trace-element chemistry and possible origins. *J. Geol.* 1990. Vol. 98, № 3. P. 291-309.
- Rogers J.W., Greenberg J.K.**, 1990. Late-orogenic, post-orogenic and anorogenic granites: distinction by major-element and trace-element chemistry and possible origins. *J. Geol.*, vol. 98, № 3, p. 291-309 (in English).
47. **Romanowicz, B.** Using seismic waves to image Earth's internal structure. *Nature*. 2008. Vol. 451 (7176). P. 266–268.
- Romanowicz, B.**, 2008. Using seismic waves to image Earth's internal structure. *Nature*, vol. 451 (7176), p. 266–268 (in English).
48. **Su, W.J., Dziewonski, A.M.** Simultaneous inversion for 3-D variations in shear and bulk velocity in the mantle. *Phys. Earth and Planet. Inter.* 1997. Vol. 100, № 1–4. P. 135–156.
- Su, W.J., Dziewonski, A.M.**, 1997. Simultaneous inversion for 3-D variations in shear and bulk velocity in the mantle. *Phys. Earth and Planet. Inter.*, vol. 100, № 1–4, p. 135-156 (in English).
49. **Torsvik, T.H., Smethurst, M.A., Burke, K., Steinberger, B.** Large igneous provinces generated from the margins of the large low-velocity provinces in the deep mantle. *Geophys. J. Intern.* 2006. Vol. 167 (3). P. 1447–1460.
- Torsvik, T.H., Smethurst, M.A., Burke, K., Steinberger, B.**, 2006. Large igneous provinces generated from the margins of the large low-velocity provinces in the deep mantle. *Geophys. J. Intern.*, vol. 167 (3), p. 1447-1460 (in English).
50. **Van der Hilst, R.D., Widiyantoro, S., Engdahl, E.R.** Evidence for deep mantle circulation from global tomography. *Nature (London)*. 1997. Vol. 386. P. 578–584.
- Van der Hilst, R.D., Widiyantoro, S., Engdahl, E.R.**, 1997. Evidence for deep mantle circulation from global tomography. *Nature (London)*, vol. 386 (6625), p. 578-584 (in English).
51. **Wang, Y., Wen, L.X.** Mapping the geometry and geographic distribution of a very low velocity province at the base of the Earth's mantle. *J. Geophys. Res.* 2004. Vol. 109. P. 1-18.
- Wang, Y., Wen, L.X.**, 2004. Mapping the geometry and geographic distribution of a very low velocity province at the base of the Earth's mantle. *J. Geophys. Res.*, vol. 109, p. 1-18 (in English).
52. **Whitney J.A.** The origin of granite. The role and source of water in the evolution of granite magmas. *Bull. Geol. Soc. Amer.* 1988. Vol. 100, № 12. P. 1886-1897.
- Whitney J.A.** The origin of granite. The role and source of water in the evolution of granite magmas // *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 1988, vol. 100, № 12, p. 1886-1897 (in English).
53. **Yoshida S., Sumita I., Kumazawa M.** Growth model of the inner core coupled with the outer core dynamics and the resulting elastic anisotropy. *J. Geophys. Res.* 1996. Vol. 101, № B12. P. 28085-28103.
- Yoshida S., Sumita I., Kumazawa M.** 1996. Growth model of the inner core coupled with the outer core dynamics and the resulting elastic anisotropy. *J. Geophys. Res.*, vol. 101, № B12, p. 28085–28103 (in English).

Стаття надійшла
05.02.2016

ВИДАТНИЙ ГЕОЛОГ УКРАЇНИ – ПРОФЕСОР СЕРГІЙ АМВРОСІЙОВИЧ МОРОЗ

(До 80-річчя від дня народження)

М.М. Шаталов, В.А. Михайлов, О.М. Іванік, М.С. Огняник



В історії розвитку геологічної думки другої половини ХХ ст. творчість відомого геолога України професора Сергія Амвросійовича Мороза (1937-1997) посідає почесне місце. В колишньому СРСР він був наймолодшим доктором наук у геології того часу. Його колеги та учні вважали, що він геолог від Бога. Понад 40 років дослідник проводив геологічні роботи в Україні та інших регіонах. Його науковий доробок вражає – 250 наукових праць, серед яких близько 50 книг і брошур. Вчений-геолог і філософ С.А. Мороз відрізнявся надзвичайно широким колом наукових інтересів. Він опрацьовував проблеми геологічної будови континентів і Світового океану, стратиграфії і палеонтології, палеогеографії і тектоніки, геології нафти і газу, географічного землезнавства, теорії біосфери та охорони довкілля, історії, методології і філософії наук про Землю. Розроблена ним оригінальна стратиграфічна схема палеогенової системи Східно-Європейської платформи (СЄП) і Кримсько-Кавказької області донині використовується в Україні та за кордоном. Вчений вперше розшифрував олістостромну природу загадкових Канівських гір. Дослідником опрацьована також оригінальна методолого-філософська концепція біосферної форми руху земної матерії, що безпосередньо є продовженням ідейної спадщини насамперед В.І. Вернадського та його учня Я.В. Самойлова.

Сергій Амвросійович Мороз народився 21 лютого 1937 р. у м. Київ у сім'ї службовців. У 1955 р. закінчив з медаллю середню школу, а в 1960 р. з відзнакою – геологічний факультет Київського державного університету (КДУ) ім. Т.Г. Шевченка. Після закінчення університету став до роботи в Інституті геологічних наук (ІГН) АН УРСР. У березні 1962 р. С.А. Мороз повертається в КДУ, де працює старшим геологом в експедиції Науково-дослідного сектору.

В цей час дослідник здійснював геологічну зйомку Лівобережжя України та одночасно навчався в заочній аспірантурі на кафедрі історичної геології, яку очолював у той час проф. М.М. Ключников. Це дозволило молодому вченому у розрізах сотень свердловин зібрати унікальну колекцію викопних молюсків, опрацьовавши яку, він дійшов висновку про суто палеоценовий вік відкладів *сумської світи*, їхню синхронічність з палеоценовими відкладами Поволжя і світи «сивак» низовинної Польщі. Зокрема, це свідчило також про існування величезного субширотного моря – протоки між Північною Європою і південно-східною окраїною СЄП, яке він згодом назвав «палеоценовим морем Архангельського».

На початку 1966 р. С.А. Мороз достроково підготував і захистив кандидатську дисертацію «*Сумська світа палеоцену Дніпровсько-Донецької западини*». Головний його опонент проф. ІГН АН УРСР О.К. Каптаренко-Черноусова визначила її як дослідження докторського рівня.

У подальшому, вивчивши геологічний розріз лівого берега р. Сухий Ташлик, С.А. Мороз на Українському щиті (УЩ) в с. Лузанівка на Черкащині вперше відкрив місцезнаходження палеоценових відкладів з унікальними за станом збереження рештками систематично різноманітної фауни, передусім молюсків. Лузанівське місцезнаходження морської палеобіоти палеоцену за багатьма якісними і кількісними показниками виявилось найкращим у світі. Таким чином, **відклади Лузанівського розрізу з унікальними молюсками перетворилися для біостратиграфів світу на справжню палеонтологічну Мекку.**

У 1972 р. С.А. Мороз успішно захистив докторську дисертацію «*Палеоцен Дніпровсько-Донецької западини*» і став наймолодшим за віком доктором геолого-мінералогічних наук у колишньому СРСР.

Потому вчений упродовж майже 20 років продовжував вивчати Лузанівське місцезнаходження фауни, аналізував і узагальнював наслідки біостратиграфічних і суто геологічних досліджень. Після повернення з «одеського заслання» до Київського університету, очоливши там в 1983 р. кафедру загальної та історичної геології, проф. С.А. Мороз організував проведення завершальних геолого-стратиграфічних досліджень Лузанівського місцезнаходження морської палеобіоти палеоцену і дотичних територій із застосуванням буріння свердловин і проходки гірничих виробок, передусім каналів, шурфів. Протягом п'яти років спеціальна геологічна експедиція кафедри активно проводила цілеспрямовані польові роботи з метою розкриття історико-геологічної природи цієї унікальної пам'ятки геологічного минулого. Зрештою, вченими ґрунтовно було сформульовано та опубліковано висновок: «...1 – на Українському щиті в районі сс. Лузанівка, Райгород, Ярове (відкрите вперше відслонення) Черкащини від поступних розмивів збереглася фаціально мінлива товща (потужність у відслоненнях і неглибоких шурфах порядку 5 м) палеоценових відкладів, що демонструє їх повний стратиграфічний розріз і віддзеркалює палеогеографічний зв'язок «бореального» і «тетичного» (тропічного) морських басейнів палеоценової епохи; 2 – є всі підстави для виділення Лузанівського страторегіону палеоцену Євразії, що має безперечно розцінюватися як велике досягнення української геології у справі вирішення актуальних проблем щодо створення міжнародної шкали геологічного часу, глобальних геологічних кореляцій».

Новітні досягнення у пізнанні історико-геологічної природи Лузанівського страторегіону палеоцену Євразії зводяться до наступного. Встановлено, що так звана «райгородська товща» є олістостромовою товщею морського походження – її потужність до 200 м. Палеоценові відклади Лузанівського страторегіону палеоцену вперше відокремлені у лузанівську серію (аналог сумської серії чи надгоризонту Дніпровсько-Донецької западини – ДДЗ), що включає макартитську (дат – нижній монс) і ташлицьку (верхній монс – тенет) світи з урахуванням результатів досліджень усіх наявних комплексів макро- і мікробіоти. Лузанівська серія залягає здебільшого з невеликим стратиграфічним переривом на «райгородській товщі» пізнього маастрихту та трансгресивно перебивається безкарбонатними піщаними осадами нижнього еоцену. Важливо, що в товщі лузанівської світи встановлені майже всі

стандартні датувальні рівні за планктонними організмами (*коколітофори*, *диноцисти*, *форамініфери*), що зайвий раз підкреслює значущість Лузанівського страторегіону палеоцену Євразії.

Одеський період науково-викладацької діяльності (1977-1983) для проф. С.А. Мороза був достатньо дійовим і творчим. Він активно працював, а результати геологічних розвідок на півдні України згодом виклав у монографії «*Геологічна будова Північного Чорномор'я*» (1995). Зокрема, на півдні України він встановив причину відсутності у нормальному стратиграфічному розрізі вище понтичних відкладів осадів кімерію – пліоцену. За висновками вченого, це зумовлено різкою неотектонічною активізацією упродовж післяпонтичного часу, коли на території Центрального Причорномор'я почали утворюватися вкладено-врізані товщі солонуватоводних відкладів, а на Керченському півострові Криму – своєрідні мульди, де формувалися поклади осадових залізистих руд.

Стратиграфічні дослідження всебічного характеру дозволили С.А. Морозу встановити, що теперешній *алохтон Канівських дислокацій* стадійним чином активно формується починаючи з пліоцену внаслідок підйому окремих блоків і брил фундаменту з утворенням олістолітів переважно палеогенових порід. «Матриksom» для цих олістолітів слугують різновікові алювіальні утворення антропогену, насамперед верхнього плейстоцену. Поетапний прояв механізму формування олістостромних товщ розпочався ще наприкінці крейдового періоду в зв'язку з проявом ларамійської фази альпійського тектоорогенезу. Взагалі, на думку С.А. Мороза, Канівські дислокації є унікальним прикладом платформного детерогенезу, що найбільш виразно проявляється у пізньому антропогені. Отримані наукові дані відобразилися в монографії «*Рельєф і геологічна будова Канівського Придніпров'я*» (1971).

Без перебільшення можна сказати, що стратиграфічні шукання, передусім вивчення палеогенових відкладів є пріоритетними у творчості С.А. Мороза. Ним опрацьовані стратиграфічні схеми палеогену Північної України, Донбасу, ДДЗ, УЩ тощо. У межах УЩ і ДДЗ вчений, наприклад, докорінним чином удосконалив стратиграфічну схему палеогенових відкладів, змінив усталені впродовж багатьох десятиліть хрестоматійні і недосконалі уявлення. Наразі у складі палеоцену вперше виділено *сумський надгоризонт*, нижнього еоцену – *канівський надгоризонт*, середнього і верхнього еоцену – *бучацький горизонт*, кийвський надгоризонт. Берецький

та новопетрівцівський горизонти віднесено до міоцену, розріз якого завершується товщею «*горизонту строкатих глин*», стратиграфічний рівень котрої відповідає понтичному ярусу півдня України. Водночас Сергій Амвросійович дійшов оригінального висновку «...щодо часів розвою палеогеографічного максимуму (оптимуму) палеогенової та еоценової трансгресій на теренах Північної України та на величезній території Східно-Європейської платформи і дотичних регіонів». За висновками вченого, максимум палеогеографічного розвитку палеогенового епіконтинентального басейну (палеоценове море Архангельського) припадає на мерлинський час, коли утворилися товщі бітумінозних і силіцитових порід, що раніше інтерпретувалися як свідчення регресії палеогенової акваторії. Максимум палеогеографічного розвитку морського басейну київського часу фіксується товщами порід обухівського і куренівського горизонтів, котрі до цього визначали як утворення регресивного етапу.

Грунтовний палеонтологічний матеріал дозволив С.А. Морозу цілеспрямовано вивчати стратотипові та опорні розрізи палеогену СЄП і суміжних регіонів, насамперед басейну Дону, Поволжя, Прикаспію, Прибалтики, а також Польщі, Німеччини і Данії. Величезний фактологічний матеріал зі стратиграфії палеогенових відкладів було викладено в одноосібних та колективних (з П.Ф. Гожиком, Е.Б. Савроном, Е.Т. Палієнком, І.Н. Сулімовим) монографіях: «*Проблема Датського ярусу Руської платформи*» (1967); «*Палеоцен Дніпровсько-Донецької западини*» (1970); «*Фауна молюсків палеоцену Дніпровсько-Донецької западини*» (1972); «*Кайнозойські моря Донбасу*» (1975); «*Розвиток і зміна молюсків на рубежі мезозою і кайнозою*» (1981); «*Геологія Північного Чорномор'я*» (1995).

На рівні монографічних видань вчений опрацьовував також проблеми геологічної будови та екології континентів і Світового океану. У співавторстві з О.Ю. Митропольським надруковано: «*Геологічний пошук у Світовому океані*» (1986); «*Модель морського кремненакоплення*» (1988); «*Екологія внутрішніх морів за умов антропогенного стресу*» (1989); «*Геохімічний моніторинг Чорного моря*» (1990); «*Теоретичні та методологічні питання вивчення морських геосистем*» (1995).

Геологічній громадськості України і зарубіжжя широко відомі також особисті і колективні (з В.І. Онопрієнком і Є.П. Ларченковим)

монографії вченого з історії, методології та філософії наук про Землю: «*Філософські проблеми геологічної науки*» (1983); «*Просторово-часові аспекти стратиграфії*» (1988); «*Методологічний аналіз стратиграфічних границь*» (1988); «*Основи пізнавального процесу в сучасній геології*» (1989).

Вперше в Україні вчений започаткував історико-методологічну галузь геології. З грифом Мінвузу СРСР видрукував перший в країні навчальний посібник «*Методологія геологічної науки*» (1985). Нарешті, варто зазначити оригінальні науково-популярні монографії вченого: «*Біля джерел життя на Землі*» (1979); «*Геологія і науковий світогляд*» (1990); «*Природа і етнос*» (1994).

Наприкінці 1996 р. опубліковано оригінальне двокнижжя проф. С.А. Мороза «*Історія біосфери Землі*». В цьому творі є намагання автора узагальнити та синтезувати сучасні новітні уявлення про сутність тих чи інших своєрідних природних об'єктів і систем. Слідом за В.І. Вернадським вчений підкреслює виключну складність феномена біосфери і демонструє, наскільки багатограним і всеохоплюючим є цей феномен природи: біосфера Землі, мегабіосфера, біосферний рух (матерії), біосферний процес, біосферне мислення, біосферна культура, біосферна політика, біосферологія і т.п. Двокнижжя вченого чітко окреслює програму нової навчальної дисципліни, яка адресується студентам геологічних, географічних та інших природничих та гуманітарних факультетів.

У відгуку акад. НАН України І.І. Чебаненка у зв'язку з цим наведено: «...Ваша творча енергія і постійні наукові пошуки були прикладом для багатьох із нас. Особливо хочемо відзначити вихід із друку 2-х Ваших монографій під назвою «*Історія біосфери Землі*», які є теоретичною та методологічною основою нового напрямку геологічної науки – геологічної екології. Ці дві книжки мають остаточно переконати всіх у тому, що саме Ви є сьогодні провідним знавцем питань стратиграфії та історичної геології нашої планети Землі. І якби не було всіх інших Ваших робіт, то тільки ці дві дають нам підставу для твердження, що ви достойний бути обраним дійсним членом (академіком) Національної академії наук України. І ми сподіваємося, що академіки НАН України врешити-решиють це і віддадуть Вам таку честь».

Стаття надійшла

27.02.2017

ГРЕКУ РУДОЛЬФ ХАРИТОНОВИЧ

(До 80-річчя від дня народження)

Греку Рудольф Харитонович – відомий вчений, розробник методу гравіметричної томографії, лауреат Державної премії України.

Народився Р.Х. Греку 21 травня 1937 р. у м. Владивосток у сім'ї службовця порту. Батько його, Харитон Іванович Греку, працював начальником різних портів, у 1956-1957 рр. був заступником начальника Першої радянської антарктичної експедиції.

Рудольф Харитонович закінчив Ленінградське вище інженерно-морське училище ім. адмірала С.В. Макарова. У 1971 р. став кандидатом фізико-математичних наук. З 1966 р. досліджував рельєф морського дна: на 1966-1970 рр. припадає його робота у Калінінградському відділенні Морського гідрофізичного інституту АН СРСР (м. Калінінград), на 1970-1989 рр. – у Морському гідрофізичному інституті АН УРСР (м. Севастополь). Там він працював на різних посадах – старшого наукового співробітника, завідувача лабораторії, заступника директора інституту з наукової роботи, керівником Експериментального відділення Морського гідрофізичного інституту АН УРСР. З 1989 р. і дотепер діяльність Р.Х. Греку пов'язана з Інститутом геологічних наук НАН України.

Науковий доробок вченого становить понад 163 наукових праць. Він є розробником нового напрямку досліджень в геології – гравітометричного аналізу глибинної будови надр. Розроблений та запатентований ним метод гравіметричної томографії дозволяє без розвідного буріння на підставі лише супутникових даних візуалізувати глибинні щільнісні неоднорідності та будувати необмежені по протяжності розрізи, які в глибину сягають 5300 км (глибини ядра), що дає можливість бачити структурну картину надр та послідовності взаємодій глибинних структур. У комбінації з іншими супутниковими методами, які визначають сантиметрові зміщення земної поверхні, метод гравіметричної



томографії дозволяє проводити інтерпретацію та визначати геологічну природу цих зміщень. Цей надзвичайно економічний, сучасний й новаторський метод вже знайшов широке використання, а в подальшому може використовуватись значно ширше для попередження надзвичайних ситуацій, моніторингу великих блокових споруд, пошуку родовищ нафти і газу та наукових досліджень з метою вивчення динаміки літосфери і фундаментальних проблем глибинної будови, зокрема у важкодоступних полярних регіонах.

За часи роботи в Морському гідрофізичному інституті основні напрями досліджень Р.Х. Греку включали вивчення рельєфу дна і геофізичних полів Світового океану, автоматизацію досліджень рельєфу морського дна і навігації, високоточні визначення топографії морської поверхні та геоїду за супутниковими даними з метою виявлення нафтогазоносних родовищ на шельфі, а також газогідратів на великих глибинах у Чорному й Азовському морях. Він був керівником 7-ї океанографічної експедиції НДС «Академік Вернадський» в Атлантичному океані (1973 р.). Ним були організовані і проведені комплексні геолого-геофізичні дослідження маловідомого розлому Серединно-Атлантичного хребта на 7° пн. ш. За результатами цих досліджень в Міжнародному геолого-геофізичному Атласі ЮНЕСКО (1999 р.) цей розлом названо «Розломом Вернадського». За безпосередньої участі і під керівництвом Р.Х. Греку в антарктичних експедиціях на науково-дослідних судах і шлюпках Зодіак проведено детальні дослідження рельєфу дна і складено нові карти на необстежені райони та інші області наукових і промислово-економічних інтересів України в Західній Антарктиці.

Останні 25 років дослідження вченого присвячені аналізу структурних особливостей геологічної будови, тектоніко-геодинамічному аналізу глибинної будови Антарктики і регіонів

України з використанням супутникових методів, в тому числі й методу гравіметричної томографії. Широко використовувався метод супутникової радіолокаційної інтерферометрії для оцінки екологічного стану та прогнозування явищ деформації поверхні і зсувів у напружених техногенних регіонах України. Оброблені матеріали морських досліджень рельєфу дна було використано для складання батиметричних карт, зокрема в новій Міжнародній батиметричній карті Південного океану, створеній в 2013 р. під егідою Міжнародного наукового комітету з Антарктичних досліджень (SCAR). За результатами досліджень Р.Х. Греку видано «Атлас глибинної будови Антарктики за даними гравіметричної томографії».

Науковець бере участь у розробці фундаментальних наукових програм НАН України та у

міжнародних програмах і проектах, зокрема у впровадженні Програми досліджень України в Антарктиці. Він є членом Європейського геофізичного союзу, членом групи з використання дистанційних методів в геології Британської геологічної служби, представником України в програмі SCAR зі складання батиметричної карти Південного океану (IBCSO).

У 2015 р. Р.Х. Греку отримав Державну премію України в галузі науки і техніки за цикл наукових праць «Структура і динаміка геофізичних полів як відображення еволюції та взаємодії геосфер в Антарктиці».

Щиро вітаємо ювіляра, бажаємо міцного здоров'я, натхнення, подальших творчих успіхів.

Редколегія «Геологічного журналу»

ПАМ'ЯТІ ВИДАТНОГО ГЕОЛОГА-МЕТАЛОГЕНІСТА – ПРОФЕСОРА ЛЕОНІДА СТАНІСЛАВОВИЧА ГАЛЕЦЬКОГО

24 лютого 2017 р. пішов з життя видатний геолог-металогеніст, доктор геолого-мінералогічних наук, професор, академік Академії гірничих наук України, академік Української екологічної академії, член-кореспондент Міжнародної академії наук Євразії, лауреат Державної премії України, лауреат Державний премії колишнього СРСР, почесний розвідник надр України і СРСР, першовідкривач унікального Пержанського рідкіснометалевого родовища, завідуючий відділом геології корисних копалин Інституту геологічних наук (ІГН) НАН України Леонід Станіславович Галецький.



В історію геологічної науки України Л.С. Галецький вписав золоті сторінки. Його ім'я – ученого і практика, стало міжнародно відомим у зв'язку з фундаментальними і комплексними дослідженнями геології, тектоніки і металогенії України, відкриттям вказаного родовища, вивченням і практичним нарошуванням мінерально-ресурсної бази України в цілому.

Народився Л.С. Галецький 21 червня 1935 р. у сім'ї інженера-лісничого в м. Житомир. У 1953 р. закінчив знаменитий Київський геологорозвідувальний технікум за фахом «*геологія і розвідка родовищ корисних копалин*», а в 1968 р. – Всесоюзний заочний політехнічний інститут за тією ж спеціальністю. У 1968 р. Леонід Станіславович закінчив заочну аспірантуру в Київському державному університеті ім. Т.Г. Шевченка за фахом «*геохімія*». Там же в 1968 р. захистив дисертацію і отримав диплом кандидата наук.

Одночасно молодий вчений швидко просувався по службі – з 1953 до 1968 р. він пройшов шлях від техника-геолога до головного геолога Житомирської геологічної експедиції тресту «*Київгеологія*». В епоху розквіту (70-90-е роки ХХ ст.) геології і металогенії в Україні і колишньому СРСР учений-практик займав дуже відповідальні пости. Зокрема, з 1968 до 1980 р. Л.С. Галецький був керівником Центральної геохі-

мічної партії, а потім металогенічної партії Міністерства геології УРСР. З 1980 по 1987 р. він – головний геолог Міністерства геології УРСР, з 1987 по 1997 р. – директор великого геологічного підприємства «*Геопрогноз*» Держкомгеології України, з 1997 по 2017 р. – завідуючий відділом геології корисних копалин ІГН НАН України.

У 1985 р. на підставі захисту дисертаційної роботи «*Металогенія і нові типи рудних формацій рідкісних металів Українського щита*», яка відбулася у формі наукової доповіді, Л.С. Галецький отримав диплом доктора геолого-мінералогічних наук за фахом «*металогенія*», а в 1991 р. був удостоєний звання «*професор*».

Унікальні досягнення і гучна слава випали на молоді роки Леоніда Станіславовича. Поза сумнівом, він зазнав рідкісне для геолога щастя. Використовуючи знання і досвід, разом з колегами (С.І. Гурвич і В.Ф. Лунько) в 1960-1963 рр. на Волині поблизу с. Перга їм було відкрите велике і унікальне Пержанське родовище берилію. До теперішнього часу воно єдине у світі за генетичним типом, запасами, якістю сировини і належить до «*геологічних ексклюзивів*». Без перебільшення можна вважати, що виявлення і розвідка цього родовища для України – це відкриття століття. Отриманий від його розробки прибуток може впродовж 200 років «*годувати*»

усіх жителів великого в Україні Волинського регіону. Розробка цього родовища для Л.С. Галецького – мрія всього його життя. Завдяки наполегливості і цілеспрямованості вченого до кінця його життя вона почала здійснюватися – уряд України видав Державній гірничій компанії ліцензію на розробку і виділив великі кошти для закладення кар'єру.

Методика відкриття рудних метасоматитів, запропонована Л.С. Галецьким на Пержанському родовищі берилію, була комплексною: на ділянках Крушинка, Аномальний, Межиріччя одночасно проводилося геохімічне, геолого-петрографічне картування і гамма-зйомка території. При цьому основним методом картування був «*геохімічний*» – новітній на той час метод геологічної науки. Надзвичайно важливим виявилось те, що родовище нового промислового типу виявлене серед широкого поля докембрійських порід Волинського мегаблоку Українського щита, в платформних умовах, поблизу поверхні.

Унікальність Пержанського родовища можна простежити на підставі аналізу наявного геологічного матеріалу та оцінки мінерально-ресурсного потенціалу берилієвої промисловості. Зокрема, відомо, що з часу зародження берилієвої промисловості і до початку 60-х років ХХ ст. основним джерелом мінеральної сировини для отримання берилію та його сполук був єдиний мінерал – берил, що містить до 14% окислу берилію. Добувався берил переважно з пегматитових жил – традиційного промислового джерела. На Пержанському родовищі Леонідом Станіславовичем вперше у світі був виявлений новий генетичний тип берилієвого зруденіння, пов'язаного з лужними метасоматитами, головним рудним мінералом в яких є гентгельвін. Концентрації гентгельвіну в гірських породах раніше не відносилися до промислових типів, а знахідки мінералу вважалися екзотичними. За технологічними показниками гентгельвінові руди перевершують фенакіт-бертрандитові і типово берилієві руди. Ці якості роблять лужні метасоматити з гентгельвіном високосортним видом берилієвої мінеральної сировини, а тип родовищ – найбільш промислово цінним.

Іншими словами, руди Пержанського родовища, відкриті проф. Л.С. Галецьким, докорінно змінили мінерально-сировинну базу берилію у світі. Традиційно промислові джерела – берилієносні пегматити – нині можуть бути витіснені з

метасоматичних родовищ економічно вигіднішими рудами берилію.

Аналізуючи понад 60-річну науково-виробничу діяльність Л.С. Галецького, варто зазначити, що усе його життя пов'язане з комплексними і системними металогенічними дослідженнями території України. Особливу роль при цьому учений приділяв не лише науковим металогенічним дослідженням, але і практичній реалізації мінеральних ресурсів країни. Їм були розроблені теоретичні і методологічні основи металогенічного аналізу докембрію. Уперше у світовій геологічній практиці виділені нові типи рідкіснометалевих рудних формацій і виявлені їх великі родовища в межах України.

У 1964 р. у співавторстві з Л.С. Галецьким була видана перша монографія «*Проблеми металогенії України*». Її виходом у світ завершився перший етап металогенічних досліджень в Україні.

Упродовж подальших десяти років, за участю Леоніда Станіславовича, були розроблені критерії і методика оцінки головних закономірностей розвитку родовищ корисних копалини на території України та їх можливого потенціалу, а також видано ряд карт. Зокрема, в 1963 р. вийшли друком «*Металогенічна карта Українського щита м-бу 1:750 000*»; «*Прогнозна металогенічна карта Суцано-Пержанської зони м-бу 1:50 000*». У 1970 р. опубліковані «*Прогнозні і металогенічні карти Українського щита м-бу 1:500 000*» і «*Металогенічні карти осадового чохла Українського щита м-бу 1:500 000*». У подальші роки були видані металогенічні карти Дніпровсько-Донецької западини, Причорноморської западини, Криму та Українських Карпат. Основним результатом другого етапу металогенічних досліджень в Україні було видання «*Металогенічна карта Української РСР і Молдавської РСР м-бу 1:500 000*» та енциклопедичної монографії «*Металогенія України і Молдавії*» (Я.М. Белевцев, С.Т. Борисенко, Л.С. Галецький та ін., 1974).

Третій етап (1975-2003 рр.) металогенічних досліджень в Україні ознаменувався створенням комплексних прогнозно-металогенічних карт більшого масштабу. Зокрема, в 1977 р. у Мінгео УРСР під керівництвом Л.С. Галецького були видані «*Металогенічні карти окремих районів Українського щита м-бу 1:200 000*», складені «*Геолого-прогнозні карти Українського щита на рідкісні метали м-бу 1:200 000 з великомас-*

штабними врізаннями», видані «*Методичні вказівки по складанню металогенічних карт м-бу 1:50 000 відносно умов Українського щита і макети карт*». У 1984 р. в Мінгео УРСР був виданий комплект карт «*Геологія і металогенія докембрію Українського щита*» м-бу 1:1 000 000.

У 1985-1995 рр. Леонід Станіславович був науковим керівником комплексної міжвідомчої програми «*Прогноз*», в результаті реалізації якої було проведено генеральне узагальнення й аналіз великої геологічної, геофізичної, геохімічної і металогенічної інформації по усій території України. У цей період вчений був основним автором численних комплектів геологічних, металогенічних і прогнозних карт усєї території України. Зокрема, в 1990 р. Мінгео СРСР і ВСЕ-ГЕІ була видана «*Металлогеническая карта Украинского щита м-ба 1:1 000 000*», а в 1992 р. – представлений звіт «*Комплексная металлогеническая карта Украины м-ба 1:500 000*». У 1992 р. під керівництвом Л.С. Галецького був складений і виданий комплект карт «*Геологія і металогенія південно-західної частини Східно-Європейської платформи*», а в 1999 р. – «*Карта Східно-Європейської платформи м-бу 1:2 500 000*». У 2001 р. побачило світ «*Видання комплексної металогенічної карти України м-бу 1:500 000*», а в 2003 р. – пояснювальна записка «*Комплексна металогенічна карта України*».

Наприкінці ХХ – початку ХХІ ст. під керівництвом вченого уперше у світі вийшло унікальне геологічне видання – Атлас «*Геологія і корисні копалини України*», який отримав визнання як в Україні, так і за кордоном. У його складанні брали участь понад 70 провідних фахівців України. Авторські матеріали Атласу були представлені на ХХХ (Китай) і ХХХІ (Бразилія) Міжнародних геологічних конгресах, на засіданні Європейського Союзу геологічних наук в Страсбурзі (1999), Міжнародному гірничо-геологічному конгресі в Торонто (2000), Міжнародній геологічній конференції в Санкт-Петербурзі (2000), Міжнародній виставці-ярмарку в «*Ганновер-Мессе-2007*» (Німеччина) та інших форумах. Його англійська версія високопрофесійного рівня видана в 2007 р. видавництвом Університету Торонто (Канада) і спрямована в усі країни світу. Канадський експерт, академік Міріт, у своїй рецензії відмітив, що Атлас «*...є дивовижним досягненням академічної майстерності*».

На засіданні Президії НАН України постановою № 139 відмічено «*...теоретичне і практичне значення цієї роботи як універсального носія геологічного спадку, енциклопедичного навчального посібника та основи для входження у світову геоінформаційну систему*».

У 2004 р. під керівництвом Л.С. Галецького завершений цикл робіт по темі «*Стратегія розвитку мінеральних ресурсів України*», за результатами яких були підготовлені і спрямовані в Кабінет Міністрів, Верховну Раду та інші зацікавлені відомства України рекомендації з підвищення ефективності використання мінеральних ресурсів країни в сучасних економічних умовах.

З 1985 по 2007 р. Леонід Станіславович був науковим керівником міжнародної програми «*Геологічний розвиток і мінералізація Східно-Європейської платформи*». Спільно з Геологічною службою Норвегії ученим реалізований міжнародний проект «*Геологія суходолу і морських територій Північної Європи*» (2008).

Останніми роками під науковим керівництвом вченого були виконані фундаментальні і прикладні роботи з оцінки і реалізації мінерально-ресурсного потенціалу території України в сучасних економічних умовах «*Вивчення і оцінка перспектив використання техногенних родовищ України*», «*Цикл робіт з оцінки і промислового освоєння Мазуровського і Азовського родовищ рідкісних металів*». Розвивалися також нові наукові напрями: розробка багатфакторних моделей розвитку земної кори; виділення нової планетарної геодинамічної системи мезозону активізації «*Геотранс*» з метою визначення умов рудоконцентрацій.

Науковець очолював також системні дослідження по комплексній програмі «*Металогенія України*». У 2011 р. ним виконані наукові теми «*Вивчення перспектив розвитку і використання мінерально-сировинної бази глини і каоолінів*», у 2012 р. – «*Визначення і геолого-економічне обґрунтування пріоритетних родовищ рідкісних металів і рідкісноземельних елементів Українського щита для їх першочергового освоєння*», а в 2016 р. – «*Металогенія і прогнозна оцінка титану України*» та «*Основні рудоносні структури території України*».

Леонід Станіславович мав найвищий заслужений авторитет і популярність серед геологів України і за кордоном. Він був учасником численних всесоюзних, республіканських і світових

форумів, зокрема міжнародних геологічних конгресів у Москві (1984), Вашингтоні (1989), Кіото (1992), Пекіні (1996). Нагороджений Золотим дипломом і медаллю XXVII Міжнародного геологічного конгресу (1984). У 2007 р. Міжнародна Дирекція Експертів і Експертиз присвоїла йому звання *«Міжнародного Експерта в області геології і мінеральних ресурсів»*.

Проф. Л.С. Галецький – яскравий взірець надзвичайно плідного ученого. Він автор понад 460 наукових робіт, серед яких 10 монографій. Учений – автор і співавтор 55 геологічних звітів, семи методичних посібників, 12 цільових і комплексних програм геологічних досліджень. Він був членом вченої ради і членом спецради ІГН НАН України і членом спецради Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Учений входив до складу редколегій *«Геологічного журналу»*, журналів *«Тектоніка і стратиграфія»* та видання *«Геолог України»*. Л.С. Галецький – був педагогом і талановитим ученим, наділеним блискучими організаторськими здібностями. Працюючи на різних посадах в Мінгео України, керував численними колективами високопрофесійних геологів. За науковим керівництвом проф. Л.С. Галецького підготовлено 10 докторів, 20 кандидатів геолого-мінералогічних наук. Тривалий час він читав лекції студентам Київського національного університету імені Тараса Шевченка по тектоніці і металогенії. У 2009-2011 рр. видатний металогеніст був головою Державної екзаменаційної комісії на геологічному факультеті університету.

Роботи Леоніда Станіславовича відмічені високими нагородами. Він був лауреатом Державних премій УРСР (1973) і СРСР (1979). Його трудова діяльність відмічена дипломами: *«Почесний розвідник надр СРСР»* (1980), *«Почесний розвідник надр України»* (1995), *«Першовідкривач родовища СРСР»* (1980). Вчений нагороджений орденами і медалями УРСР і СРСР, зокрема орденом *«Знак Шани»* (1966), орденом *«Козацький Хрест»* (2004), орденом *«За трудові досягнення IV ступеня»* (2007), Золотою відзнакою Союзу геологів України (2001).

Відмічаючи безперечні науково-виробничі заслуги Л.С. Галецького, особливо варто підкреслити і його особисті привабливі якості: принциповість, величезну працездатність, інтерес до історії, музики, мистецтва. Леонід Станіславович завжди залишався доступною, скромною, чуйною і чудовою Людиною, який завжди був готовий прийти на допомогу колегам і близьким. Життєве кредо Ученого і Людини: *«Любов, краса і доброта врятовують світ; віддавати – краще, ніж брати; жити в гармонії з собою»*.

Світла пам'ять про Леоніда Станіславовича Галецького назавжди збережеться в серцях колег, вдячних учнів і нащадків. У 2014 р. у с. Перга Житомирської області йому та іншим геологорозвідникам, які відкрили Пержанське родовище, було встановлено пам'ятний знак.

Редколегія «Геологічного журналу»

Повідомлення

ПРО ВІДНОВЛЕННЯ РОБОТИ МІЖВІДОМЧОГО ТЕКТОНІЧНОГО КОМІТЕТУ УКРАЇНИ

У зв'язку з важливим значенням тектонічного аналізу при геологічному вивченні території України та пошуках корисних копалин, необхідністю і обов'язковістю складання тектонічних карт при глибинному геологічному картуванні (ГГК-200) в кінці ХХ ст. було створено Міжвідомчий тектонічний комітет України (МТКУ), головою якого було призначено голову Держгеолслужби України Д.С. Гурського.

Останнім важливим досягненням комітету було видання у 2007 р. Тектонічної карти України м-бу 1:1 000 000 (голов. ред. Д.С. Гурський). Проте через несприятливі економічні обставини останнього часу, в яких опинилась Державна служба геології та надр України («Держгеонадра України»), а також у зв'язку з тим, що пішли з життя такі видатні тектоністи, як І.І. Чебаненко, С.С. Круглов, Є.І. Паталаха, Ю.О. Арсірій, А.Я. Радзівілл, Є.Б. Глеваський, К.Ю. Єсипчук, або стали пенсіонерами Д.С. Гурський, В.П. Кирилук, В.Я. Великанов, В.М. Клочков та ін., з 2007 р. МТКУ старого складу практично припинив свою роботу.

Враховуючи надзвичайну важливість геотектоніки у всьому розмаїтті наук про Землю, її швидкий розвиток і домінуючу роль у розробці пошукових критеріїв на горючі та рудні корисні копалини, Відділення наук про Землю (ВНЗ) Національної академії наук України вирішило реанімувати роботу МТКУ у новому складі.

За ініціативою академіка-секретаря ВНЗ акад. НАН України О.М. Пономаренка, голови Міжвідомчого стратиграфічного комітету (МСК) України акад. П.Ф. Гожика, директора Інституту геофізики (ІГФ) ім. С.І. Субботіна НАН України акад. НАН України В.І. Старостенка очолити

оновлений МТКУ запропоновано одному з відомих тектоністів України чл.-кор. НАН України О.Б. Гінтову. Запропоновано також склад керівництва МТКУ: голова комітету – О.Б. Гінтов (ІГФ НАН України); заступники голови – д-р геол. наук М.М. Костенко (голова Науково-редакційної ради (НРР) Держгеонадра України), д-р геол. наук О.М. Гнилко (Інститут геології і геохімії горючих копалин (ІГГК) НАН України); науковий секретар комітету – канд. геол.-мінерал. наук І.С. Потапчук (Інститут геологічних наук (ІГН) НАН України).

Керівництву МТКУ запропоновано розробити проект складу Бюро МТКУ та проект основного складу МТКУ, запросивши до нього геологів, геофізиків та географів з наукових установ НАН України, інших наукових та виробничих організацій України різних форм власності – докторів і кандидатів наук, відомих своїми тектонічними роботами, а також затвердити ці склади на організаційному засіданні Бюро МТКУ.

Запропоновано також розробити основні принципи діяльності МТКУ, перспективний план його роботи і затвердити їх на загальних зборах МТКУ.

17 березня 2017 р. в ІГН НАН України відбулося організаційне засідання Бюро МТКУ, на якому затверджено склад Бюро (*додається*), склад МТКУ (*додається*), проект документу про принципи роботи МТКУ (*додається*) та проект перспективного плану роботи МТКУ (*додається*).

21 березня 2017 р. всі документи затверджені на засіданні Бюро ВНЗ НАН України.

**Бюро
Міжвідомчого тектонічного комітету України**

№ з/п	ПІБ	Ступінь, звання, місце роботи
1	Гінтов Олег Борисович	<i>чл.-кор. НАН України, ІГФ НАН України, Київ (голова МТКУ)</i>
2	Костенко Микола Михайлович	<i>д-р геол. наук, голова НРР «Держгеонадра України», Київ (заступник голови)</i>
3	Гнилко Олег Мирославович	<i>д-р геол. наук, ІГТК НАН України, Львів (заступник голови)</i>
4	Потапчук Іван Степанович	<i>канд. геол.-мінерал. наук, ІГН НАН України, Київ (секретар)</i>
5	Старостенко Віталій Іванович	<i>акад. НАН України, ІГФ НАН України, Київ</i>
6	Кутас Роман Іванович	<i>чл.-кор. НАН України, ІГФ НАН України, Київ</i>
7	Степанюк Леонід Михайлович	<i>чл.-кор. НАН України, ІГМР НАН України, Київ</i>
8	Михайлов Володимир Альбертович	<i>д-р геол. наук, КНУ імені Тараса Шевченка, Київ</i>
9	Шевчук Віктор Васильович	<i>д-р геол. наук, КНУ імені Тараса Шевченка, Київ</i>
10	Альохін Віктор Іванович	<i>д-р геол. наук, ДонНТУ, Покровськ</i>
11	Мельничук Віктор Григорович	<i>д-р геол. наук, НУВГП, Рівне</i>
12	Єнтін Володимир Аркадійович	<i>канд. геол.-мінерал. наук, ДП «Укргеолкомпанія», Київ</i>
13	Покалюк Володимир Васильович	<i>д-р геол. наук, ДУ «ІГНС НАН України», Київ</i>
14	Палієнко Валентина Петрівна	<i>д-р геогр. наук, Інститут географії (ІГ) НАН України», Київ</i>
15	Веліканов В'ячеслав Якимович	<i>канд. геол.-мінерал. наук, член НРР «Держгео- надра України», Київ</i>

Склад Міжвідомчого тектонічного комітету України

Гінтов Олег Борисович – чл.-кор. НАН України, ІГФ НАН України, Київ (голова), тел. 0971720971

Костенко Микола Михайлович – д-р геол. наук, голова НРР «Держгеонадра України», Київ (заступник голови), тел. 0986149061

Гнилко Олег Мирославович – д-р геол. наук, ІГТК НАН України, Львів (заступник голови), тел. 0966355493

Потапчук Іван Степанович – канд. геол.-мінерал. наук, ІГН НАН України, Київ (секретар), тел. 0984199170

Члени МТК (Київське відділення):

Пономаренко Олександр Миколайович – акад. НАН України, ІГМР НАН України

Старостенко Віталій Іванович – акад. НАН України, ІГФ НАН України

Шнюков Євген Федорович – акад. НАН України, ДУ ВМГОР НАН України

Лукін Олександр Юхимович – акад. НАН України, ІГН НАН України

Кутас Роман Іванович – чл.-кор. НАН України, ІГФ НАН України

Степанюк Леонід Михайлович – чл.-кор. НАН України, ІГМР НАН України

Шехунова Стелла Борисівна – чл.-кор. НАН України, ІГН НАН України

Палієнко Валентина Петрівна – д-р геогр. наук, ІГ НАН України

Шнюкова Катерина Євгенівна – д-р геол. наук, ІГМР НАН України

Альохін Віктор Іванович – д-р геол. наук, ДонНТУ (м. Покровськ)

Бобров Олександр Борисович – д-р геол.-мінерал. наук, ПВНЗ «Інститут Тутковського»

Верховцев Валентин Геннадійович - д-р геол. наук, ДУ ІГНС НАН України

Покалюк Володимир Васильович – д-р геол. наук, ДУ ІГНС НАН України

Ремезова Олена Олександрівна - д-р геол.-мінерал. наук, ІГН НАН України

Єсипович Станіслав Михайлович - д-р геол. наук, ЦАКДЗ ІГН НАН України

Шаталов Микола Микитович – д-р геол. наук, ЦАКДЗ ІГН НАН України

Довбніч Михайло Михайлович - д-р геол. наук, НГУ України (Дніпро)

Єгорова Тамара Петрівна – д-р геол. наук, ІГФ НАН України

Русаков Олег Максимович – д-р геол.-мінерал. наук, ІГФ НАН України

Орлюк Михайло Іванович – д-р геол.-мінерал. наук, ІГФ НАН

Бахмутов Володимир Георгійович – д-р геол. наук, ІГФ НАН України

Коболєв Володимир Павлович – д-р геол.-мінерал. наук, ІГФ НАН України

Михайлов Володимир Альбертович – д-р геол. наук, КНУ імені Тараса Шевченка

Шевчук Віктор Васильович – д-р геол.-мінерал. наук, КНУ імені Тараса Шевченка

Загнітко Василь Миколайович – д-р геол.-мінерал. наук, КНУ імені Тараса Шевченка

Веліканов В'ячеслав Якимович – канд. геол.-мінерал. наук, член НРР «Держгеонадра України»

Єнтін Володимир Аркадійович – канд. геол.-мінерал. наук, ДП «Українська геологічна компанія»

Клочков Валерій Михайлович – канд. геол.-мінерал. наук, член НРР «Держгеонадра України»

Мичак Сергій Володимирович – д-р геол. наук, ІГФ НАН України

Муровська Ганна Валеріївна – канд. геол. наук, ІГФ НАН України

Пашкевич Інна Костянтинівна – канд. геол.-мінерал. наук, ІГФ НАН України

Фарфуляк Людмила Вікторівна – канд. геол. наук, ІГФ НАН України

Лисинчук Дмитро Володимирович – канд. геол.-мінерал. наук, ІГФ НАН України
Цвєткова Тетяна Олексіївна – канд. фіз.-мат. наук, ІГФ НАН України
Шимків Любомир Максимович – голов. геофізик ДП «Українська геологічна компанія»
Баньковський Михайло Володимирович – канд. геол. наук, ІГН НАН України
Горайнов Сергій Володимирович – канд. геол.-мінерал. наук, НАК «Нафтогаз України»
Науменко Уляна Зеновіївна – канд. геол. наук, ІГН НАН України
Спиця Роман Олександрович – канд. геогр. наук, ІГ НАН України
Гейченко Михайло Валентинович – канд. геол. наук, ПАТ «ДАК Українські поліметали»
Безвинний Володимир Петрович – канд. геол. наук, ПВНЗ «Інститут Тутковського»
Скопиченко Ігор Михайлович – канд. геол.-мінерал. наук, ІГН НАН України
Александров Олександр Львович – канд. геол. наук, ІГН НАН України

Члени МТК (Львівське відділення):

Гнилко Олег Мирославович – д-р геол. наук, ІГГК НАН України (**голова відділення**)
Хом'як Леонід Миколайович – канд. геол. наук, ЛНУ імені Івана Франка (**секретар відділення**)
Павлюк Мирослав Іванович – чл.-кор. НАН України, ІГГК НАН України
Кирилюк Віктор Павлович – д-р геол.-мінерал. наук, член МСТК
Сіворонов Альберт Олексійович – д-р геол.-мінерал. наук, ЛНУ імені Івана Франка
Крупський Юрій Зіновійович – д-р геол.-мінерал. наук, ЛНУ імені Івана Франка
Мельничук Віктор Григорович – д-р геол. наук, НУВГП, Рівне
Ступка Орест Степанович – д-р геол.-мінерал. наук, ІГГК НАН України
Максимчук Валентин Юхимович – д-р фіз.-мат. наук, КВ ІГФ НАН України
Бубняк Андрій Миколайович – канд. геол. наук, геолог-консультант
Бубняк Ігор Миколайович – канд. геол. наук, ЛНУ імені Івана Франка
Віхоть Юрій Михайлович – канд. геол. наук, ЛНУ імені Івана Франка
Накапелюх Михайло Володимирович – канд. геол. наук, ІГФ НАН України
Генералова Лариса Володимирівна – канд. геол. наук, ЛНУ імені Івана Франка
Ващенко Віталій Опанасович – начальник ГРП Львівської ГЕ
Шлапінський Володимир Євгенович – канд. геол. наук, ІГГК НАН України

Секції МТК України:

Секція теоретичної геотектоніки і тектонофізики (кер. Шевчук В.В.)
Секція регіональної тектоніки (кер. Костенко М.М.)
Секція прикладних проблем тектоніки (кер. Потапчук І.С.)
Секція з питань термінології і номенклатури геоструктур України (кер. Михайлов В.А.)
Секція глибинної геофізики і геотектоніки (кер. Старостенко В.І.)
Секція неотектоніки (кер. Палієнко В.П.)

Склад секцій МТКУ:

Секція теоретичної геотектоніки і тектонофізики (керівник секції **Шевчук В.В.**):
Бахмутов В.Г., Бобров О.Б., Бубняк І.М., Генералова Л.В., Гінтов О.Б., Гнилко О.М., Довбніч М.М.,
Єнтін В.А., Загнітко В.М., Кирилюк В.П., Крупський Ю.З., Кутас Р.І., Лукін О.Ю., Мельничук В.Г.,
Михайлов В. А., Муровська Г.В., Орлюк М.І., Павлюк М.І., Палієнко В.П., Покалюк В.В.,
Пономаренко О.М., Ступка О.С., Шевчук В.В., Шнюкова К.Є.

Секція регіональної тектоніки (керівник секції **Костенко М.М.**)

Секція включає кураторів та основних виконавців регіональних підрозділів:

Гінтов О.Б., Кирилюк В.П., Степанюк Л.М. (**Український щит**)

Гнилко О.М., Кутас Р.І., Павлюк М.І. (**Карпатський регіон**)

Бахмутов В.Г., Великанов В.Я., Мельничук В.Г. (**Волино-Подільський регіон**)

Лукін О.Ю., Михайлов В.А., Шехунова С.Б. (**Дніпровсько-Донецький регіон**)

Коболєв В.П., Муровська Г.В., Старостенко В.І. (**Південно-Український регіон – Азово-Чорноморський басейн, Причорномор'я, Крим, Добруджа**)

Верховцев В.Г., Палієнко В.П., Спиця Р.О. (**Неотектоніка України**)

За необхідністю до роботи секцій та засідань будуть запрошуватись й інші члени МТК України.

Секція прикладних проблем тектоніки (керівник секції **Потапчук І.С.**): Альохін В.І., Александров О.Л., Баньковський М.В., Бобров О.Б., Бубняк А.М., Горяйнов С.В., Єнтін В.А., Єсипович С.М., Кирилюк В.П., Костенко М.М., Мельничук В.Г., Михайлов В.А., Науменко У.З., Покалюк В.В., Потапчук І.С., Ремезова О.О., Скопиченко І.М., Шехунова С.Б., Шлапінський В.Є.

Секція з питань термінології і номенклатури геоструктур України (керівник секції **Михайлов В.А.**): Бахмутов В.Г., Великанов В.Я., Гінтов О.Б., Загнітко В.М., Кутас Р.І., Мельничук В.Г., Михайлов В.А., Покалюк В.В., Шевчук В.В.

Секція глибинної геофізики і геотектоніки (керівник секції **Старостенко В.І.**): Баньковський М.В., Гінтов О.Б., Довбніч М.М., Єгорова Т.П., Єнтін В.А., Коболєв В.П., Кутас Р.І., Лисинчук Д.В., Лукін О.Ю., Муровська Г.В., Орлюк М.І., Пашкевич І.К., Русаков О.М., Старостенко В.І., Фарфуляк Л.В., Цветкова Т.О., Шевчук В.В., Шимків Л.М.

Секція неотектоніки (керівник секції **Палієнко В.П.**): Великанов В.Я., Верховцев В.Г., Гейченко М.В., Максимчук В.Ю., Палієнко В.П., Потапчук І.С., Спиця Р.О., Шаталов М.М.

Регіональні підрозділи МТК України

Український щит (куратор **Гінтов О.Б.**): Александров О.Л., Альохін В.І., Безвинний В.П., Бобров О.Б., Гейченко М.В., Єнтін В.А., Єсипович С.М., Загнітко В.М., Кирилюк В.П., Клочков В.М., Костенко М.М., Мичак С.В., Науменко У.З., Пашкевич І.К., Покалюк В.В., Пономаренко О.М., Потапчук С.І., Ремезова О.О., Сіворонов А.О., Скопиченко І.М., Степанюк Л.М., Шаталов М.М., Шевчук В.В.

Карпатський регіон (куратор **Гнилко О.М.**): Альохін В.І., Баньковський М.В., Бубняк А.М., Бубняк І.М., Ващенко В.О., Віхоть Ю.М., Генералова Л.В., Гінтов О.Б., Кутас Р.І., Максимчук В.Ю., Муровська Г.В., Накапелюх М.В., Павлюк М.І., Ступка О.С., Хом'як Л.М., Шехунова С.Б., Шлапінський В.Є.

Волино-Подільський регіон (куратор **Мельничук В.Г.**): Бахмутов В.Г., Великанов В.Я., Орлюк М.І., Науменко У.З., Палієнко В.П., Спиця Р.О., Шаталов М.М., Шимків Л.М.

Дніпровсько-Донецький регіон (куратор **Лукін О.Ю.**): Александров О.Л., Горяйнов С.В., Довбніч М.М., Михайлов В.А., Орлюк М.І., Пашкевич І.К., Русаков О.М., Шехунова С.Б.

Південно-Український регіон (Азово-Чорноморський басейн, Причорномор'я, Крим, Добруджа) (куратор **Коболєв В.П.**): Верховцев В.Г., Горяйнов С.В., Єгорова Т.П., Кутас Р.І., Лисинчук Д.В., Муровська Г.В., Русаков О.М., Старостенко В.І., Фарфуляк Л.В., Цветкова Т.О., Шимків Л.М., Шнюков Є.Ф., Шнюкова К.Є.

Про принципи роботи МТКУ

Викладені нижче принципи роботи МТКУ увійдуть складовою частиною в **Положення про Міжвідомчий тектонічний комітет України**, який буде розроблено членами Бюро МТКУ і затверджено на Бюро ВНЗ та загальних зборах членів МТКУ.

1. Основним своїм завданням МТКУ вбачає *поширення знань про геотектонічні і геодинамічні процеси, які відбуваються у надрах Землі, та про адекватне відображення пов'язаних з ними на вищих структурних рівнях процесів і структур на геологічних, структурних, тектонічних, геодинамічних та інших картах України, а також пояснювальних записок до них.*

2. Геотектоніка та геодинаміка належать до наук, які для пізнання закономірностей будови земної кори і поширення в ній родовищ корисних копалин повинні узагальнювати всі глобальні матеріали про геологічну будову як земної поверхні, так і глибинних оболонок планети. Тому в них однаково активно задіяні як *усі галузі геології, так і геофізика, географія, а також термодинаміка, фізична хімія, математичне і фізичне моделювання.* З цього випливає й склад членів МТКУ.

3. У своїй діяльності МТКУ буде керуватися прикладом ефективної та успішної діяльності МСК України, якому вдається обговорювати й узагальнювати практично всі наукові та виробничі дослідження в Україні з питань стратиграфії і геохронології та, як наслідок, уніфікувати стратиграфічні схеми, що використовуються при складанні та виданні геологічних карт.

4. Тектонічні науки (в порядку розширення: тектоніка – геотектоніка – геодинаміка) на тлі інших напрямів сучасної геології розвиваються найшвидше. Інформація надходить лавиноподібно. Однак підручники та посібники з цих дисциплін не встигають за нею. До того ж в Україні на сьогодні жодний вищий навчальний заклад не навчає магістрів за спеціальністю «Геотектоніка», підготовка аспірантів також не проводиться, а дисертації за даною спеціальністю захищаються дуже рідко, лише в спецраді Д26162.02 при ІГН НАН України. Таким чином, практично призупинено підготовку фахівців з геотектоніки. Молоді спеціалісти, котрі хочуть захистити дисертації тектонічного напрямку, вимушені виїздити за кордон – в Європу, Америку, Росію, де геотектоніка і геодинаміка є лідерами в науках про Землю.

Виходячи з цього, *МТКУ одним із своїх важливих завдань вважає тісні стосунки з гірничими, політехнічними вузами та університетами, а також з МОН України для виправлення такого становища.*

5. Одним з важливіших завдань МТКУ є *організація регіональних і міжнародних конференцій з питань геотектоніки та геодинаміки* за участю вітчизняних і закордонних спеціалістів. Ця робота потребує досить великих витрат, тому може бути розпочата з 2018 р.

6. Кожен член МТКУ повинен бути носієм сучасних геотектонічних знань в геологічну аудиторію, тобто:

а) постійно вивчати всю сучасну зарубіжну та вітчизняну геологічну, геофізичну, мінералогічну періодику;

б) слідкувати за змістом публікацій в українській науковій періодиці, присвяченій питанням тектоніки, та активно реагувати на них;

в) брати активну участь у заслуховуванні та захисті дисертацій тектонічного напрямку;

г) входити з пропозиціями до Бюро МТКУ про заслуховування важливих та дискусійних питань з геотектоніки, запрошувати вітчизняних та (при можливості) зарубіжних вчених для доповідей з цих питань.

7. Виходячи з важливості п. 5, МТКУ звертається до керівництва МСК України (голова – акад. НАН України П.Ф. Гожик) і Науково-редакційної ради (НРР) «Держгеолслужби України» (д-р геол. наук М.М. Костенко) з пропозицією ввести до складу цих органів декількох (не менше двох) авторитетних вчених – членів МТКУ.

8. Організаційні питання:

а) Засідання Бюро МТКУ відбуваються в приміщенні ІГН НАН України за пропозиціями або вимогами членів Бюро та його голови. Про це члени Бюро сповіщаються електронною поштою і телефоном. Протоколи засідань Бюро розсилаються керівникам регіональних підрозділів МТКУ.

б) Засідання регіональних підрозділів (РП) МТКУ відбуваються за ініціативою їх керівників і пропозиціями їхніх членів для заслуховування доповідей членів РП або запрошених вітчизняних та іноземних вчених. Засідання відбуваються в приміщенні ІГН НАН України або там, де вирішить керівник РП. Про засідання члени РП сповіщаються вивішеними оголошеннями, а при необхідності – електронною поштою і телефоном.

в) Організаційні загальні збори членів МТКУ скликаються в **травні 2017 р.**, а звітні – в кінці кожного року.

Перспективний план роботи МТКУ

Загальний план діяльності МТКУ впливає з перелічених вище принципів його роботи.

– У квітні 2017 р. Бюро МТКУ розробило **Положення про Міжвідомчий тектонічний комітет України**, який буде затверджений на Бюро ВНЗ та загальних зборах членів МТКУ.

– Також одним з найперших завдань МТКУ вважає продовження розробки та видання **Короткого українського словника сучасних тектонічних і геодинамічних термінів** (розпочатої в УкрДГРІ, проте не завершеної через нестачу коштів), в якому були б враховані не лише досягнення світової геотектоніки, але й надбання української геологічної науки та особливості назв тектонічних структур України.

Конкретний план полягає в організації і керівництві складанням тектонічних карт окремих регіонів та всієї території України.

– Насамперед передбачається розпочати побудову **Тектонічної карти Українського щита масштабу 1:500 000** силами ІГН, ІГ, ІГМР НАН України, геологічними підприємствами НРР «Держгеонадра України» та спеціалістами з геології докембрію інших організацій і вищих навчальних закладів України.

– Оскільки фінансування вказаних робіт поки що немає, в 2017 р. будуть вирішуватись в основному організаційні питання. Крім того, ІГФ НАН України, ДП “Українська геологічна компанія”, Донецьким національним технічним університетом за рахунок коштів існуючих тем почнуться і в 2018 р. завершаться роботи з побудови **Схеми розломно-мегаблокової структури Українського щита масштабу 1:500 000** як основи-каркасу Тектонічної карти Українського щита масштабу 1:500 000. Схема буде представлена в МТКУ для розгляду і затвердження, після чого буде видана і рекомендована як обов’язкова для всіх організацій, що займаються побудовою регіональних тектонічних і геологічних карт окремих районів Українського щита.

– В 2018 р., за наявності фінансування з боку НРР «Держгеонадра України» та НАН України, під керівництвом МТКУ почнеться побудова Тектонічної карти Українського щита масштабу 1: 500 000, в якій будуть задіяні всі перелічені вище організації.

– Передбачається також побудова тектонічних карт інших регіонів України силами відповідних регіональних підрозділів.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

У «Геологічному журналі» висвітлюються нові дані геологічної науки і практики, теоретичні розробки, наукові узагальнення, результати досліджень корисних копалин, дискусійні питання, нові концепції, гіпотези тощо. Розглядаються об'єкти України та інших країн, якщо вони становлять загальнонауковий інтерес. Статті друкуються українською, російською та англійською мовами за бажанням авторів.

Матеріали, що надсилаються до «Геологічного журналу», мають бути оформлені відповідно до вимог і стандартів зарубіжної аналітичної бази даних SCOPUS (<http://www:nbov.gov.ua/node/869>).

До редакції подавати паперову копію статті та рисунків (два примірники), шрифт через 1,5 інтервали. Роздрукована має бути підписана всіма авторами. Крім того, слід надавати електронну версію статті, оформлену в редакторі Microsoft **Word** у форматі **DOC**, шрифт Times New Roman Cyrillic. Текст не архівувати. Рисунки представляти у форматі **TIF**.

Статті супроводжувати листом з місця роботи авторів (в якому надана гарантія оплати витрат по виданню публікації та повідомляється розрахунковий рахунок), витягом із засідання відділу з рекомендацією статті до друку, актом експертної комісії.

Структура статті така: вступ, теоретично-методична частина, обговорення результатів, висновки. Обсяг статті повинен не перевищувати 15 сторінок через 1,5 інтервали (разом з таблицями, списком літератури / references, підтекстовками до рисунків, українським, російським і англійським резюме). Рисуноків – не більше 4. Таблиці, рисунки, підтекстовки, список літератури / references друкувати на окремих сторінках. Назви таблиць, рисунків і підтекстовок до них набирати мовою оригіналу, а також англійською. У статтях використовувати тільки одиниці системи **SI**.

Список літератури / References складається в алфавітному порядку. Під одним пунктом літератури подається описання джерела спочатку мовою оригіналу (відповідно до ДСТУ 8302:2015 «Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання»), а під ним (без повторення номера пункту літератури) – англійською (згідно з вимогами і стандартами зарубіжної бази даних SCOPUS). Якщо літературне джерело англійською мовою, то його треба описати під одним номером літератури двічі. Вказувати всіх авторів, не скорочуючи до трьох. В тексті посилання на літературні джерела набирати в квадратних дужках, подаючи прізвище автора і через кому – рік видання (якщо два автора, то набирати обох; якщо три і більше, то вказувати першого та ін. і через кому – рік видання). Кількість джерел – 10-25. Вказувати індекс **doi** (за наявності).

Стаття має бути оформлена за такою схемою:

Індекс УДК статті – у верхній частині сторінки від лівого поля (нежирним прямим).

Назва статті мовою оригіналу – у верхній частині сторінки по центру (великими літерами прямим напівжирним).

Ініціали та прізвища авторів – по центру (прямим жирним).

Нижче – ким рекомендовано (10 pt курсив нежирний).

Ще нижче – повна назва організацій та їх знаходження (місто, країна), E-mail (11 pt) (прямим).

Ще нижче – вчений ступінь, вчене звання, посада всіх авторів (11 pt курсив нежирний).

Через 1 інтервал по ширині:

Резюме та ключові слова мовою оригіналу (10 pt прямим нежирним).

Через 1 інтервал по ширині:

Англійською мовою – та сама інформація в тій самій послідовності: заголовок; автори; ким рекомендовано; назва організацій та їх адреса (всі значущі слова набирати з великої літери), E-mail; вчений ступінь, вчене звання, посада; резюме (за обсягом може бути більше, ніж резюме національною мовою – 100-250 слів; оптимальний варіант – стисле повторення структури статті) та ключові слова.

Через 1 інтервал по ширині:

Російською мовою (або українською, якщо стаття російською мовою) – та сама інформація в тій самій послідовності: заголовок; автори; ким рекомендовано; назва організацій та їх адреса, E-mail; вчений ступінь, вчене звання, посада.

Авторський знак © – останній рядок на першій сторінці (10 pt прямим нежирним).

З нової сторінки від лівого поля:

Повний текст статті мовою оригіналу (11 pt через 1,5 інтервала прямим нежирним).

Наприкінці тексту статті – подяки.

З нової сторінки від лівого поля:

Список літератури / References (10 pt через 1,5 інтервали).

Після літератури до правого поля набрати дату надходження статті (10 pt через 1,5 інтервала прямим нежирним).

Автори відповідають за точність викладених фактів, цитат, бібліографічних довідок, написання географічних назв, власних імен.

Статті, оформлені не за вказаними правилами, прийматися до розгляду не будуть.

ПОМИЛКА

У «Геологічному журналі» № 4 (357), 2016 р. у статті Н.К. Парамонові, І.С. Гамшеєвої, І.М. Запольського «Теоретична база розрахунку флюїдних систем у забрудненому легкими нафтопродуктами геологічному середовищі у процесі коливання рівня ґрунтових вод. Стаття 4. Порядок розрахунку та аналізу флюїдних систем у забрудненому легкими нафтопродуктами геологічному середовищі у процесі коливання рівня ґрунтових вод» з технічних причин допущено помилку. На с. 110, ліва колонка, третій рядок зверху треба читати так: $h_{ow} = h_{ao}$ замість $h_{aw} = h_{ao}$.