



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 * № 1 (358)

Головний редактор
ГОЖИК Петро Феодосійович

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

АНДРЕЄВА-ГРИГОРОВИЧ А. С. (Україна)
ВЕЛІКАНОВ В. Я. (Україна)
ГАЛЕЦЬКИЙ Л. С. (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)
ХРУЦОВ 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)

ГАЛЕЦКИЙ Л. С. (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)

GALETSKY L. S. (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 27.02.2017. Підписано до друку 20.03.2017. Формат 60x84/8. Папір офсетний № 1.
Друк офсетний. Ум.-друк. арк. 21,0. Тираж 410 прим. Зам. № 14. 2017.

© Інститут геологічних наук НАН України, 2017

ЗМІСТ

- 5 Вдовенко М.В., Єфіменко В.І.**
Про систематику родини Dainellidae Cozar et Vachard, 2001 emend. 2011
- 23 Шестопалов В.М., Овчиннікова Н.Б.**
Дослідження рівноважного стану води та проблема впливу питної та мінеральної води на здоров'я людини
- 37 Огняник М.С., Брикс А.Л., Гаврилюк Р.Б.**
Розвиток моніторингових досліджень у зв'язку із забрудненням підземних вод нафтопродуктами
- 47 Сапун Т.О.**
Вплив стану поверхневих вод на процеси седиментогенезу Молочного та Утлюцького лиманів
- 55 Матищук О.А.**
Палеогеографічні особливості формування сланцевих метаконгломератів новокриворізької світи Криворізької структури
- 62 Мацуї В.М.**
Академік П.А. Тутковський про генезис бурштину

Гіпотези. Дискусії. Рецензії

- 67 Багрій І.Д.**
Фундаментальні розробки нових концепцій та високоефективних пошукових технологій (підземні води, вуглеводні)
- 91 Андрейчук В.М.**
До нової парадигми карсту

Із історії науки

- 97 Шаталов М.М.**
Видатний геолог-нафтовик, академік ГРИГОРІЙ НАЗАРОВИЧ ДОЛЕНКО (До 100-річчя від дня народження)

Ювілеї

- 101 Лялько В.І., Попов М.О., Федоровський О.Д., Філіпович В.Є., Єсіпович С.М., Седлерова О.В.**
До 25-річчя від дня заснування Державної установи «Науковий Центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук Національної академії наук України»

Втрати науки

- 109 Пам'яті** АНДРІЯ ЮРІЙОВИЧА МОЙСЕЄВА
- 110 Пам'яті** ВОЛОДИМИРА ГРИГОРОВИЧА ПРОКОПЕНКА

CONTENTS

- Vdovenko M.V., Efimenko V.I.**
About the systematic of family Dainellidae Cozar et Vachard, 2001 emend. 2011
- Shestopalov V.M., Ovchinnikova N.B.**
Investigation of water equilibrium state and problem of drinking and mineral water's effect on human health
- Ognianik N.S., Bricks A.L., Havryliuk R.B.**
Development of the monitoring research of groundwater contaminated by petroleum products
- Sapun T.O.**
Display of surface water to the sedimentogenesis Molochnyi and Utyutskyi estuaries
- Matischuk O.A.**
Paleogeographic features of the formation of shale metaconglomerates of novokrivorozhskaya suite of Kryvyi Rih structure
- Matsui V.M.**
Academician P.A. Tutkovsky about genesis of amber

Hypotheses. Discussions. Reviews

- Bagriy I.D.**
Fundamental inventions of new concepts and high effective search technologies (groundwater, hydrocarbons)
- Andreychuk V.N.**
Toward a new paradigm of karst

From the History of Science

- Shatalov N.N.** The great the geologist, petroleum-expert GRIGORIY NAZAROVICH DOLENKO (On the 100 th Anniversary of the His Birthday)

Jubilees

- Lyalko V. I., Popov M.A., Fedorovsky A.D., Filipovich V.E., Esipovich S.M., Sedlerova O.V.**
On the 25th Anniversary from the foundation of the State Institute «Scientific Center for aerospace research of the Earth of the Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine»

Losses of Science

- In memory** ANDRIY YURIYOVYCH MOISEYEV
- In memory** VOLODYMYR GRYGOROVYCH PROKOPENKO

СОДЕРЖАНИЕ

- Вдовенко М.В., Ефименко В.И.**
О систематике семейства Dainellidae Cozar et Vachard, 2001 emend. 2011
- Шестопалов В.М., Овчинникова Н.Б.**
Исследование равновесного состояния воды и проблема влияния питьевой и минеральной воды на здоровье человека
- Огняник Н.С., Брикс А.Л., Гаврилюк Р.Б.**
Развитие мониторинговых исследований в связи с загрязнением подземных вод нефтепродуктами
- Сапун Т.А.**
Влияние состояния поверхностных вод на процессы седиментогенеза Молочного и Утлюкского лиманов
- Матищук А.А.**
Палеогеографические особенности формирования сланцевых метаконгломератов новокриворожской свиты Криворожской структуры
- Мацуї В.М.**
Академик П.А. Тутковский о генезисе янтаря

Гипотезы. Дискуссии. Рецензии

- Багрій І.Д.**
Фундаментальные разработки новых концепций и высокоэффективных поисковых технологий (подземные воды, углеводороды)
- Андрейчук В.Н.**
К новой парадигме карста

Из истории науки

- Шаталов Н.Н.**
Выдающийся геолог-нефтяник, академик ГРИГОРИЙ НАЗАРОВИЧ ДОЛЕНКО (К 100-летию со дня рождения)

Юбилеи

- Лялько В.И., Попов М.А., Федоровский А.Д., Филипович В.Е., Есіпович С.М., Седлерова О.В.**
К 25-летию со дня основания Государственного учреждения «Научный Центр аерокосмических исследований Земли Института геологических наук Национальной академии наук Украины»

Утраты науки

- Памяти** АНДРЕЯ ЮРЬЕВИЧА МОЙСЕЕВА
- Памяти** ВЛАДИМИРА ГРИГОРЬЕВИЧА ПРОКОПЕНКО

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.

**О СИСТЕМАТИКЕ СЕМЕЙСТВА
DAINELLIDAE COZAR ET VACHARD, 2001 EMEND. 2011**

М.В. Вдовенко¹, В.И. Ефименко²

(Рекомендовано д-ром геол.-минерал. наук В.И. Полетаевым)

¹ *Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина,
E-mail: vdovenkoM@gmail.com
Доктор геолого-минералогических наук.*

² *Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина,
E-mail: evi2_2@yahoo.com
Кандидат геологических наук, старший научный сотрудник.*

Среди раннекаменноугольных фораминифер особый интерес вызывают Loeblichioidea, в частности даинеллиды, играющие важную роль в стратиграфическом расчленении этих отложений и корреляциях различного масштаба. Представленная статья базируется как на многочисленных литературных данных, так и на результатах многолетнего изучения большого фактического материала из нижнекаменноугольных отложений различных районов Украины и смежных территорий. Особое внимание обращено на характеристику родов *Pojarkovella* и *Euxinita*, их отличие и сходство. Рассмотрены также возможные родственные связи между некоторыми даинеллидами и ранними фузулиноидеями.

Ключевые слова: раннекаменноугольные фораминиферы, семейство Dainellidae, систематика, родственные связи, роды *Pojarkovella*, *Euxinita*.

**ABOUT THE SYSTEMATIC
OF FAMILY DAINELLIDAE COZAR ET VACHARD, 2001 EMEND. 2011**

M.V. Vdovenko¹, V.I. Efimenko²

(Recommended by doctor of geological-mineralogical sciences V.I. Poletaev)

¹ *Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kiev, Ukraine,
E-mail: vdovenkoM@gmail.com
Doctor of geological-mineralogical sciences.*

² *Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kiev, Ukraine,
E-mail: evi2_2@yahoo.com
Candidate of geological sciences, senior researcher.*

Among the Early Carboniferous foraminifera the most interesting is Loeblichioidea and mainly Dainellidae that play an important part in the stratigraphic breakdown of these deposits and different correlations. The presented article is based on numerous literature data as well as on the results of long-term study of large factual material on the Lower Carboniferous deposits in different regions of Ukraine and adjacent territories. Primary attention is paid to studying *Pojarkovella* and *Euxinita* genera, their similarities and differences. Possible relations between various Dainellidae and early Fusulinoidea are also analyzed.

Key words: Early Carboniferous Foraminifera, family Dainellidae, systematic, relations, genera *Pojarkovella*, *Euxinita*.

ПРО СИСТЕМАТИКУ РОДИНИ DAINELLIDAE COZAR ET VACHARD, 2001 EMEND. 2011

М.В. Вдовенко¹, В.И. Єфіменко²

(Рекомендовано д-ром геол.-мінерал. наук В.І. Полтаєвим)

¹ Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, E-mail: vdovenkoM@gmail.com
Доктор геолого-мінералогічних наук.

² Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, E-mail: evi2_2@yahoo.com
Кандидат геологічних наук, старший науковий співробітник.

Серед ранньокам'яновугільних форамініфер особливо цікавими є *Loeblichioidea*, зокрема даїнеліди, бо вони відіграють важливу роль у стратиграфічному розчленуванні цих відкладів і кореляціях різного масштабу. Представлена стаття базується як на численних літературних даних, так і на результатах багаторічного вивчення великого фактичного матеріалу із нижньокам'яновугільних відкладів різних районів України та суміжних територій. Особливу увагу привертає характеристика родів *Pojarkovella* і *Euxinita*, їх схожість та відмінність. Розглянуті також можливі родинні зв'язки між деякими даїнелідами та ранніми фузуліноїдеями.

Ключові слова: ранньокам'яновугільні форамініфери, родина *Dainellidae*, систематика, родинні зв'язки, роди *Pojarkovella*, *Euxinita*.

Введение

История изучения систематики фораминифер, ее постепенной модернизации была детально рассмотрена в информативной статье М.Н. Соловьевой [Соловьева, 1981]. Она отметила, что «...успешная разработка системы является необходимой посылкой к решению задач широкой предметной области, включающей стратиграфию, экологию, биогеографию, исследование проблем эволюции и многое другое» [Там же, с. 3]. В частности, систематика очень важна и для решения вопросов зональной стратиграфии.

Со второй половины прошлого столетия в советской микропалеонтологии успешно использовалась систематика фораминифер, разработанная большим авторским коллективом микропалеонтологов при подготовке к изданию первого тома «Основы палеонтологии» [Основы..., 1959]. В этой систематике фораминиферы рассматривались в ранге подкласса. В качестве основных критериев для нее были приняты морфологический, геохронологический и экологический.

Следующей наиболее полной систематикой, составленной на основании просмотра, изучения и анализа огромного материала, явились «*Treatise on invertebrate Paleontology*» [Loeblich and Tappan, 1964]. А в 1987 г. было опубликовано двухтомное наиболее полное капитальное издание тех же авторов «*Foraminiferal genera and their classification*» [Loeblich and Tappan, 1987].

В 1981 г. в бывшем СССР вышли в свет две работы по систематике фораминифер кайнозоя [Саидова, 1981] и мезокайнозоя [Введение..., 1981]. Отсутствие в Союзе сводных работ по ревизии систематики палеозойских фораминифер усложняло работу микропалеонтологов особенно в производственных организациях. В связи с этим были подготовлены и опубликованы два справочника по систематике фораминифер палеозоя [Справочник..., 1993, 1996]. Редакторы первого Д.М. Раузер-Черноусова и Е.А. Рейтлингер, а второго – они же и Т.С. Исакова. В этих справочниках были использованы данные как отечественных, так и зарубежных микропалеонтологов, опубликованные к началу 90-х годов прошлого столетия. В предложенной в справочниках систематике ранг фораминифер был повышен до класса, а также были повышены ранги многих надродовых категорий (отрядов, семейств и др.) с уточнением их систематического положения. Основными критериями, которые использовали составители справочника, были «морфологический (или функционально-морфологический) и историко-геолого-эволюционный, включающий и палеофаунистический аспект» [Справочник..., 1993, с. 3]. Отличия систематик фораминифер в работе 1987 г. и в справочниках 1993 и 1996 гг. рассмотрены в последних.

В 1999 г. опубликована классификация фораминифер В.И. Михалевиц [Михалевиц, 1999],

в которой она повысила ранг фораминифер до типа и выделила в нем пять классов, ряд подклассов и т.д. включительно до подсемейств. Наиболее детально рассмотрены современные фораминиферы. Основной комплекс морфологических признаков, используемых М.И. Михалевич, следующий: форма раковины, количество камер, тип навивания, ультраструктура стенки, наружные и внутренние дополнительные скелетные образования, строение устья, форма камер и др. Три первых из выше перечисленных признаков М.И. Михалевич считает основными, а форму раковины – более важным признаком, нежели структура стенки. Тот факт, что М.И. Михалевич не придает такого решающего значения признаку микроструктуры стенки, как А. Loeblich, Н. Таррап и их последователи, во многом обусловил отличия предложенной ею систематики [Михалевич, 1999] от широко известной систематики упомянутых авторов [Loeblich and Tarran, 1987].

После публикации наиболее полной классификации палеозойских фораминифер [Справочник..., 1993, 1996] прошло 20 лет. За это время появилось немало работ, в которых нашли отражение новые данные по систематике фораминифер палеозоя, касающиеся отдельных семейств, родов и т.п., а именно: выделяются новые семейства, подсемейства, роды, изменяется их соподчиненность и т.д. Это в основном публикации микропалеонтологов дальнего зарубежья, а также СНГ. Среди российских микропалеонтологов продолжают изучать вопросы систематики каменноугольных фораминифер Н.Б. Гибшман, Е.Л. Зайцева, Р.И. Иванова, Т.И. Исакова, Е.И. Кулагина, Р.А. Лядова, Г.Ю. Пономарева, С.Т. Ремизова, М.В. Щербакова и др. В остальных странах СНГ в настоящее время фораминиферы карбона и их систематика изучаются гораздо меньше. Только отдельные исследователи-энтузиасты работают в Казахстане и Киргизии: В.Я. Жаймина, А.В. Дженчураева и др. В Украине эти вопросы до недавнего времени исследовала М.В. Вдовенко, а в настоящее – В.И. Ефименко. Немало работ по описанию раннекаменноугольных фораминифер опубликовано микропалеонтологами дальнего зарубежья: Р. Brenckle, Р. Cozar, L. Hance, F.X. Devuyst, G. Groves, В. Mamet, А. R. Strank, J. Kalvoda, Н. М. Li, D. Vachard и мн. др. В этих публикациях много внимания уделяется вопросам систематики, выяснению эволюционных (так называемых филогенетических) связей фораминифер, морфологии раковины и т.п.

Мы попытались проанализировать полученные за последние 20 лет новые данные по систематике раннекаменноугольных фораминифер и показать возможность их использования в био-стратиграфии карбона Доно-Днепровского прогиба (ДДП) и смежных регионов Украины.

Систематическое положение даинеллид

Среди раннекаменноугольных фораминифер особенный интерес вызывают лебликииды, играющие важную роль в стратиграфическом расчленении этих отложений и в корреляциях различного масштаба. Поэтому первоочередные наши исследования были посвящены лебликиидам. Материал оказался настолько обширным, что в данной статье удалось рассмотреть только даинеллоподобные формы, ранее относимые к лебликиидам, а в 2001 г. выделенные в подсемейство Dainellinae [Cozar, Vachard, 2001] и в 2011 г. – в семейство Dainellidae [Hance et al., 2011]. Наши исследования базируются как на многочисленных литературных данных, так и на опыте многолетнего изучения большого фактического материала из верхнетурнейских, визейских и серпуховских отложений нижнего карбона ДДП, Придобруджья, Львовско-Волынского угольного бассейна и других смежных регионов [Vdovenko, 2000; Вдовенко, 2013 и др.]. Особое внимание обращается на изучение родов *Pojarkovella* и *Euxinita*, их отличие и сходство. Рассмотрены также возможные родственные связи между некоторыми даинеллидами и ранними фузулиноидеями.

В данной статье сделана попытка анализа систематики лебликиид, опубликованной О.А. Липиной в справочнике 1996 г. [Справочник..., 1996], а также изменений, внесенных в эту систему в последующие годы.

Лебликииды – одно из семейств каменноугольных фораминифер, систематика которых после первоначального его выделения в 1955 г. [Cummings, 1955] за последние более чем 50 лет претерпела весьма существенные изменения. Они касаются как состава, объема, так и повышения таксономического ранга самого семейства. Такой повышенный интерес многих микропалеонтологов-карбонистов к изучению представителей данного семейства, по-видимому, можно объяснить не только широким распространением лебликиид в карбоне и той существенной ролью, которую они играют в расчленении каменноугольных отложений, но и очень большой изменчи-

востью морфологических признаков у представителей данного семейства, сходством их не только с эндотиридами, но и с ранними фузулинидами [Розовская, 1975 и др.]. Е.А. Рейтлингер считала лебликиид связующим звеном между Endothyridae и Fusulinidae [Рейтлингер, 1981]. Последнее объяснялось как наличием близких родственных связей, так и возможным более удаленным родством [Рейтлингер, 1981] родов, у которых сочетаются морфологические признаки лебликиид, эндотирид и первых фузулинид. Это привело к тому, что их систематическое положение различные исследователи трактуют неоднозначно.

Таким образом, родовой состав семейства Loeblichidae у различных исследователей существенно различается [Cummings, 1955; Розовская, 1963, 1975; Вдовенко, 1972 и др.; Conil et al., 1979; Рейтлингер, 1981; Липина, 1985 и др.; Cozar, Vachard, 2001; Hance et al., 2011 и др.]. Такие изменения в большой степени зависят от того, каким таксономическим признакам тот или иной исследователь отдает предпочтение (т.е. считает их основными или решающими) для данного семейства. Так, Р.Н. Cummings, выделяя подсемейство Loeblichinae семейства Endothyridae Brady, 1884 [Cummings, 1955], включил в него вначале только один род *Loeblichia*. Р.Н. Cummings считал характерными признаками данного подсемейства следующие: наличие у его представителей дисковидной плоско-спиральной или почти плоско-спиральной раковины с многочисленными оборотами и камерами в последнем обороте, а также тонкозернистую или неравномернозернистую, перекристаллизованную стенку и дополнительные образования в виде псевдохомат или отсутствие таковых и т.д. Эти признаки составляют основной комплекс морфологических признаков, используемых последующими исследователями семейства Loeblichidae. Но не все они придавали перечисленным признакам одинаковое таксономическое значение.

Так, Е.А. Рейтлингер считала одним из основных признаков лебликиид строение стенки, ее свойство к перекристаллизации [Рейтлингер, 1981], М.В. Вдовенко – наличие своеобразных дополнительных образований [Вдовенко, 1972 и др.], Н.Е. Бражникова – степень колебания оси навивания оборотов (Бражникова в [Атлас..., 1971]). Очень много для изучения семейства Loeblichidae, его характеристики, эволюционных связей сделала О.А. Липина [Липина, 1985; Справочник..., 1996 и др.]. Проследив эволюционные

(морфогенетические) связи лебликиид с эндотиридами, она нашла и выделила наиболее важные морфологические признаки для семейства Loeblichidae и впервые отнесла род *Spinoendothyra* к семейству Loeblichidae. Признаки, которые были выделены О.А. Липиной из ранее приведенных Р.Н. Cummings при первичном описании подсемейства Loeblichinae в 1955 г. [Cummings, 1955], следующие. Это тип навивания низкой спирали с большим количеством камер в последнем обороте и септами эндотириодного типа. В предложенной в 1985 и 1996 гг. систематике подсемейства Loeblichinae она их считала наиболее важными. Характеру навивания оборотов, строению стенки, типу дополнительных отложений и т.п. О.А. Липина не придавала такого большого значения и рассматривала их в качестве родовых признаков семейства. Все это позволило О.А. Липиной обосновать состав семейства Loeblichidae в 1996 г. [Справочник..., 1996]. Так, значительное колебание оси навивания оборотов до почти плоско-спирального, различный тип дополнительных образований (от псевдохомат, хомат, бугорков, арок и т.д. вплоть до выстилания внутренней поверхности оборотов), состав стенки от однородной микрозернистой до разнотернистой с отдельными светлыми зернами (иногда образующими целые участки стенки) до дифференцированной и перекристаллизованной – все это позволило О.А. Липиной в 1996 г. [Справочник..., 1996] предложить следующий объем подсемейства Loeblichinae Cummings, 1955 семейства Loeblichidae Cummings, 1955, emend. Lipina, 1985. Это *Loeblichia* с под родами *L. (Urbanella)* (Malakhova), 1963 и *L. (Loeblichia)* Cummings, 1955; *Dainella* Brazhnikova, 1962; *Elergella* Conil, 1984; *Klubonibelia* Conil, 1980; *Lysella* Bozorgnia, 1973; *Pojarkovella* Simonova et Zub, 1975; *Spinoendothyra* Lipina, 1963 с под родами *S. (Spinoendothyra)* и *S. (Inflatoendothyra)* (Brazhnikova et Vdovenko), 1972; и условно *Pseudochernyshinella* Brazhnikova, 1974. К семейству Loeblichidae О.А. Липина отнесла и подсемейство Quasiendothyridae Reitlinger, 1961.

В последующие годы зарубежные исследователи D. Vachard, P. Cozar, L. Hance, F.X. Devuyt, J. Kalvoda и мн. др., детально изучая раннекаменноугольные фораминиферы, внесли много нового, в частности, в систематику лебликиид. Они не приняли безоговорочно систематику данного семейства, предложенную в 1985 и 1996 гг. О.А. Липиной [Липина, 1985; Справочник...,

1996 и др.]. Так, признавая наличие родственных связей у лебликиид и спиноэндотир и возможность их происхождения от последних, некоторые исследователи не включили спиноэндотир и инфлатоэндотир в состав семейства Loeblichidae [Pinard et Mamet, 1998; Conil et al., 1979; Cozar, Vachard, 2001 и др.] и оставили их в составе семейства Endothyridae Brady, 1884.

Несомненно, можно согласиться с мнением P. Cozar и D. Vachard [Cozar, Vachard, 2001 и др.] об исключении подсемейства Quasiendothyridae из состава Loeblichidae и выделении самостоятельного семейства Quasiendothyridae. Мы считаем достаточно убедительным мнение этих исследователей о том, что квазиэндотириды, появляющиеся в позднем девоне и в конце его полностью вымершие, являются слепой ветвью эволюции. Их морфологическое сходство с лебликиидами, по-видимому, никак не близкородственное.

Очень своевременным, на наш взгляд, представляется отделение даинеллоподобных форм от лебликиид и выделение вначале самостоятельного подсемейства Dainellinae Cozar et Vachard, 2001, а позже семейства Dainellidae [Hance et al., 2011]. Логично выглядит и объединение даинеллид и всех остальных лебликиид в надсемейство Loeblichioidea Cummings, 1955 emend. 2011. Dainellidae сохраняют основные признаки семейства Loeblichidae: тесную спираль, многокамерность и эндотироидную септацию. Их объединяет даинеллоподобное навивание оборотов. Такие морфологические признаки, как строение стенки и, особенно, характер дополнительных отложений в сочетании прежде всего с навиванием, позволяют проследить все родовое и видовое многообразие даинеллид. Диагноз семейства Dainellidae Cozar et Vachard, 2001 emend. 2011 [Hance et al., 2011] следующий. Раковины от средних до больших размеров, наутилоидные с постоянным сильным колебанием оси навивания, инволютные, реже частично эволютные. Камеры многочисленные, субквадратные, без сутурных швов. Стенка простая, темная, дифференцированная или грубозернистая. Дополнительные образования в виде псевдохомат, хомат или арок и шипов. Устье простое. Состав: род *Dainella* Brazhnikova, 1962 [Бражникова, 1962] с подродами – *D. (Bessiella)* Conil et Hance in Groessens et al., 1982 (= *?Lysella* Bozorgnia, 1973) emend. Hance et al., 2011 и *D. (Praedainella)* Hance et al., 2011; роды *Bozorgniella* Cozar et Vachard, 2001; *Klubonibelia* Conil, 1980; *Neoparadainella*

Vdovenko, 1973 в [Бражникова, Вдовенко, 1973]; *Paradainella* Brazhnikova, 1971 в [Атлас..., 1971]; *Paralysella* Cozar et Vachard, 2001 emend. Hance et al., 2011; *Pojarkovella* Simonova et Zub, 1975; *Vissarionovella* Cozar et Vachard, 2001.

Родовыми признаками, используемыми авторами данного семейства, были приняты такие: различная степень колебания оси навивания оборотов даинеллид, а также отличия в развитии характерных для них дополнительных образований и в меньшей степени изменений в строении стенки. Если «даинелловое» навивание оборотов развивалось, вероятно, от сильно колеблющегося к постепенному его выравниванию, то дополнительные отложения – от выстилающих и бугорковидных до псевдохомат и хомат. При этом бесконечное разнообразие даинеллид прослеживается не только на родовом, подродовом и видовом уровнях, но и на уровне особей одного и того же вида. Поэтому определение их систематической принадлежности часто вызывает большие затруднения. Отсюда нередкие разногласия относительно принадлежности тех или иных видов даинеллид к различным родам или подродам. При этом определение усложняется еще и тем, что выделение новых таксонов иногда производится по одному (часто поперечному) сечению, по которому трудно уточнить характер оси навивания оборотов, дополнительных отложений и другие морфологические признаки. Несомненно, важным является и установленное для современных фораминифер положение о том, что совместное существование нескольких близкородственных пар родов и видов фораминифер в природе не наблюдается [Murgey, 1991 и др.]. Это может касаться, как нам кажется, некоторых подродов даинелл и других близкородственных родов семейства.

Мы предполагаем, что наиболее древними даинеллоподобными формами были даинеллиды с сильно колеблющейся осью навивания вплоть до изменения ее наклона, возможно, не только в каждом обороте, но даже иногда и в пределах одного оборота. Наиболее четко такое навивание прослеживается у представителей рода *Paradainella* Brazhnikova, 1971. Этот род по характеру навивания спирали его автор отнесла к семейству Loeblichidae. Е.А. Рейтлингер, опираясь на характер строения стенки парадаинелл, условно отнесла род к семейству Endothyranopsidae [Справочник..., 1996]. Парадаинеллы, появляясь в ДДП в позднем турне ($C_1^1 d$ – карповский

горизонт) в большом количестве, постепенно исчезают в самых низах виле. Они, несомненно, похожи на даинелл типом навивания спирали. Их дополнительные отложения в виде непостоянных псевдохомат и выстилания оборотов, эндотироидная септация, относительно тесное

навивание внутренних оборотов и увеличение высоты наружных, количество камер в последнем обороте до 10 и более сближают их с даинеллами. Основное отличие от даинелл – крупная массивная раковина, толстая зернистая, часто грубозернистая стенка (табл. I). Если

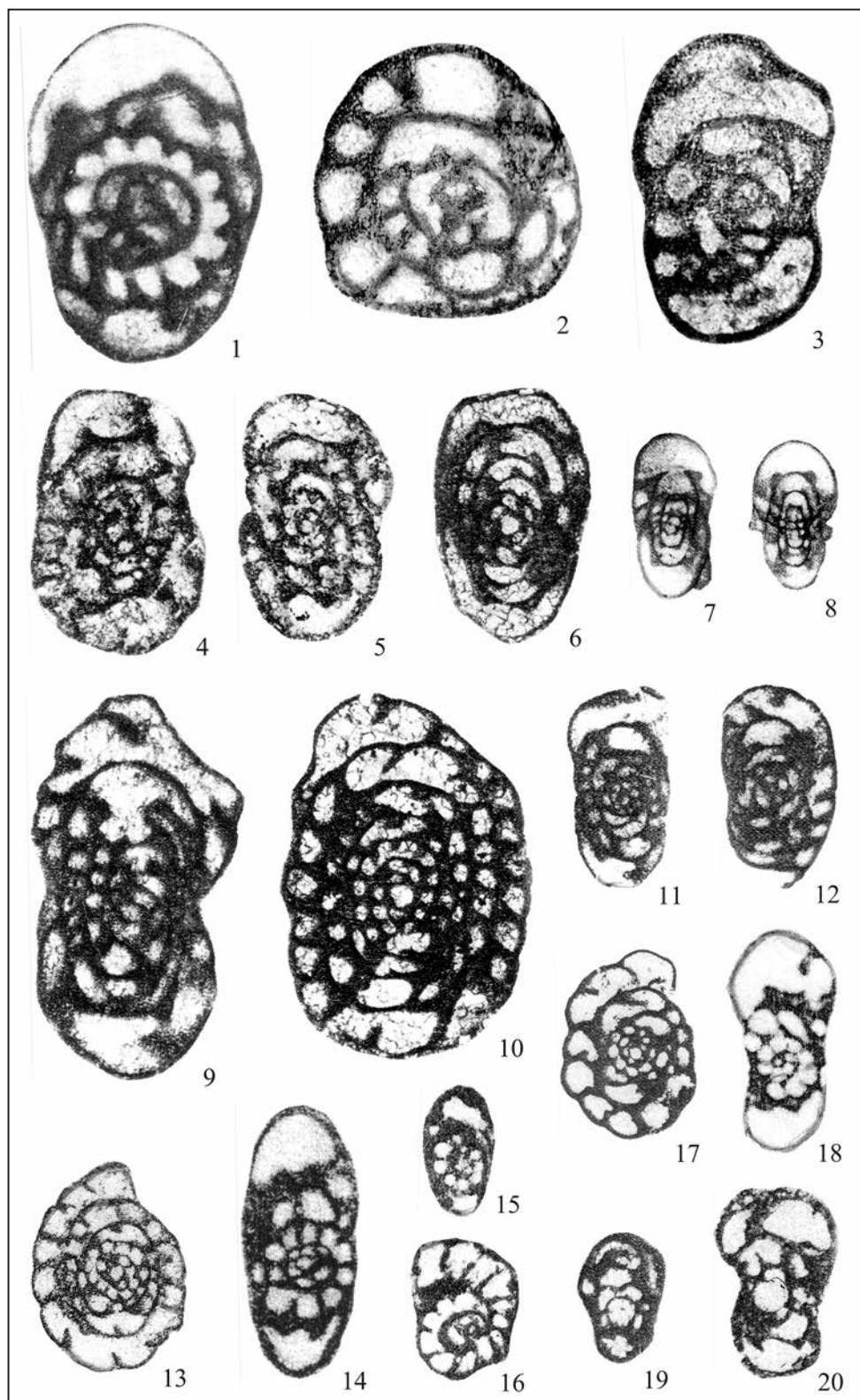


Таблица I
Plate I

появление парадаинелл в ДДП отмечается в фораминиферовой зоне *Spinoendothyrа costifera* – *Paradainella dainelliformis*, т.е. в $C_1^1d_1$ (с основания карповского горизонта) [Вдовенко, 2008, 2009], то даинеллы появляются несколько позже. Первые единичные даинеллы обнаружены в $C_1^1d_2$, т.е. в верхней части карповского горизонта. Это в основном виды Г.А. Ганелиной, установленные ею в 1966 г. в Приуралье в косьвинском горизонте верхней части турнейского яруса [Ганелина, 1966]. Типичные и разнообразные даинеллы в большом количестве в Дне-

провско-Донецкой впадине (ДДВ) появляются в докучаевском горизонте (аналоге косьвинского горизонта Восточно-Европейской платформы), а в Донбассе – в C_1^1a (тот же горизонт, фораминиферовая зона *Eoparastaffella rotunda* [Вдовенко, 2008, 2009]).

Первые примитивные даинеллы были выделены в 2011 г. [Hance et al., 2011] в подрод *Praedainella* с типовым видом *Dainella (Praedainella) delicataeformis*, Hance et al., 2011. К ним были отнесены даинеллы с округлой периферией, значительным колебанием (сильным

Таблица I

- Фиг. 1.** *Dainella chomatica* (Dain) в [Бражникова, 1962]; ×100; Донбасс, зона C_1^1c ; голотип типового вида рода *Dainella* Brazhnikova, 1962.
- Фиг. 2, 3.** *Paradainella dainelliformis* Brazhnikova et Vdovenko в [Атлас..., 1971]; ×75; Донбасс, подзона $C_1^1d_2$; **3** – голотип типового вида рода *Paradainella* Brazhnikova, 1971.
- Фиг. 4, 5.** *Dainella tumultuosa* Bozorgnia, 1973. ×70; Иран, V1a; **4** – голотип типового вида рода *Bozorgniella* Cozar et Vachard, 2001.
- Фиг. 6.** *Lysella schubertelloides* Bozorgnia, 1973; ×70; Иран, V1a; голотип вида.
- Фиг. 7, 8.** *Paralysella regularis* Hance et al., 2011; ×35; Южный Китай, MFZ 12 (MFZ – Микрофаунистическая зона); **8** – голотип вида.
- Фиг. 9, 10.** *Lysella crassisepta* Bozorgnia, 1973; ×70; Иран, V1a; **10** – голотип типового вида рода *Paralysella* Hance et al., 2011.
- Фиг. 11-13.** *Lysella gadukensis* Bozorgnia, 1973; ×40; Иран, V1a; **13** – голотип типового вида рода *Lysella* Bozorgnia, 1973.
- Фиг. 14.** *Quasiendothyrа nibelis* Durkina, 1959 emend. *Pojarkovella nibelis* Simonova et Zub, 1975; ×78; Тимано-Печорская провинция, визейский ярус, михайловский горизонт; голотип вида.
- Фиг. 15, 16.** *Pojarkovella honesta* Simonova et Zub, 1975; ×50; Северный Тянь-Шань, хребет Кетмень, визейский ярус, кунгейская свита; типовой вид рода *Pojarkovella* Simonova et Zub, 1975; **15** – голотип вида.
- Фиг. 17.** *Bessiella legrandi* Conil et Hance в [Groessens et al., 1982]; ×45; Западная Европа; верхнее турне – нижнее визе; голотип типового вида подрода рода *Dainella (Bessiella)* Hance et al., 2011.
- Фиг. 18.** *Pojarkovella nibelis* (Durkina), 1959; ×50; Тимано-Печорская провинция, серпуховский ярус, протвинский горизонт [Дуркина, 2002].
- Фиг. 19.** *Neoparadainella primordialis* Vdovenko в [Бражникова, Вдовенко, 1973]; ×60; Донбасс, зона C_1^1c ; голотип типового вида рода *Neoparadainella* Vdovenko, 1973.
- Фиг. 20.** *Neoparadainella eoendothyransiformis* Vdovenko в [Бражникова, Вдовенко, 1973]; ×60; Донбасс, зона C_1^1c ; голотип вида

Plate I

- Fig. 1.** *Dainella chomatica* (Dain) in [Бражникова, 1962]; ×100; Donbass, zone C_1^1c ; holotype of type species of genus *Dainella* Brazhnikova, 1962.
- Fig. 2, 3.** *Paradainella dainelliformis* Brazhnikova et Vdovenko in [Атлас..., 1971]; ×75; Donbass, subzone $C_1^1d_2$; **3** – holotype of type species of genus *Paradainella* Brazhnikova, 1971.
- Fig. 4, 5.** *Dainella tumultuosa* Bozorgnia, 1973. ×70; Iran, V1a; **4** – holotype of type species of genus *Bozorgniella* Cozar et Vachard, 2001.
- Fig. 6.** *Lysella schubertelloides* Bozorgnia, 1973; ×70; Iran, V1a; holotype of species.
- Fig. 7, 8.** *Paralysella regularis* Hance et al., 2011; ×35; South China, MFZ 12 (MFZ – Microfaunal zone); **8** – holotype of species.
- Fig. 9, 10.** *Lysella crassisepta* Bozorgnia, 1973; ×70; Iran, V1a; **10** – holotype of type species of genus *Paralysella* Hance et al., 2011.
- Fig. 11-13.** *Lysella gadukensis* Bozorgnia, 1973; ×40; Iran, V1a; **13** – holotype of type species of genus *Lysella* Bozorgnia, 1973.
- Fig. 14.** *Quasiendothyrа nibelis* Durkina, 1959 emend. *Pojarkovella nibelis* Simonova et Zub, 1975; ×78; Timan-Pechora province, Visean stage, Mikhailovsky horizon; holotype of species.
- Fig. 15, 16.** *Pojarkovella honesta* Simonova et Zub, 1975; ×50; Northern Tien-Shan, ridge Ketmen, Visean, Kungej suite; type species of genus *Pojarkovella* Simonova et Zub, 1975; **15** – holotype of species.
- Fig. 17.** *Bessiella legrandi* Conil et Hance in [Groessens et al., 1982]; ×45; Western Europe; Upper Tournaisian – Lower Visean; holotype of type species of subgenus of genus *Dainella (Bessiella)* Hance et al., 2011.
- Fig. 18.** *Pojarkovella nibelis* (Durkina), 1959; ×50; Timan-Pechora province, Serpukhovian stage, Protvinsky horizon [Дуркина, 2002].
- Fig. 19.** *Neoparadainella primordialis* Vdovenko in [Бражникова, Вдовенко, 1973]; ×60; Donbass, zone C_1^1c ; holotype of type species of genus *Neoparadainella* Vdovenko, 1973.
- Fig. 20.** *Neoparadainella eoendothyransiformis* Vdovenko in [Бражникова, Вдовенко, 1973]; ×60; Donbass, zone C_1^1c ; holotype of species

отклонением) оси навивания, четкими псевдохоматами в каждом из оборотов. Они фиксируются в зонах MFZ 8-9, т.е. в самых верхах турне – низах визе [Poty et al., 2006]. Необходимость выделения данного подрода логична. Но его отличия от остальных даинелл, к сожалению, не очень четкие. Поэтому конкретное выделение их представителей вызывает затруднения. Морфологические изменения в строении раковины даинелл, в том числе позднетурнейских и ранневизейских, очень разнообразны. Это и различие в колебании оси навивания, степень развития дополнительных образований, размеры и форма раковины и т.п. (табл. II). Все это делает выделение данного подрода довольно условным. Тем более, что в ДДП прослеживается появление первых типичных даинелл *Dainella* ex gr. *chomatica* (Dain) и других видов в аналогах косвинского горизонта турне вместе с первыми *Dainella micula* Post., *D. allosa* Vdov. и другими видами, отнесенными авторами подрода к *D. (Praedainella)* Hance et al., 2011.

Диагноз подрода *Dainella (Dainella)* Brazhn., 1962 nomen transl., 2011 [Hance et al., 2011]: раковина инволютная наутилоидная, с резким колебанием оси навивания, многочисленными камерами, массивными псевдохоматами, темной стенкой и простой апертурой. Данный диагноз несколько отличается от первоначального, приведенного Н.Е. Бражниковой [Бражникова, 1962], которая упоминала о том, что у даинелл иногда наблюдается слабо выраженная дифференциация стенки (темный тонкий наружный и более широкий внутренний слой серого цвета) и хоматы.

Третий подрод *Dainella (Bessiella)* также установлен в 2011 г. [Hance et al., 2011]. В качестве рода *Bessiella* впервые была выделена Conil et Hance в [Groessens et al., 1982] с типовым видом *Bessiella legrandi* Conil et Hance, 1982. Проведенное Cozar et Vachard в 2001 г. сравнение типовых видов *Bessiella legrandi* Conil et Hance, 1982 и *Lysella gadukensis* Bozorgnia, 1973 позволило авторам говорить об их сходстве. Но из-за скошенного сечения голотипа *Lysella gadukensis* у него плохо была видна архитектура дополнительных отложений [Hance et al., 2011]. На основании этих исследований L. Hance, D. Vachard и другие палеонтологи род *Lysella* считают возможным синонимом *Bessiella*. Бессиеллы, сохраняя в основном «даинелловое» навивание оборотов, отличаются от подрода *D. (Dainella)* Brazhn., 1962 nomen transl., 2011

[Hance et al., 2011] более слабым колебанием оси навивания внутренних оборотов и выравненным, близким к плоско-спиральному навиванием внешних оборотов, а также частичным замещением слабых хомат на шипы (которые не всегда видны, табл. I). Эти признаки позволили L. Hance, D. Vachard и др. [Hance et al., 2011] отнести бессиелл к самостоятельному подроду рода *Dainella*. К сожалению, в тех случаях, когда шипы у бессиелл не видны, точное их определение вызывает трудности. Другими словами, такие признаки, как более слабое колебание оси навивания или более выравненное, близкое к плоско-спиральному навивание, не являются достаточно четкими критериями для выделения подрода. Поэтому в нашем материале довольно трудно выявить типичных бессиелл и предаинелл, несмотря на значительное обилие особей даинелл.

Относительно самостоятельного существования рода *Lysella* Bozorgnia, 1973 можно сказать следующее. Род, несомненно, оказался сборным. Это отмечала Е.А. Рейтлингер еще в 1981 г. [Рейтлингер, 1981]. Первоначальный диагноз рода не совпадает с описанием и изображением видов, отнесенных к нему автором рода. Первоначальный диагноз рода *Lysella* Bozorgnia, 1973 следующий: раковина линзовидная с эндотироидным навиванием внутренних оборотов, наружные плоско-спиральные, дополнительные отложения в виде хомат, стенка карбонатная, зернистая, темная или светлая. Сходство типовых видов *Bessiella legrandi* Conil et Hance, 1982 и *Lysella gadukensis* Bozorgnia, 1973 подробно освещалось в литературе [Cozar, Vachard, 2001 и др.]. Среди видов лиселл, описанных F. Bozorgnia, есть формы как с даинелловым навиванием внутренних оборотов и почти плоско-спиральным наружных, так и с навиванием эоштаффеллового типа (*Lysella schubertelloides* Bozorgnia, 1973 и др.). Поэтому P. Cozar и D. Vachard провели ревизию лиселл и выделили новый род *Paralysella* Cozar et Vachard, 2001 [Cozar, Vachard, 2001] с типовым видом *Lysella crassisepta* Bozorgnia, 1973. Диагноз рода следующий: раковина широко-линзовидная до наутилоидной с округлой периферией, широкими и неглубокими умбиликусами. Навивание эндотироидное во внутренних оборотах и плоско-спиральное в последующих (слабее отклоняющееся, чем у *Dainella* или *Lysella*, но более, чем у *Eostaffella*). Присутствуют псевдохоматы,

стенка микрогранулярная, возможно дифференцированная на тектум и внутренний текториум. Апертура простая базальная. Изменения, внесенные в диагноз рода *Paralysella* в 2011 г. [Hance et al., 2011], следующие. Более мелкая, чем у даинелл раковина с более слабым, чем у даинелл и бессиелл и более плоско-спиральным, чем у лиселл s. str. навиванием с хорошо развитыми псевдохоматами или хоматами и простой темной стенкой (табл. I). Род *Paralysella* его авторы сравнивают с родом *Vissarionovella* Cozar et Vachard, 2001 с типовым видом *Eostaffella? tujmasensis* Vissarionova, 1948 [Cozar, Vachard, 2001]. Типовой вид рода *Paralysella* Cozar et Vachard, 2001 – *Lysella crassisepta* Bozorgnia, 1973 – несомненно, относится к семейству Dainellidae по характеру навивания оборотов, стенке и дополнительным отложениям. Но отнесение авторами рода *Paralysella* видов *Paralysella regularis* Hance et al., 2011, *Lysella schubertelloides* Bozorgnia, 1973 и других видов с четким плоско-спиральным навиванием преобладающего большинства оборотов к паралиселлам [Hance et al., 2011] вызывает некоторое недоумение. По навиванию оборотов часть видов паралиселл похожа на эондотиранопсисов, отличаясь от них, прежде всего иным строением стенки (простой темной). Возможно, паралиселлы ближе к эоштаффеллам (?).

Отнесение рода *Vissarionovella* его авторами к даинеллидам сомнений не вызывает. Его диагноз: раковина линзовидная, выпуклая с округлой периферией, неглубокими умбиликусами. Навивание эндотироидное во внутренних оборотах и выравненное во внешних. Присутствуют псевдохоматы. Стенка темная микрогранулярная с явно отличимым тектумом, дифференцированная (табл. II). Апертура простая, базальная. Род появляется в среднем визе. В ДДП почти не наблюдается. В.И. Ефименко обнаружила единичные виссарионовеллы в серпуховских отложениях Донбасса.

Род *Bozorgniella* Cozar et Vachard, 2001 с типовым видом *Dainella tumultuosa* Bozorgnia, 1973 имеет следующий диагноз [Cozar, Vachard, 2001]: раковина асимметричная, иногда почти килеватая во внутренних оборотах [Bozorgnia, 1973, табл. 12, фиг. 7], частично эволютная. Отклонения оси навивания постоянные с переменным колебанием до 45°. Большие хоматы. Стенка грубозернистая, относительно светлая (табл. I). Данный род сравнивается его авторами

[Cozar, Vachard, 2001] с другими родами. С родом *Euxinita* Conil et Dil [Dil, 1976] его сближает внешнее сходство раковин этих двух родов. Но бозоргниеллы гораздо крупнее эвксинит (приблизительно в 2–3 раза), их стенка толстая, грубозернистая. Время появления и существования этих родов различное. Для бозоргниелл это V1a, а для эвксинит – поздний визе – серпухов (V3 – serp.). От даинелл бозоргниеллы отличаются менее выраженным даинелловым навиванием, строением стенки. Их некоторое сходство с овоидными эопараштаффеллинами вряд ли указывает на то, что они могли быть предковыми формами эопараштаффеллин, как предполагали P. Cozar и D. Vachard [Cozar, Vachard, 2001]. Этому противоречит, на наш взгляд, более позднее их появление (V1a) по сравнению с эопараштаффеллинами, появившимися в конце позднего турне. Встречаются они очень редко (?), в ДДП не фиксировались. Не исключено, что это какая-то отклоняющаяся слепая ветвь даинелл (?) или парадаинелл (?).

Подрод *Paradainella* (*Neoparadainella*) Vdovenko, 1973 с типовым видом *Neoparadainella primordialis* Vdovenko, 1973 был установлен в самых верхах турне (C₁^va) и в нижневизейских отложениях ДДП. К нему были отнесены в основном ранневизейские фораминиферы, близкие к позднетурнейским парадаинеллам, от которых они отличались намного меньшим колебанием оси навивания оборотов, более четкими и постоянными дополнительными отложениями, меньшими размерами раковины. От похожих даинелл они отличаются иным строением стенки (зернистой и разнотурнейской), меньшим колебанием оси навивания. Диагноз *Neoparadainella* Vdovenko, 1973 emend. hic следующий: раковина небольшая овоидная до субсферической с навиванием внутренних оборотов, близким к даинелловому и более симметричным слабо отклоняющимся – в наружных, довольно крупной начальной камерой, примитивной (чернышинелловой) септацией во внутренних и эндотироидной – в последних оборотах. Дополнительные отложения в виде хомат или псевдохомат, иногда слегка заостренных. Стенка зернистая или неравномернозернистая с отдельными светлыми зернами кальцита. Устье простое. Возраст: самые верхи турне (C₁^va) – раннее визе ДДП (табл. I).

В. Mamet и S. Pinard [Pinard et Mamet, 1998] отнесли неопарадаинелл к даинеллам. P. Cozar и

D. Vachard в работе 2001 г. [Cozar, Vachard, 2001] рассматривали неопарадаинелл в качестве младшего синонима рода *Paradainella*. Там же они сделали интересное сообщение о виде *Dainella anivikensis* Mamet, 1977 [Armstrong and Mamet, 1977] из Аляски, который похож на *Neoparadainella primordialis* Vdovenko, 1973, типовой

вид рода *Neoparadainella*. Их структура стенки, большая начальная камера, примитивная септация во внутренних оборотах, форма дополнительных отложений имеют большое сходство. Поэтому P. Cozar и D. Vachard [Cozar, Vachard, 2001] сочли возможным признать существование рода *Neoparadainella*.

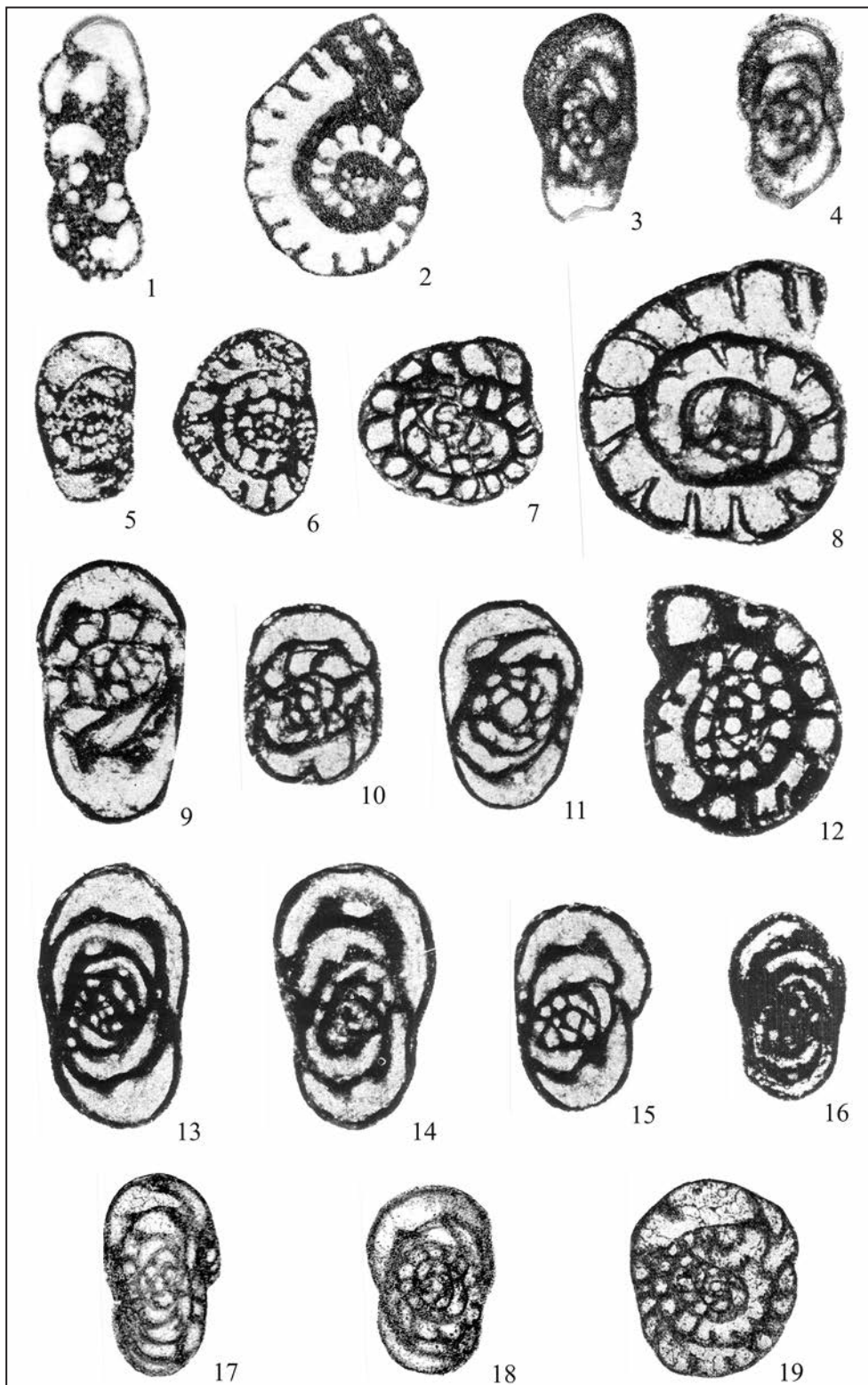


Таблица II
Plate II

Род *Pojarkovella* Simonova et Zub, 1975 [Симонова, Зуб, 1975] с типовым видом *Pojarkovella honesta* Simonova et Zub, 1975. Его первоначальный диагноз следующий: раковина дисковидная или чечевицеобразная с 1,5–2,5 внутренними инволютными тесно навитыми оборотами, ось навивания которых значительно колеблется в меняющихся плоскостях либо в одной плоскости. Наружные обороты эволютные, плоско-спиральные, свободно навитые под углом 90° к внутренним. Их высота, особенно в последнем обороте, резко возрастает. Иногда конечная часть раковины развернута. Стенка трехслойная, средний слой светлый неоднороднозернистый, внутренний и внешний слои темные тонкозернистые. Дополнительные отложения от небольших валикообразных до массивных гребневидных хомат, выстилают основания оборотов. Устье простое или ситовидное в последних камерах (табл. I, II).

Р. Cozar в 2002 г. [Cozar, 2002] проследил три типа стенки у существующих видов рода *Pojarkovella*: темную микрогранулярную, микрогранулярную агглютинированную и дифференцированную со светлым внутренним слоем – люминотеккой и двумя темными текториумами. У описанных им двух новых видов поярковелл стенка различна. У *Pojarkovella guadiatensis*

Cozar, 2002 преобладает микрогранулярная стенка с несколькими зернами кальцита и редко встречается дифференцированная – с люминотеккой. У вида *Pojarkovella pennarroyensis* Cozar, 2002 стенка четко дифференцированная с люминотеккой. Время существования первого вида V3с, второго – V3а. Таким образом, Р. Cozar утверждает, что признак строения стенки не является для поярковелл критерием высокого ранга.

М.В. Вдовенко, изучая изменения в строении стенки поярковелл из различных регионов, обнаружила, что поярковеллы из среднего визе Придобруджи (юго-запад Украины) имеют стенку от неравномернозернистой до микрозернистой без видимой дифференциации [Вдовенко, 2008]. У западноевропейских поярковелл [Conil, Lys, 1967; Conil et al., 1979] стенка разнозернистая с отдельными светлыми зернами кальцита. Там, где зерен много, они сливаются, образуя участки или сплошную светлую зернистую стенку (люминотекку), окаймленную темными тонкими слоями, т.е. она становится дифференцированной. Таким образом, у средневизейских поярковелл наблюдаются все три типа стенки [Cozar, 2002]. У серпуховских поярковелл из Тимана [Дуркина, 2002], как можно судить по их изображениям, стенка в основном однослойная мелкозернистая.

Таблица II

- Фиг. 1.** *Pojarkovella nibelis* (Durkina), 1959; ×60; Тимано-Печорская провинция, серпуховский ярус, стешевский горизонт [Дуркина, 2002].
- Фиг. 2.** *Klubonibelia immanis* Conil, 1980; ×45; Великобритания, холкерий; голотип типового вида рода *Klubonibelia* Conil, 1980.
- Фиг. 3, 4.** *Dainella (Praedainella) delicatiformis* Hance et al., 2011; ×60; Южный Китай, MFZ 8 – MFZ 9; типовой вид подрода рода *Dainella (Praedainella)* Hance et al., 2011; **3** – голотип вида.
- Фиг. 5, 6.** *Euxinita* sp.; ×75; Турция, Зонгулдак, V3с [Dil, 1976].
- Фиг. 7, 9-11.** *Dainella* (?) *efremovi* Vdovenko et Rostovceva в [Бражникова и др., 1967]; ×140; Украина, Днепровско-Донецкая впадина (ДДВ), верхнее визе, XI-X Микрофаунистические горизонты (МФГ); **11** – голотип типового вида рода *Euxinita* Conil et Dil, 1976.
- Фиг. 8.** *Euxinita* ex gr. *efremovi* (Vdovenko et Rostovceva), 1967; ×140; ДДВ, визейский ярус, XI МФГ.
- Фиг. 12-16.** *Euxinita subsymmetrica* Vdovenko et Rostovceva sp. nov. hic; **12-15** – ДДВ, визейский ярус, XI-X МФГ; ×140; **13** – голотип; **16** – Московская синеклиза, серпуховский ярус, тарусский горизонт; ×120.
- Фиг. 17-19.** *Eostaffella tujmasensis* Vissarionova, 1948 [Виссарионова, 1948]; ×40; Южный Урал, визейский ярус; типовой вид рода *Vissarionovella* Cozar et Vachard, 2001; **17** – голотип

Plate II

- Fig. 1.** *Pojarkovella nibelis* (Durkina), 1959; ×60; Timan-Pechora province, Serpukhovian stage, Steshevsky horizon [Durkina, 2002].
- Fig. 2.** *Klubonibelia immanis* Conil, 1980; ×45; Great Britain, Holkerian; holotype of type species of genus *Klubonibelia* Conil, 1980.
- Fig. 3, 4.** *Dainella (Praedainella) delicatiformis* Hance et al., 2011; ×60; South China, MFZ 8 – MFZ 9; type species of genus *Dainella (Praedainella)* Hance et al., 2011.
- Fig. 5, 6.** *Euxinita* sp.; ×75; Turkey, Zonguldak, V3с [Dil, 1976].
- Fig. 7, 9-11.** *Dainella* (?) *efremovi* Vdovenko et Rostovceva in [Бражникова и др., 1967]; ×140; Ukraine, Dnieper-Donets depression (DDD), Upper Visean; XI-X Microfaunal marker horizons (MFH); **11** – holotype of type species of genus *Euxinita* Conil et Dil, 1976.
- Fig. 8.** *Euxinita* ex gr. *efremovi* (Vdovenko et Rostovceva), 1967; ×140; DDD, Visean stage, XI MFH.
- Fig. 12-16.** *Euxinita subsymmetrica* Vdovenko et Rostovceva sp. nov. hic; **12-15** – DDD, Upper, XI-X MFH; ×140; **13** – holotype; **16** – Moscow synecise, Serpukhovian stage, Tarussky horizon; ×120.
- Fig. 17-19.** *Eostaffella tujmasensis* Vissarionova, 1948 [Виссарионова, 1948]; ×40; South Ural, Visean stage; type species of genus *Vissarionovella* Cozar et Vachard, 2001; **17** – holotype of type species

Не исключено, что изменения в строении стенки поярковелл, отмечаемые у средне- и поздневизейских экземпляров рода, приводят в конце существования поярковелл к сохранению однослойной мелкозернистой стенки.

Таким образом, род *Pojarkovella* Simonova et Zub, 1975 имеет четкие родовые признаки, довольно легко диагностируется и играет существенную роль в стратификации нижнекаменноугольных отложений. Его основные признаки: овоидная форма раковины, резкое колебание оси навивания внутренних инволютных оборотов и почти плоско-спиральное – внешних эволютных, навитых под углом 90° к внутренним. Очень характерно возрастание высоты последнего оборота или полуоборота. Отмечаются все три типа стенки, выделенные Р. Cozar [Cozar, 2002], и дополнительные отложения в виде хомат вплоть до гребневидных и четкого выстилания основания оборотов.

Большое морфологическое разнообразие поярковелл, обнаруженное Ю. А. Симоновой и В. В. Зуб в визейских отложениях Казахстана [Симонова, Зуб, 1975], позволили им выделить в основном из кунгейской свиты среднего – верхнего визе южного склона хребта Кетмень 11 видов поярковелл. Присутствие в одних и тех же отложениях стольких близких видов одного рода несколько настораживает. Не исключено, что значительное морфологическое разнообразие этих поярковелл в большой степени объясняется их существенной индивидуальной изменчивостью. Что касается вида *Pojarkovella ketmenica* Simonova et Zub, 1975, то он отличается от остальных поярковелл намного меньшими размерами, отсутствием резкого возрастания высоты последнего оборота и похож на *Neoparadainella pseudochomatica* Vdovenko, 1973 из нижневизейских отложений Донбасса [Бражникова, Вдовенко, 1973]. По данным Р. Brenckle [Brenckle, 2005], *Pojarkovella ketmenica* Simonova et Zub, 1975 и похожие на нее формы могут быть юными представителями поярковелл, в строении которых еще не нашли отражения наиболее важные признаки поярковелл. Не исключено, что возможны родственные связи этих форм с появившимися ранее неопарадаинеллами.

Относительно рода *Klubonibelia* можно сказать следующее. R. Conil в 1980 г. [Conil, 1980] отнес поярковелл с четким разворачиванием последних камер, простым и ситовидным устьем к новому роду *Klubonibelia* с типовым видом *Kl.*

immanis Conil, 1980. Его диагноз: раковина биморфная, ранняя ее часть подобна таковой у *Pojarkovella*, а поздняя – выпрямленная, однорядная. Устье простое или ситовидное в последних камерах [Справочник..., 1996]. Необходимо отметить, что в первоначальном диагнозе рода *Pojarkovella* [Симонова, Зуб, 1975] указано, что у поярковелл иногда конечная часть раковины бывает развернутой. Эта особенность хорошо видна на поперечных сечениях раковины. В продольных сечениях она выражена менее четко. Авторы рода *Pojarkovella* отмечали у него и наличие возможного ситовидного устья. Нам кажется, эти признаки при общей тенденции раковины поярковелл к разворачиванию не являются достаточно убедительными критериями для выделения самостоятельного рода.

Род *Euxinita* был выделен R. Conil et N. Dil [Dil, 1976] emend. Conil, Longerstaey, Ramsbottom, 1979 [Conil et al., 1979] с типовым видом *Dainella (?) efremovi* Vdovenko et Rostovceva, 1967 в [Бражникова и др., 1967]. Его первоначальный диагноз следующий: раковина маленькая, навивание изменчивое, внутренние обороты инволютные, внешние эволютные. Камеры многочисленны, квадратной формы, септы прямые. Стенка относительно толстая с тенденцией к перекристаллизации, из-за чего она становится грубозернистой или образует внутренний светлый слой. Дополнительные образования в виде хомат или псевдохомат. Апертура простая. ДДП V3, Бельгия V3b–V3, Турция V3c.

Этот род принимается далеко не всеми, и его возможная достоверность все еще дискутируется. Е.А. Рейтлингер еще в 1981 г. отмечала, что структура стенки рода *Euxinita* похожа на таковую рода *Pojarkovella* и считала, что эвксиниты похожи на поярковелл и, возможно, являются младшим синонимом последних [Рейтлингер, 1981]. О роде *Euxinita* как о младшем синониме рода *Pojarkovella* указано в справочнике 1996 г. [Справочник..., 1996]. Такое же мнение высказал в своей работе Р. Cozar [Cozar, 2002]. С этим был не согласен В. Mamet, считавший, что более мелкие размеры и иной тип стенки не позволяют считать эвксинит синонимом поярковелл [Pinard et Mamet, 1998]. В 2005 г. Р. Brenckle [Brenckle, 2005] отмечал, что типичные поярковеллы имеют массивные хоматы и выстилание оборотов, плоско-спиральное навивание внешних оборотов, быстрое возрастание высоты последних

камер, конечные выпуклые септы. Все эти особенности не характерны для эвксинит и подтверждают, что эти роды не одно и то же. М.В. Вдовенко, используя описание типового вида рода *Dainella (?) efremovi* Vdovenko et Rostovceva, 1967, в 2008 г. расширила диагноз рода [Вдовенко, 2008]. Типовой вид был описан на основании изучения более 200 экземпляров особей. Несомненно, эвксиниты похожи на поярковелл по типу навивания спирали, повышенному свойству стенки к изменчивости от микрозернистой, разнотекстурной до дифференцированной, наличию довольно устойчивых дополнительных отложений. Тем не менее, между ними есть ряд существенных отличий. Это более округлая форма раковины, ее намного меньшие размеры, ось навивания оборотов эвксинит колеблется почти во всех оборотах (меньше в наружных, больше во внутренних). Не наблюдалось резкого возрастания высоты камер в последнем обороте, а также выпрямления раковины и тенденции к нему. Стенка эвксинит действительно несколько похожа на таковую поярковелл. Она у большинства экземпляров эвксинит из ДДП микрозернистая темная. Иногда в ней появляются отдельные светлые зерна, которые, частично сливаясь, образуют как бы люминотекстуру. Некоторые эвксиниты (в нашем материале), возможно, вследствие перекристаллизации имеют светлую (сливную) без лучистости стенку, оконтуренную снизу и сверху тонким темным тонкозернистым слоем. Этот тип стенки особенно хорошо виден на септах в поперечных сечениях. Последний описанный тип стенки не наблюдался нами у поярковелл. У эвксинит прослеживается и выстиланная внутренней поверхности оборотов, четко фиксируемое, особенно, в поперечных сечениях. Отсутствуют среди эвксинит и формы с гребневидными дополнительными отложениями, как у поярковелл. Характерно, что время появления эвксинит в ДДП иное, чем у поярковелл. Эвксиниты в ДДП появились в позднем визе приблизительно в аналогах михайловского горизонта, в массовом количестве обнаружены в аналогах веневского горизонта ДДП и редко – в таруско-стешевских отложениях серпуховского яруса в Московской синеклизе [Махлина и др., 1993]. Нам, к сожалению, не пришлось наблюдать совместное нахождение эвксинит и поярковелл. Их разновозрастность в нашем материале несомненна. Наиболее разнообразны и многочисленны эвксиниты в верхах визе ДДП, где иногда в одном

шлифе встречается несколько экземпляров эвксинит, которые отличаются друг от друга прежде всего формой раковины (сжатые, широкие и т.п.), размерами, различным колебанием оси навивания, редко – более или менее симметрично навитыми последними оборотами. Поскольку все эти различные особи эвксинит встречаются вместе в одних и тех же отложениях (иногда в одном и том же шлифе), мы не считали возможным выделять здесь отдельные виды и принимали их в качестве морфологических форм одного и того же вида. В 1967 г. они были объединены М.В. Вдовенко и Л.Ф. Ростовцевой [Бражникова и др., 1967] под одним видовым названием *Dainella (?) efremovi*. Большое их разнообразие позволило тогда выделить среди них несколько морфологических форм. В настоящее время, пересматривая свой материал, мы убедились, что эвксиниты, объединенные в 1967 г. под названием *D. (?) efremovi* forma *subsymmetrica*, наиболее отличаются от остальных эвксинит и могут быть выделены в новый вид *Euxinita subsymmetrica*. Ниже дано описание этого вида, базирующееся на опубликованном в 1967 г. описании формы *subsymmetrica* вида *D. (?) efremovi*.

Описание вида

Euxinita subsymmetrica Vdovenko
et Rostovceva, 1967 emend. hic
Табл. II, фиг. 12-16.

1967. *Dainella (?) efremovi* Vdovenko et Rostovceva forma *subsymmetrica*, 1967 в [Бражникова и др., 1967, с. 148-149, табл. 47, фиг. 9-12].

Г о л о т и п : 1967 табл. 47, фиг. 10, ДДВ, Прилуки, скв. 12, гл. 1811-1814, 6 м, X МФГ.

Д и а г н о з . Слабо отклоняющееся почти симметричное навивание последних 2-3 оборотов и четкие развитые хоматы в этих оборотах.

О п и с а н и е . Раковина небольшая, овоидная с широко округлым периферическим краем, неглубокими умбиликусами, частично эволюционная. $D = 0,18-0,35$ мм, $L = 0,15-0,20$ мм, $L:D = 0,57-0,68$. Количество оборотов 3-5.

Навивание в начальных оборотах сильно отклоняющееся до 90° , последующие 2-3 оборота навиты со слабым отклонением оси навивания (до 15°) почти симметричные. Высота спирали во внутренних оборотах тесная, во внешних – постепенно возрастает. Стенка у большинства изученных экземпляров вида перекристаллизованная, иногда с отдельными светлыми зернами.

Реже встречаются экземпляры с темной однороднозернистой, почти неперекристаллизованной стенкой. В поперечных сечениях раковины, особенно на септах, часто виден внутренний светлый (стекловатый) слой стенки без видимой зернистости и лучистости, оконтуренный темными тонкими слоями (табл. II). Толщина стенки в последнем обороте до 0,01 мм.

Дополнительные отложения в виде постоянных относительно высоких четких хомат в последних почти симметрично навитых оборотах. В поперечных сечениях хорошо видно выстилание наружной поверхности внутренних оборотов. Количество камер в последнем обороте 11-12. Септы прямые. Устье простое широкое, овальной формы.

С р а в н е н и е. Отличается от *Euxinita efremovi* (Vdovenko et Rostovceva), 1967 намного меньшим колебанием оси навивания в последних 2-3 оборотах, а также более постоянными и высокими хоматами в этих оборотах.

М е с т о н а х о ж д е н и е и в о з р а с т. ДДП, верхневизейские отложения, особенно часто в ДДВ в XI-X МФГ, реже в серпуховских отложениях региона и в нижнесерпуховских отложениях Московской синеклизы.

Описанный новый вид *Euxinita pendleiensis* [Cozar et al., 2008] из нижнесерпуховских отложений Шотландии, по нашему мнению, имеет все признаки данного рода. Но сохранность материала (судя по фотографиям) оставляет желать лучшего. Поэтому выделение нового вида, на наш взгляд, выглядит не очень убедительно.

В этой же работе [Cozar et al., 2008] было описано два новых рода – *Praeplectostaffella* и *Praeostaffellina*. Оба были отнесены тогда их авторами к семейству Eostaffellidae Mamet, 1970.

Род *Praeostaffellina* [Cozar et al., 2008] с типовым видом *Pr. macdonaldensis* тех же авторов характеризуется наличием следующих признаков. Раковина тесно навитая, овоидная до субшаровидной с сильно отклоняющейся осью навивания, эволютная во внешних оборотах. Стенка микрогранулярная, дифференцированная, состоящая из трех слоев. Псевдохоматы низкие и прерывистые в двух последних оборотах. Этот род, по данным его авторов, отличается от эоштаффеллин колеблющимся навиванием всех оборотов. Сближает же его с ними дифференцированная трехслойная стенка. По форме раковины и особенно навиванию *Praeostaffellina* очень похожи на эвксинит. По данным Р. Cozar [Cozar et al., 2008], они отличаются от эвксинит

наличием трехслойной стенки и отсутствием в ней более светлых зерен, часто присутствующих у эвксинит, а также менее развитыми дополнительными отложениями. Возраст рода – позднее визе – ранний серпухов. Действительно, фотографии представителей типового вида данного рода очень похожи на *Euxinita efremovi* формой раковины, навиванием как внутренних, так и внешних оборотов. Время их появления и существования также совпадает. Основные отличия сводятся к наличию у эвксинит несколько более четких псевдохомат в последних оборотах. Что касается стенки, то, судя по описанию *Praeostaffellina*, у них не наблюдалась перекристаллизация стенки и отсутствуют в ней отдельные светлые зерна. А для эвксинит особенно характерна повышенная способность к перекристаллизации и появление у некоторых экземпляров дифференциации стенки с внутренним стекловатым (сливным) светлым слоем, оконтуренным с двух сторон темным тонкозернистым слоем типа тектума, а также утолщение микрогранулярной темной стенки, образующееся из-за выстилания наружной поверхности внутренних оборотов, которое особенно хорошо видно в поперечных сечениях. Изучив большое количество эвксинит из верхневизейских и нижнесерпуховских отложений ДДП, мы смогли проследить у них несколько типов строения стенки, образование которых, возможно, зависит от перекристаллизации. Но настаивать на однослойной стенке у всех эвксинит, вероятно, не приходится. Такое обилие, морфологическое разнообразие и, в основном, хорошая сохранность эвксинит ДДП позволяет нам настаивать на существовании этого рода.

Что касается рода *Praeostaffellina*, то, по нашему мнению, он занимает как бы промежуточное положение между *Euxinita* и серпуховскими *Eostaffellina* группы *E. paraprotvae*. У последних отмечается появление явно дифференцированной трехслойной стенки и наличие четких хомат. У более древних визейских *Eostaffellina* стенка, как правило, еще не дифференцированная и непостоянные псевдохоматы. Поэтому выделение рода *Praeostaffellina* как предшественника рода *Eostaffellina* нам представляется не совсем логичным. Наблюдаемое у некоторых *Euxinita* наличие как бы дифференцированной стенки сближает их с *Praeostaffellina*.

Заканчивая рассмотрение представителей семейства Dainellidae [Hance et al., 2011], необхо-

димо отметить ту огромную работу, которую провели Р. Cozar, D. Vachard, L. Nance и другие исследователи по упорядочению систематики даинеллид, прослеживанию эволюционных (филогенетических) их связей, выявлению предковых форм и ревизии многочисленного

материала, освещающего эти вопросы в печати. Наши замечания касаются в основном некоторых родственных связей даинеллид, которые авторы семейства рассматривали в своих работах. Эти замечания изложены в тексте данной статьи.

Список литературы / References

1. *Атлас* фауны турнейских отложений Донецкого бассейна (с описанием новых видов) / ред. Д.Е. Айзенберг. – Киев: Наук. думка, 1971. – 327 с.

Atlas of the Tournaisian fauna in the Donets basin (with the description of the new species), 1971. (Ed. D.E. Aizenverg). Kiev: Naukova Dumka, 327 p. (in Russian).

2. **Бражникова Н.Е.** *Quasiendothyra* и близкие к ним формы из нижнего карбона Донецкого бассейна и других районов Украины / Н.Е. Бражникова // Материалы к фауне верхнего палеозоя Донбасса. Тр. Ин-та геол. наук АН УССР. Сер. Стратигр. и палеонтол. – Киев: Изд-во АН УССР, 1962. – Вып. 44, т. 1. – С. 3-48.

Brazhnikova N.E., 1962. *Quasiendothyra* and appared forms in the Early Carboniferous of the Donets basin and adjacent Ukrainian areas. In: *Materials to the fauna of the Upper Paleozoic Donbass. Trudy Inst. Geol. Nauk AN USSR, seriya Stratigraphiya i Paleontologiya*, Kiev: Izdatelstvo AN USSR, iss. 44, vol. 1, p. 3-48 (in Russian).

3. **Бражникова Н.Е.** Микрофаунистические маркирующие горизонты каменноугольных и пермских отложений Днепровско-Донецкой впадины / Н.Е. Бражникова, Г.И. Вакарчук, М.В. Вдовенко и др. – Киев: Наук. думка, 1967. – 224 с.

Brazhnikova N.E., Vakarchuk G.I., Vdovenko M.V., Vinnichenko L.V., Karpova M.A., Kolomiez J.I., Potievskaya P.D., Rostovceva L.F., Shevchenko G.D., 1967. Microfaunal marker-horizons from the Carboniferous and Permian deposits of the Dnieper-Donets depression. Kiev: Naukova Dumka, 224 p. (in Russian).

4. **Бражнікова Н.Є.** Ранньовізейські форамініфери України / Н.Є. Бражнікова, М.В. Вдовенко. – К.: Наук. думка, 1973. – 296 с.

Brazhnikova N.E., Vdovenko M.V., 1973. Early Visean foraminifers from Ukrain. Kyiv: Naukova Dumka, 296 p. (in Ukrainian).

5. **Введение** в изучение фораминифер. (Классификация мелких фораминифер мезо-кайнозоя) / ред. Н.Н. Субботина, Н.А. Волошинова, А.Я. Азбель. – Л.: Недра, 1981. – 211 с.

Introduction to the foraminifers study. (Classification small foraminifers of Mesozoic-Kainozoic), 1981.

(Eds. N.N. Subbotina, N.A. Voloshinova, A.Ya. Azbel). Leningrad: Nedra, 211 p. (in Russian).

6. **Вдовенко М.В.** Новые данные по систематике, морфологии и филогении семейства Loeblichidae / М.В. Вдовенко // Вопросы микропалеонтологии. – М.: Наука, 1972. – Вып. 15. – С. 40-50.

Vdovenko M.V., 1972. New data on the taxonomy, morphology and phylogeny of the family Loeblichidae. *Voprosy micropaleontologii*. Moscow: Nauka, iss. 15, p. 40-50 (in Russian).

7. **Вдовенко М.В.** Об эволюционных связях некоторых раннекаменноугольных Endothyranopsidae и Loeblichidae / М.В. Вдовенко // Біостратиграфічні основи побудови стратиграфічних схем фанерозою України / відп. ред. П.Ф. Гожик. – К., 2008. – С. 22-26.

Vdovenko M.V., 2008. Evolutionary relations of some Early Carboniferous Endothyranopsidae and Loeblichidae. In: *Biostratigraphic fundamentals of creating the stratigraphic schemes of the Phanerozoic of Ukraine. Proceedings of the Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine*. (P.F. Gozhik, Editor-in-Chief). Kyiv, p. 22-26 (in Russian).

8. **Вдовенко М.В.** Фораминиферовые зоны нижнего карбона Доно-Днепровского региона / М.В. Вдовенко // Геол. журн. – 2009. – № 4 (329). – С. 75-86.

Vdovenko M.V., 2009. Lower Carboniferous foraminiferal zones of the Dono-Dnieper region. *Geologichnyy Zhurnal*, № 4 (329), p. 75-86 (in Russian).

9. **Вдовенко М.В.** Атлас раннекаменноугольных фораминифер Львовско-Волынского бассейна и Придобруджинского прогиба / М.В. Вдовенко. – Киев: Наш формат, 2013. – 127 с.

Vdovenko M.V., 2013. Atlas of Foraminifera from the Early Carboniferous of the Lvov-Volyn basin and the Pridobrudja Foredeep. Kiev: Nash Format, 127 p. (in Russian).

10. **Виссарионова А.Я.** Примитивные фузулиниды из нижнего карбона Европейской части СССР / А.Я. Виссарионова // Тр. Ин-та геол. наук АН СССР. Сер. геол. – 1948. – Вып. 62, № 9. – С. 216-226.

Vissarionova A.Ya., 1948. Primitive fusulinids from the Lower Carboniferous of the European part of the USSR. *Trudy Inst. Geol. Nauk AN SSSR. Seriya Geol.*, iss. 62, № 9, p. 216-226 (in Russian).

- 11. Ганелина Р.А.** Фораминиферы турнейских и нижневизейских отложений некоторых регионов Камско-Кинельской впадины / Р.А. Ганелина // Микробиофауна СССР. Тр. ВНИГРИ; Вып. 250. – Л.: Недра, 1966. – Сб. 14. – С. 64-175.
- Ganelina R.A.**, 1966. Foraminifers from Tournaian and Lower Visean deposits in various some regions of the Kama-Kinel depression. *Microfauna SSSR*, 14. *Trudy VNIIGRI*, iss. 250. Leningrad: Nedra, p. 64-175 (in Russian).
- 12. Дуркина А.В.** Фораминиферы серпуховского яруса Тимано-Печорской провинции / А.В. Дуркина. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2002. – 198 с.
- Durkina A.V.**, 2002. Foraminifers from Serpukhovian stage of the Timan-Pechora province. St. Petersburg: Izdatelstvo VSEGEI, 198 p. (in Russian).
- 13. Липина О.А.** Систематика и эволюция лебличкиид и спиноэндотир / О.А. Липина // Вопросы микропалеонтологии. – М.: Наука, 1985. – Вып. 27. – С. 33-46.
- Lipina O.A.**, 1985. Systematics and evolution of Loeblichids and Spinoendothyrs. *Voprosy micropaleontologii*. Moscow: Nauka, iss. 27, p. 33-46 (in Russian).
- 14. Махлина М.Х.** Нижний карбон Московской синеклизы и Воронежской антеклизы / М.Х. Махлина, М.В. Вдовенко, А.С. Алексеев и др. – М.: Наука, 1993. – 221 с.
- Makhlina M.Kh., Vdovenko M.V., Alekseev A.S., Buyshcheva T.V., Donakova L.M., Zhulitova V.E., Kononova L.I., Umnova N.I., Shik E.M.**, 1993. Lower Carboniferous of the Moscow sineclise and Voronezh anteclise. Moscow: Nauka, 221 p. (in Russian).
- 15. Михалевич В.И.** Система и филогения фораминифер. Биол. сер. Вып. 6 / В.И. Михалевич. – Омск; СПб.: Изд-во Гос. пед. ун-та, 1999. – 185 с.
- Mikhalevich V.I.**, 1999. System and phylogeny of Foraminifera. Biol. Ser. Omsk, St. Petersburg: Izdatelstvo Gos. Ped. Universiteta, iss. 6, 185 p. (in Russian).
- 16. Основы** палеонтологии. Т. 1. Общая часть. Простейшие. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 482 с.
- Foundations of Paleontology**. Vol. 1. General part. Protozoa. Moscow: Izdatelstvo AN SSSR, 1959, 482 p. (in Russian).
- 17. Рейтлингер Е.А.** К систематике эндотироидей / Е.А. Рейтлингер // Вопросы микропалеонтологии. – М.: Наука, 1981. – Вып. 24. – С. 43-59.
- Reitlinger E.A.**, 1981. By systematics of Endothyrides. *Voprosy micropaleontologii*. Moscow: Nauka, iss. 24, p. 43-59 (in Russian).
- 18. Розовская С.Е.** Древнейшие представители фузулинид и их предки / С.Е. Розовская // Тр. ПИН АН СССР. – 1963. – Т. 97. – 112 с.
- Rozovskaya S.E.**, 1963. Ancient representatives of the fusulinids and their ancestors. *Trudy Paleontologicheskogo Instituta AN SSSR*, vol. 97, 112 p. (in Russian).
- 19. Розовская С.Е.** Состав, система и филогения отряда фузулинида / С.Е. Розовская // Тр. ПИН АН СССР. – 1975. – Т. 149. – 268 с.
- Rozovskaya S.E.**, 1975. Composition, system and phylogeny of the order Fusulinida. *Trudy Paleontologicheskogo Instituta AN SSSR*, vol. 149, 268 p. (in Russian).
- 20. Саидова Х.М.** О современном состоянии системы надвидовых таксонов кайнозойских бентосных фораминифер / Х.М. Саидова. – М.: Наука, 1981. – 72 с.
- Saidova Kh.M.**, 1981. About modern state of the system of supraspecific taxon of Kainozoic benthos foraminifers. Moscow: Nauka, 72 p. (in Russian).
- 21. Симонова Ю.А.** Новые представители семейства Quasiendothyridae из средне-верхневизейских отложений Северного Тянь-Шаня и Малого Каратау / Ю.А. Симонова, В.В. Зуб // Тр. Казах. политехн. ин-та. Геология. – 1975. – Вып. 9. – С. 19-35.
- Simonova Yu.A., Zub V.V.**, 1975. New representatives of the family Quasiendothyridae in the middle and upper Visean deposits from northern Tian-Shan and Less Kara-Taou. *Trudy Kazakhstanskogo Politekhnikeskogo Instituta. Geologiya*, iss. 9, p. 19-35 (in Russian).
- 22. Справочник** по систематике мелких фораминифер палеозоя (за исключением эндотироидей и пермских многокамерных лагеноидей) / М.В. Вдовенко, Д.М. Раузер-Черноусова, Е.А. Рейтлингер, А.А. Сабиров (при участии Л.П. Гроздиловой). – М.: Наука, 1993. – 126 с.
- Reference-book** on the systematics of Paleozoic smaller foraminifera (excluding Endothyrida and multilocular Permian Lagenoida), 1993. (M.V. Vdovenko, D.M. Rauzer-Chernousova, E.A. Reitlinger, A.A. Sabirov (with participation of L.P. Grozdilova)). Moscow: Nauka, 1993, 126 p. (in Russian).
- 23. Справочник** по систематике фораминифер палеозоя (эндотироиды, фузулиноиды) / Д.М. Раузер-Черноусова, Ф.Р. Бенш, М.В. Вдовенко и др. – М.: Наука, 1996. – 207 с.
- Reference-book** on the systematics of Paleozoic foraminifera (Endothyrida, Fusulinoida), 1996. (D.M. Rauzer-Chernousova, F.R. Bensch, M.V. Vdovenko, N.B. Gibshman, E.Ya. Leven, O.A. Lipina, E.A. Reitlinger, M.N. Solovyeva, I.O. Chediya). Moscow: Nauka, 1996, 207 p. (in Russian).
- 24. Соловьева М.Н.** История установления и современное состояние системы фораминифер / М.Н. Соловьева // Вопросы микропалеонтологии. – 1981. – Вып. 24. – С. 3-42.

- Solovyeva M.N.**, 1981. History of establishment and recent state of foraminiferal system. *Voprosy micropaleontologii*, iss. 24, p. 3-42 (in Russian).
- 25. Armstrong A.K.** Carboniferous microfossils, microfossils, and corals, Lisburne Group, Arctic Alaska / A.K. Armstrong and B.L. Mamet // U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. – 1977. – 849. – P. 1-144.
- Armstrong A.K. and Mamet B.L.**, 1977. Carboniferous microfossils, microfossils, and corals, Lisburne Group, Arctic Alaska. *United States Geological Survey Professional Paper*, 849, p. 1-144 (in English).
- 26. Bozorgnia F.** Paleozoic foraminiferal biostratigraphy of Central and East Alborz Mountains, Iran / F. Bozorgnia. – Tehran: Publication of National Iranian Oil Company (Geological Laboratory), 1973. – № 4. – P. 1-185.
- Bozorgnia F.**, 1973. Paleozoic Foraminiferal biostratigraphy of Central and East Alborz Mountains, Iran. Tehran: Publication of National Iranian Oil Company (Geological Laboratory), № 4, p. 1-185 (in English).
- 27. Brenckle P.L.** A compendium of Upper Devonian – Carboniferous type foraminifers from the former Soviet Union / P.L. Brenckle // Cushman Foundation for Foraminiferal Research. – 2005. – Special Publication 38. – P. 1-153.
- Brenckle P.L.**, 2005. A compendium of Upper Devonian – Carboniferous type foraminifers from the former Soviet Union. *Cushman Foundation for Foraminiferal Research*. Special Publication 38, p. 1-153 (in English).
- 28. Conil R.** Notes sur quelques foraminifères du Strunien et du Dinantien d'Europe occidentale / R. Conil // Ann. de la Société Géologique de Belgique. – 1980. – Vol. 103. – P. 43-53.
- Conil R.**, 1980. Notes sur quelques foraminifères du Strunien et du Dinantien d'Europe occidentale. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, vol. 103, p. 43-53 (in France).
- 29. Conil R.** Matériaux pour l'étude micropaléontologique du Dinantien de Grande-Bretagne / R. Conil, P.J. Longierstaey, W.H.C. Ramsbottom // Mem. Inst. Geol. Univ. Louvain. – 1979. – Vol. 30. – P. 1-186.
- Conil R., Longierstaey P.J., Ramsbottom W.H.C.**, 1979. Matériaux pour l'étude micropaléontologique du Dinantien de Grande-Bretagne. *Mémoires de l'Institut Géologique de l'Université de Louvain*, vol. 30, p. 1-186 (in France).
- 30. Conil R.** Aperçu sur les associations de foraminifères endothyroïdes du Dinantien de Belgique / R. Conil, M. Lys // Ann. de la Société Géologique de Belgique. – 1967. – Vol. 90 (4). – P. 395-412.
- Conil R., Lys M.**, 1967. Aperçu sur les associations de foraminifères endothyroïdes du Dinantien de Belgique. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, vol. 90 (4), p. 395-412 (in France).
- 31. Cozar P.** Taxonomic value of the diaphanotheca / luminotheca in the classification of lower endothyroid Foraminiferida: creation of two new species of *Pojarkovella* / P. Cozar // *Geobios*. – 2002. – Vol. 35, iss. 3. – P. 283-291.
- Cozar P.**, 2002. Taxonomic value of the diaphanotheca / luminotheca in the classification of lower endothyroid Foraminiferida: creation of two new species of *Pojarkovella*. *Geobios*, vol. 35, iss. 3, p. 283-291 (in English).
- 32. Cozar P.** New foraminifers in the Visean / Serpukhovian boundary interval of the Lower Limestone Formation, Midland Valley, Scotland / P. Cozar, I.D. Somerville, I. Burgess // *Journal of Paleontology*. – 2008. – Vol. 82, iss. 5. – P. 906-923.
- Cozar P., Somerville I.D., Burgess I.**, 2008. New foraminifers in the Visean / Serpukhovian boundary interval of the Lower Limestone Formation, Midland Valley, Scotland. *Journal of Paleontology*, vol. 82, iss. 5, p. 906-923 (in English).
- 33. Cozar P.** Dainellinae subfam. nov. (Foraminiferida du Carbonifère inférieur), révision et nouveaux taxons / P. Cozar, D. Vachard // *Geobios*. – 2001. – Vol. 34, iss. 5. – P. 505-526.
- Cozar P., Vachard D.**, 2001. Dainellinae subfam. nov. (Foraminiferida du Carbonifère inférieur), révision et nouveaux taxons. *Geobios*, vol. 34, iss. 5, p. 505-526 (in France).
- 34. Cummings R.H.** New genera of foraminifera from the British lower Carboniferous / R.H. Cummings // *Journal of Washington Academy of Science*. – 1955. – Vol. 45, № 1. – P. 1-8.
- Cummings R.H.**, 1955. New genera of foraminifera from the British lower Carboniferous. *Journal of Washington Academy of Science*, vol. 45 (1), p. 1-8 (in English).
- 35. Dil N.** Assemblages caractéristiques de Foraminifères du Dévonien supérieur et du Dinantien de Turquie (bassin carbonifère de Zonguldak) / N. Dil // *Ann. de la Société Géologique de Belgique*. – 1976. – Vol. 99. – Fascicule 2. – P. 373-400.
- Dil N.**, 1976. Assemblages caractéristiques de Foraminifères du Dévonien supérieur et du Dinantien de Turquie (bassin carbonifère de Zonguldak). *Annales de la Société Géologique de Belgique*, vol. 99, fascicule 2, p. 373-400 (in France).
- 36. Groessens E.** Le Dinantien du sondage de Saint-Ghislain / E. Groessens, R. Conil et M. Hennebert // *Mémoires pour servir à l'explication des cartes géologiques et minières de la Belgique. Stratigraphie et Paléontologie*. – 1982. – № 22. – P. 1-137.
- Groessens E., Conil R. et Hennebert M.**, 1982. Le Dinantien du sondage de Saint-Ghislain. *Mémoires pour servir à l'explication des cartes géologiques et minières de la Belgique. Stratigraphie et Paléontologie*, № 22, p. 1-137 (in France).

37. Hance L. Upper Famennian to Viséan Foraminifers and some carbonate Microproblematica from South China: Hunan, Guangxi and Guizhou / L. Hance, H. Hou, D. Vachard (with the collaboration of Devuyst F.-X., Kalvoda J., Poty E., Wu X.). – Beijing: Geological Publishing House, 2011. – 359 p.

Hance L., Hou H., Vachard D. (with the collaboration of Devuyst F.-X., Kalvoda J., Poty E., Wu X.), 2011. Upper Famennian to Viséan Foraminifers and some carbonate Microproblematica from South China: Hunan, Guangxi and Guizhou. Beijing: Geological Publishing House, 359 p. (in English).

38. Loeblich A. Sarcodina, chiefly «Thecamoebians» and Foraminiferida / A. Loeblich and H. Tappan // Moore R.C. (Ed.), Treatise of Invertebrate Paleontology. 2 vols. Part. C. Protista 2. – The Geological Society of America and University of Kansas Press, 1964. – P. 1-900.

Loeblich A. and Tappan H., 1964. Sarcodina, chiefly «Thecamoebians» and Foraminiferida. In: Moore R.C. (Ed.), Treatise of Invertebrate Paleontology. Vols. (2). Part. C. Protista 2. The Geological Society of America and University of Kansas Press, p. 1-900 (in English).

39. Loeblich A. Foraminiferal genera and their classification. 2 vols. / A. Loeblich and H. Tappan. – New York: Van Nostrand Reinhold, 1987. – Vol. 1. – 970 p.; Vol. 2. – 212 p. + 847 pls.

Loeblich A. and Tappan H., 1987. Foraminiferal genera and their classification. 2 vols. New York: Van Nostrand Reinhold, vol. 1, 970 p., vol. 2, 212 p., 847 pls. (in English).

40. Murray J.W. Ecology and paleoecology of benthic foraminifera / J.W. Murray. – Harlow, Essex, England: Longman Scientific and Technical; New York: Wiley, 1991. – 397 p.

Murray J.W., 1991. Ecology and paleoecology of benthic foraminifera. Harlow, Essex, England: Longman Scientific and Technical; New York: Wiley, 397 p. (in English).

41. Pinard S. Taxonomie des petits foraminifères du Carbonifère supérieur-Permien inférieur du bassin de Sverdrup, Arctique canadien / S. Pinard et B. Mamet // *Palaeontographica Canadiana*. – 1998. – № 15. – 253 p.

Pinard S. et Mamet B., 1998. Taxonomie des petits foraminifères du Carbonifère supérieur Permien inférieur du bassin de Sverdrup, Arctique canadien. *Palaeontographica Canadiana*, № 15, 253 p. (in France).

42. Poty E. Upper Devonian and Mississippian foraminiferal and rugose coral zonation of Belgium and northern France: a tool for Eurasian correlations / E. Poty, F.-X. Devuyst and L. Hance // *Geological Magazine*. – Cambridge University Press, 2006. – Vol. 143, iss. 6. – P. 829-857.

Poty E., Devuyst F.-X. and Hance L., 2006. Upper Devonian and Mississippian foraminiferal and rugose coral zonation of Belgium and northern France: a tool for Eurasian correlations. *Geological Magazine*. Cambridge University Press, vol. 143, iss. 6, p. 829-857 (in English).

43. Vdovenko M.V. Atlas of Foraminifera from the Upper Viséan and Lower Serpukhovian (Lower Carboniferous) of the Donets Basin (Ukraine) / M.V. Vdovenko // *Abhandlungen und Berichte für Naturkunde*. – Magdeburg, 2000. – Band 23. – P. 93-178.

Vdovenko M.V., 2000. Atlas of Foraminifera from the Upper Viséan and Lower Serpukhovian (Lower Carboniferous) of the Donets Basin (Ukraine). *Abhandlungen und Berichte für Naturkunde*. Magdeburg, Band 23, p. 93-178 (in English).

Статья поступила
21.09.2016

ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНОВАЖНОГО СТАНУ ВОДИ ТА ПРОБЛЕМА ВПЛИВУ ПИТНОЇ ТА МІНЕРАЛЬНОЇ ВОДИ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

В.М. Шестопапов¹, Н.Б. Овчиннікова²

¹ *Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, E-mail: vsh@hydrosafe.kiev.ua
Академік НАН України, доктор геолого-мінералогічних наук.*

² *Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, E-mail: nbvch@ukr.net
Молодший науковий співробітник.*

Розглянуті усталені погляди на те, що саме відображає звичайний аналітичний хімічний аналіз основного іонного складу води, як можна збільшити інформативність аналізу, використовуючи сучасні можливості у застосуванні термодинамічного аналізу для розрахунку «усіх» компонентних форм та фаз, присутніх у воді, як це може вплинути на вивчення оздоровчої ролі питної та мінеральної води.

Ключові слова: хімічний аналіз, термодинамічний аналіз, питна вода, мінеральна вода.

INVESTIGATION OF WATER EQUILIBRIUM STATE AND PROBLEM OF DRINKING AND MINERAL WATER'S EFFECT ON HUMAN HEALTH

V.M. Shestopalov¹, N.B. Ovchinnikova²

¹ *Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, E-mail: vsh@hydrosafe.kiev.ua
Academician of NAS of Ukraine, doctor of geological-mineralogical sciences.*

² *Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, E-mail: nbvch@ukr.net
Research worker.*

The article deals with entrenched ideas of what it expresses the usual analytical chemical analysis of the main ionic composition of water, and how it possible to increase the information content of chemical analyzes, using modern possibilities of thermodynamic analysis to calculate the «all» component forms and phases present in the water, and what could be the effect of this calculation on the study of the health-improving role of drinking and mineral water.

Key words: chemical analysis, thermodynamic analysis, drinking water, mineral water.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАВНОВЕСНОГО СОСТОЯНИЯ ВОДЫ И ПРОБЛЕМА ВЛИЯНИЯ ПИТЬЕВОЙ И МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

В.М. Шестопапов¹, Н.Б. Овчиннікова²

¹ *Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, E-mail: vsh@hydrosafe.kiev.ua
Академік НАН України, доктор геолого-мінералогічних наук.*

² *Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, E-mail: nbvch@ukr.net
Младший научный сотрудник.*

Рассматриваются устоявшиеся взгляды на то, что именно выражает привычный химический анализ основного ионного состава воды, как можно увеличить информативность анализа, пользуясь современными возможностями применения термодинамического анализа для расчета «всех» компонентных форм и фаз, присутствующих в воде, как это может отразиться на изучении оздоровительной роли питьевой и минеральной воды.

Ключевые слова: химический анализ, термодинамический анализ, питьевая вода, минеральная вода.

Вступ

Історія вивчення води як оздоровчого в усіх сенсах засобу нараховує вже понад 25 віків. Початковий її етап – від Геродота (V в. до н. е.) і до початку XIX ст. – висвітлений у різних першоджерелах (зокрема, у Вікіпедії).

Ми зосередимось на сучасному етапі. Почався він приблизно у 30-ті роки XIX ст., коли Майкл Фарадей теоретично передбачив існування іонів. Сам механізм іонізації ще довго залишався незрозумілим. Пояснення явищу першим надав С. Арреніус у своїй докторській дисертації. Теорія отримала назву «теорія електrolітичної дисоціації» і була доопрацьована у співпраці з німецьким вченим В. Оствальдом у 1887 р. Одним із важливих висновків теорії є обґрунтування існування іонів, яке було виконане цілком математичними методами при вирішенні проблеми невідповідності лабораторних вимірів розрахунковим показникам при дослідженні так званих колігативних властивостей (осмотичний тиск, температура замерзання та ін.) розчинів електrolітів. Власне, як і відкриття існування електрона у ці роки (Д. Томпсон, 1897 р.), що також було обґрунтоване за допомогою математичних розрахунків.

Долю теорії електrolітичної дисоціації у гідрогеохімії можна назвати щасливою. На довгі десятиріччя уявлення про склад природних вод сформовані певним чином (з визнанням дисоціації іонів) і викладені практично однаково в усіх наукових і науково-навчальних посібниках (наприклад, у одному з найновіших навчальних посібників [Никаноров, 2001]):

- 1) природна вода налічує **основні іони** – HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^- , $\text{Na}^+(\text{+K}^+)$, Ca^{2+} , Mg^{2+} ;
- 2) розчинені гази – кисень, азот, діоксид вуглецю, сірководень тощо;
- 3) біогенні речовини;
- 4) органічні речовини;
- 5) мікроелементи (у тому числі радіоактивні компоненти);
- 6) забруднюючі речовини.

Найбільш відомі і вживані у практиці гідрогеології та гідрохімії класифікації О.А. Альокіна, В.А. Суліна та М.Г. Валяшка засновані на основному іонно-сольовому складі вод (складі основних іонів). У колишньому СРСР найбільш відомою була класифікація мінеральних вод В.В. Іванова і Г.А. Невраєва (1964), яка класифікувала мінеральні води спочатку за основними аніонами, потім за катіонами і визначала

окремі групи лікувальних мінеральних вод за підвищеним вмістом мікрокомпонентів та мікроелементів.

Існує багато способів наочного представлення основного складу вод – графічні (трикутники, кола Толстихіна, діаграми-рози тощо) та аналітичні – різні форми вираження хімічного складу води, серед яких найбільшого розповсюдження отримала відома формула Курлова. Склад води, виражений через формулу Курлова, – класичний приклад відображення вкоріненого представлення води, зрозумілий фахівцям з різних країн і достатньо інформативний для різних цілей протягом десятиліть.

Що саме відображає формула Курлова (або інший із згаданих способів представлення складу води)? Багато спеціалістів вважають, що це представлення і є та сама вода, про яку йде мова. На наш погляд, відбулось «злиття» поняття іонної моделі і реальної води, чому сприяла успішна практика застосування такої моделі. А що є насправді?

Коли фахівці хімічної лабораторії «чаклюють» над колбами та пробірками з пробами води, яку привезли у пробовідбірнику із свердловини, то вони застосовують «засоби виявлення» того чи іншого елемента у складі води. Що мається на увазі? Існують типові реакції, які викликають осадження елемента із розчину, наприклад реакція утворення оксалату кальцію може слугувати не тільки для якісного, але і для кількісного виявлення іонів кальцію. В результаті досліду ми отримуємо кількість особливої речовини (наприклад, щавлевої кислоти), яка пішла на повне проходження реакції по осадженню елемента (кальцію). За кількістю особливої речовини вираховується кількість шуканої величини (кальцію у воді). Аналогічним чином виявляють знаходження у воді також і аніонів. Наприклад, метод виявлення іонів хлору (Cl^-) базується на реакції взаємодії іонів срібла (Ag^+) з іонами хлору з утворенням малорозчинного осаду хлориду срібла (AgCl).

Що ми намагаємось показати цим прикладом? Це те, що ми не побачили своїми очима шукані іони і не підраховували під мікроскопом їх кількість. А що саме ми отримали? Ми отримали ті дані, на які, власне, і були націлені наші лабораторні дослідження. Хоча аналітичні хімічні методи є доволі точним інструментом, але ми застосували їх не зовсім відповідно до нашої кінцевої мети – виявлення повного складу води, а дещо

іншої мети – визначення загального вмісту у воді заделегідь позначених окремих її компонентів (іонів). Виявлення цих компонентів також не було зовсім прямим – ми розрахунковими методами вираховували їх кількість, виходячи з кількості іншої, «реактивної» речовини, кількість якої була відома. Ми отримали так званий *валовий хімічний склад* тієї води, що потрапила у лабораторію. Такий склад води – це тільки одне з притаманних нашому часу наближень до визначення «істинного» складу води, яке є справою майбутнього.

Розвиток науки багато в чому визначається поставленими суспільством цілями і задачами. Якщо, наприклад, метою є встановити, чи придатне знайдене родовище води для тепломереж, то часто вистачить і одного параметра води – мінералізації: якщо вона досить низька, подальше дослідження води можна і не робити. Якщо мета – визначити, чи придатна вода для поливу рослин, то найчастіше, окрім мінералізації, треба з'ясувати і склад основних іонів. Але, щоб зробити достатньо довгостроковий прогноз щодо наслідків поливу, валового аналітичного складу води виявляється вже недостатньо.

А якщо стоїть задача, наприклад, з'ясувати чому концентрація мангану у поровій воді морського осаду спочатку збільшується з глибиною [Драйвер, 1985, с. 346], а потім перестає зростати і «застигає» на певному рівні? Або, чому однакові за класифікацією мінеральні води впливають на хворих по-різному? Виявляється, ці задачі потребують більш детального представлення хімічного складу води.

У 1878 р. з'явилась робота Дж.У. Гіббса «Про рівновагу гетерогенних речовин» [Гіббс, 1982, с. 61], в якій були закладені основи класичної термодинаміки. До речі, ця праця Д.У. Гіббса була також підтримана В. Оствальдом.

Застосування методів термодинаміки дозволяє вирішити багато різних завдань у майже всіх областях природних явищ і людської діяльності. Основні принципи термодинаміки універсальні для живої і неживої природи. Ці методи можуть допомогти вирахувати істинний склад води, тобто всю різноманітність іонних форм і комплексів, наявність і склад усіх фаз, присутніх у воді.

Вважати, що природна вода налічує основні іони (плюс газу, плюс мікроелементи і т.д.) – це і вірно, і не зовсім. Або, говорячи інакше, – вірно, але для певного етапу технічного прогресу: краще, ніж алхімічні уявлення середньовіччя, але недостатні для нашого часу. Вода містить основні

іони, але значна їх кількість утворює різноманітні комплекси та фази (наприклад, CaHCO_3^- , CaCl^- , MgHSO_4^- , NaCl^0 , CaOH^- і т.д.); те ж саме стосується і мікроелементів, і газів – вони формують різні комплексні речовини, до складу яких входять ті ж самі основні іони (наприклад, MgHSiO_3^- , CaMnO_4^+ , CaF^+). Кількісно визначити всі форми та комплекси, що утворюються у воді, за допомогою класичних прийомів хімії – дуже трудомістка (і тому коштовна) задача.

Але повільне входження термодинамічних методів у практику також було пов'язане з великим об'ємом рутинних розрахунків складного хімічного складу природних вод.

У 60-ті роки ХХ ст. з'явилися роботи Р. Гаррелса [Гаррелс, 1962] та Р.М. Гаррелса і Ч.Л. Крайста [Гаррелс, Крайст, 1968], в яких на допомогу дослідникам були запропоновані найбільш прості та ефективні методи графічного відображення одночасних хімічних реакцій, особливо рівноважних відношень між мінералами. Такі графічні методи знайшли застосування і у вітчизняній науці.

В цей період, 60-70-ті роки ХХ ст., у СРСР розпочалась «хрущовська відлига», припинилось переслідування кібернетики та генетики як «імперіалістичних наук», але відставання в цих галузях вже стало відчутним.

Тому не дивно, що у праці Дж. Драйвера «Геохімія природних вод» [Драйвер, 1985, с. 359] наведено розбір і аналіз щонайменше 12 різних термодинамічних програм, придатних для вирішення геохімічних задач. Доречно зазначити, що у Радянському Союзі цими роками тільки розпочиналась робота над подібними програмами.

Дослідження рівноважного стану води

Чому ми, власне, хочемо запровадити методи рівноважної термодинаміки у повсякденну практику гідрогеології? І чому це цілком можливо у наш час?

На перше запитання можна дати різні багатообіцяючі відповіді. По-перше, тому, що практика застосування термодинамічних методів у сучасному світі дуже поширена у багатьох сферах фізики і хімії, хімічної технології, аерокосмічної техніки, машинобудування, клітинної біології, біомедицині інженерії, матеріалознавства; по-друге, вона задіяна навіть в таких областях, як економіка; по-третє, термодинамічне моделювання давно вже використовується у геохімії, гідрогеохімії. Але, загалом, можна відповісти так: аналітичні концентрації розчинених у воді речовин, навіть і

представлені в іонному вигляді, – це тільки самий початок аналізу складу води. Ми це знаємо, і наш обов'язок – постаратися виправити ситуацію.

Друге запитання вичерпно висвітлює Дж. Драйвер [Драйвер, 1985, с. 25] (переклад наш. – *Авт.*): «Більшість суджень, що наводяться у цій книзі, базуються на рівноважній термодинаміці, тобто на підставі розрахунків передбачається, якою буде дана система при досягненні повної хімічної рівноваги. У природних системах така рівновага настає рідко, особливо при наявності біологічних процесів. Тим не менше, підхід, при якому в системі передбачається рівновага, має низку переваг. По-перше, нерідко досягається добре *наближення до реального стану систем*. По-друге, вказується *напрям*, у якому можуть відбуватись зміни: якщо енергія іззовні не надходить, системи (у тому числі і біологічні) можуть змінюватись тільки у напрямі досягнення рівноваги. По-третє, за рівноважним станом можна оцінити *швидкості* природних процесів, тобто, чим далі система від рівноважного стану, тим швидше вона прагне його досягнути; однак вирахувати швидкості реакцій за термодинамічними даними можна лише в окремих випадках».

Наведена цитата охоплює доволі широке коло геологічних і гідрогеологічних проблем. Задача, на якій ми зараз зосередили свою увагу – отримання результатів аналізу води, найбільш наближених до «істинного» складу, – значно вужча.

Методологічною підвалиною [Крайнов и др., 1988] моделювання гідрогеохімічних явищ на підставі методів термодинаміки є положення про існування *часткових* або *локальних рівноваг* у гідрохімічній системі. Поняття *часткової рівноваги* означає, що у нерівноважній в цілому гідрогеохімічній системі, де відбувається велика кількість хімічних реакцій, може виконуватись хімічна рівновага для однієї чи декількох реакцій. *Локальна рівновага* в системі встановлюється тоді, коли фази (тверда, рідка, газова) зворотно взаємодіють одна з іншою (наприклад, локальна рівновага може встановлюватись по межах зернин).

Імовірність існування часткових і локальних рівноваг неоднакова у *гомогенних* та *гетерогенних* гідрогеохімічних системах. Швидкості реакцій у перших системах настільки великі, що системи можуть релаксувати до хімічно рівноважного стану при зміні зовнішніх умов достатньо швидко. Так, розчинені форми діоксиду вуглецю релаксують до рівноважного стану практично миттєво [Крайнов и др., 1988].

Для природних вод [Крайнов и др., 1988] можна розглядати два типи систем: 1) гомогенні – із взаємодією між різними компонентами вод; 2) гетерогенні – системи типу «порода-розчин», «порода-розчин-газ», «розчин-газ», «розчин-розчин» і т.д.

У гідрогеохімії *гомогенна система* – це найчастіше природний розчин, що був фізично відірваний (проба води) або подумки відокремлений від гетерогенної системи, що його вміщує [Крайнов и др., 1988].

Більшість гідрогеохімічних систем зазвичай відносяться до гетерогенних систем.

Отже, коротко підбиваючи, відповідь на друге запитання (чому в наш час можливо перейти до більш повної і більш вірної характеристики хімічного складу води?) така: тому, що теоретичні засади повністю це дозволяють. Проба води – *це гомогенна гідрогеохімічна система*, яка швидко релаксує до стану рівноваги, що характеризується мінімальною енергією Гіббса.

І ще один аспект відповіді на друге запитання – тому, що завдяки праці міжнародної команди фахівців – математиків, хіміків, геологів (серед яких і українські вчені), а також завдяки доступності персональних комп'ютерів ми маємо можливість скористатись програмою розрахунку рівноважного стану води за допомогою математичних методів мінімізації енергії Гіббса – GEMs-Selector (<http://gems.web.psi.ch/>), яка скорочує час складних розрахунків до зовсім малого проміжку часу.

Термодинамічна база, що додається до програми (PSI/Nagra Chemical Thermodynamic Database), має міжнародний статус і дозволяє застосувати термодинамічні розрахунки для вирішення великого кола проблем.

Природна підземна вода, яку ми споживаємо, використовуємо для приготування їжі, для лікування, має складну структуру. До її структурного складу входять неорганічні та органічні речовини, мікроорганізми (бактерії, мікроскопічні водорості, найпростіші, віруси). У воді знаходяться також продукти метаболізму бактерій (токсини, ферменти, антибіотики та ін.) [Крайнов, Швец, 1987]. Виявити та вивчити всі агенти впливу природної води на здоров'я – проблема, яку ще досі не вдалось вирішити.

Термодинаміка дає нам інструмент, здатний розвиватись і у майбутньому врахувати всю складність води. Важливо тільки розпочати.

Діяльність людини в основному зосереджена на денній поверхні. Навіть, якщо ми видобуємо артезіанську воду з великої глибини, ми все одно застосовуємо її на поверхні. Чим більше часу минуло з моменту підняття води на поверхню, тим більше її стан наближається до рівноважного, і тим більше її характеристики починають відрізнятися від складу тієї води, що знаходилась в умовах водоносного пласта.

Оскільки програма розрахунку рівноважного стану здатна «імітувати геостатичний тиск», ми маємо змогу навести приклад розрахунків складу однієї і тієї ж води «на поверхні» і «в природних умовах». (Ліпки поставлені, щоб нагадати, що дані розрахунки – це імітаційний дослід, або комп'ютерне моделювання природного стану на прикладі зразка води.)

Візьмемо залістисту мінеральну воду Слов'яногірська (табл. 1). Підвищений вміст заліза взагалі характерний для підземних вод в Україні, зокрема в наш час це є проблемою для постачальників і споживачів питної води.

Результати хімічних аналізів підземних вод, як правило, не повністю відповідають вимогам до вихідних даних для термодинамічних розрахунків, які здійснюються комп'ютерними про-

Таблиця 1. Склад мінеральної води Слов'яногірська. Результати повних польових хімічних аналізів св. 7939 (мг/дм³) [Шварцман, Беседа, 1972]

Table 1. Composition of Slavyanogorska mineral water. The results of the fieldwork water chemical analysis from bore hole 7939 (mg/dm³) [Шварцман, Беседа, 1972]

№ з/п	Компонент складу	Вміст
1	Cl ⁻	17-23
2	SO ₄ ²⁻	60-65
3	HCO ₃ ⁻	85-91
4	Fe ²⁺	26-28
5	Fe ³⁺	0,3
6	Ca ²⁺	28-32
7	Mg ²⁺	5-8
8	Na ⁺	12-17,2
9	CO ₂ вільний	81,3-82,8
10	Сухий залишок	250-260
pH 6,5		

Примітка. У звіті [Шварцман, Беседа, 1972] є зауваження, що це усереднені дані, але сезонно трапляються доволі значні відхилення.

Note. The report [Шварцман, Беседа, 1972] notes that it is averaged data. But there are significant seasonal variations in data.

грамами. Вони повинні бути перероблені і доопрацьовані, що є самостійною, іноді доволі складною задачею [Крайнов и др., 1988].

Основна формальна вимога до цього – електронейтральність отриманого результату. Оскільки хімічний склад мінеральної води Слов'яногірська не дуже складний (вона практично не містить мікрокомпонентів [Шварцман, Беседа, 1972]) та оскільки результати хімічних аналізів виражені через деякий невеликий діапазон (наприклад, у табл. 1: Cl⁻ = 17-23 мг/дм³), така формальна вимога у даному випадку може бути виконана без особливих проблем.

Результати розрахунків рівноважного стану мінеральної води Слов'яногірська за допомогою програми GEMs-Selector наведені у табл. 2.

У задачах, де використовують повні хімічні аналізи, що включають розчинену вуглекислоту, узгодженість розрахованого pH з виміряним pH у межах ±0,1 од. pH характеризує добру якість теоретичного опису кислотно-лужних рівноваг у системі [Крайнов и др., 1988].

Як показав досвід застосування розрахунків складу води за допомогою програмного комплексу GEMs (<http://gems.web.psi.ch/>), остаточний склад води (тобто ті дані, що ми отримуємо з хімічної лабораторії) відповідає умовам повного звільнення води від вуглекислого газу. Що саме і стверджується у теоретичних засадах, згаданих вище – вуглекислий газ випаровується майже миттєво. Навіть польові виміри водневого показника здебільшого відомих з практики випадків відповідають практично дегазованій воді. Отже, розрахунок, наведений у табл. 2 (стовпчики 6-11), зроблено для дегазованої води.

Водневий показник мінеральної води Слов'яногірська на поверхні, виміряний у польових умовах, становить pH 6,5; такий, розрахований для умов тиску p = 1 атм, сягає pH 6,4. Згідно з теоретичними засадами [Крайнов и др., 1988], комп'ютерна модель (табл. 2, стовпчики 6-11) забезпечує адекватний опис кислотно-лужних рівноваг у воді, що аналізується.

Водневий показник мінеральної води, яка знаходиться під тиском гірських порід, сягає pH 6,12 (табл. 2). Отже, можна сказати, що мінеральна вода Слов'яногірська під тиском і на поверхні – це дещо різні води: вода на поверхні – ближче до нейтральної за водневим показником, вода на глибині – кисла. Відповідно, є відмінності у складі фаз та іонних комплексів. Це добре видно на прикладі заліза (табл. 2):

■ рядок 10 (стовпчики 2, 7) – вміст Fe^{2+} у пластових умовах приблизно у 10 разів більше, ніж на поверхні;

■ відповідно вміст «твердої фази» – гетиту та піриту збільшується на поверхні;

■ вміст іонних комплексів двовалентного заліза Fe^{2+} зменшується на поверхні (рядки 6-13, стов-

пчики 2, 7), вміст тривалентного заліза, навпаки, збільшується (рядки 14-24, стовпчики 2, 7); хоча, загалом, у мінеральній воді Слов'яногірська залізо знаходиться переважно у двовалентній формі.

Зазначимо, що рівноважний стан у *гомогенній* (див. вище визначення) пробі води настає швидко, але все ж не миттєво. Досвід показує,

Таблиця 2. Рівноважні концентрації (молярності) водорозчинених іонів та комплексів, а також рівноважні кількості твердих фаз у системі, що за хімічним складом відповідає 1 dm^3 мінеральної залізистої води Слов'яногірська за результатами розрахунку методом мінімізації вільної енергії Гіббса (програмний комплекс GEMs (<http://gems.web.psi.ch/>))

Table 2. The equilibrium concentrations (molality) water-soluble ions and complexes, and the equilibrium quantity of solid phase in the system, which chemical composition corresponds to 1 dm^3 Slavyanogorsk ferrous mineral water according to the results of the calculation method of minimizing the Gibbs free energy (software package GEMs (<http://gems.web.psi.ch/>))

Хімічний склад води у пластових умовах: $p = 8,3 \text{ бар}; t = 7^\circ\text{C}$ з CO_2						Хімічний склад води, піднятої на поверхню: $p = 1,0 \text{ атм}; t = 7^\circ\text{C}$					
№ з/п	Компонент	Молярність, моль/кг води	№ з/п	Компонент	Молярність, моль/кг води	№ з/п	Компонент	Молярність, моль/кг води	№ з/п	Компонент	Молярність, моль/кг води
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	CaCO_3^0	5,84E-08	26	MgHCO_3^+	4,61E-06	1	CaCO_3^0	9,81E-08	26	MgHCO_3^+	4,21E-06
2	CaHCO_3^+	1,87E-05	27	Mg^{+2}	0,000356	2	CaHCO_3^+	1,71E-05	27	Mg^{+2}	0,000356
3	CaSO_4^0	0,000131	28	MgOH^+	2,68E-10	3	CaSO_4^0	0,000132	28	MgOH^+	5,00E-10
4	Ca^{+2}	0,001301	29	MgSO_4^0	3,94E-05	4	Ca^{+2}	0,001301	29	MgSO_4^0	3,97E-05
5	CaOH^+	2,91E-11	30	NaCO_3	1,12E-09	5	CaOH^+	5,41E-11	30	NaCO_3^-	1,86E-09
6	FeCO_3^0	9,72E-08	31	NaHCO_3^0	4,21E-07	6	FeCO_3^0	5,56E-08	31	NaHCO_3^0	3,84E-07
7	FeHCO_3^+	1,73E-05	32	NaSO_4^-	2,09E-06	7	FeHCO_3^-	5,37E-06	32	NaSO_4^-	2,09E-06
8	$\text{Fe}(\text{HSO}_4)^+$	4,97E-11	33	Na^+	0,000568	8	$\text{Fe}(\text{HSO}_4)^+$	9,26E-12	33	Na^+	0,000568
9	FeSO_4^0	8,90E-06	34	NaOH^0	1,03E-12	9	FeSO_4^0	3,05E-06	34	NaOH_0	1,90E-12
10	Fe^{+2}	0,000109	35	CO_2^0	0,003345	10	Fe^{+2}	3,73E-05	35	CO_2^0	0,001654
11	FeCl^+	5,16E-08	36	CO_3^{-2}	7,83E-08	11	FeCl^+	1,77E-08	36	CO_3^{-2}	1,30E-07
12	FeOH^+	9,07E-09	37	HCO_3^-	0,001521	12	FeOH^+	5,72E-09	37	HCO_3^-	0,001379
13	FeHSO_4^{+2}	9,28E-24	38	CH_4^0	9,27E-19	13	FeHSO_4^{+2}	7,88E-25	38	CH_4^0	1,68E-18
14	FeSO_4^+	1,08E-18	39	Cl^-	0,00047	14	FeSO_4^+	1,71E-19	39	Cl^-	0,00047
15	$\text{Fe}(\text{SO}_4)_2^-$	2,00E-20	40	H_2^0	9,91E-14	15	$\text{Fe}(\text{SO}_4)_2^-$	3,17E-21	40	H_2	1,38E-13
16	Fe^{+3}	3,86E-19	41	$\text{S}_2\text{O}_3^{-2}$	6,95E-18	16	Fe^{+3}	5,99E-20	41	$\text{S}_2\text{O}_3^{-2}$	7,51E-18
17	$\text{Fe}_2(\text{OH})_2^{+4}$	5,52E-29	42	HSO_3^-	5,51E-16	17	$\text{Fe}_2(\text{OH})_2^{+4}$	4,61E-30	42	HSO_3^-	4,14E-16
18	FeCl^{+2}	3,10E-21	43	SO_3^{-2}	6,74E-17	18	FeCl^{+2}	4,84E-22	43	SO_3^{-2}	9,24E-17
19	FeCl_2^+	5,95E-24	44	HSO_4^-	3,87E-08	19	FeCl_2^+	9,38E-25	44	HSO_4^-	2,10E-08
20	FeCl_3^0	3,33E-28	45	SO_4^{-2}	0,001074	20	FeCl_3^0	5,28E-29	45	SO_4^{-2}	0,001066
21	FeO^+	8,43E-14	46	H_2S^0	4,28E-12	21	FeO^+	4,49E-14	46	H_2S^0	4,66E-12
22	FeO_2^-	1,33E-18	47	HS^-	3,24E-13	22	FeO_2^-	2,43E-18	47	HS^-	6,49E-13
23	FeO_2H^0	2,61E-15	48	S^{-2}	5,55E-26	23	FeO_2H^0	2,60E-15	48	S^{-2}	2,03E-25
24	FeOH_2^+	6,97E-16	49	Гетит	0,000807	24	FeOH_2^+	2,01E-16	49	Гетит	0,000891
25	MgCO_3^0	1,10E-08	50	Пірит	5,76E-05	25	MgCO_3^0	1,85E-08	50	Пірит	6,36E-05
pH 6,12						pH 6,38					

що, можливо, найчастіше повна стабілізація хімічних реакцій у відчуженій з природного середовища пробі води настає приблизно через декілька десятків хвилин або декілька годин. Але точний час встановлення рівноваги для кожної води ніколи не визначався. Хоча ми знаємо, що відмінності у лікувальних властивостях мінеральної води, спожитої безпосередньо на курорті і згодом, існують. При порівнянні розрахованих програмою GEMs двох складів Слов'яногірської води (табл. 2) – перший – в умовах тиску, в присутності визначеного у польових умовах вмісту CO₂, другий – в поверхневих умовах з «дегазацією» – виявляються відмінності у цих двох практично «різних» складах однієї води. З позицій звичайного споживача – це факт, отриманий з безпосереднього досвіду споживання.

Час настання зміни компонентного складу мінеральної води та досягнення нею рівноважного стану можна виміряти, наприклад, точними замірами рН води або її окисно-відновного потенціалу *Eh* протягом деякого часу до встановлення стабілізації показників.

Розглянемо результати розрахунку рівноважного стану мінеральної води Слов'яногірська, представленого у табл. 2 (стовпчики 6-11). Він

відповідає хімічному складу води, охарактеризованому лабораторними аналізами і наведеному у табл. 1. Власне, можна сказати, що у табл. 2 представлений той самий аналіз води, який у табл. 1 нараховує дев'ять позицій, але у більш розширеному вигляді, що налічує 50 позицій.

У табл. 2 результати розраховані у дещо інших одиницях – не у мг/дм³, а у моль/кг. У цих одиницях кількість речовини приблизно $n \times (10^{-8} - 10^{-10})$ моль/кг відповідає вмісту більшості мікроелементів, що найчастіше визначаються для питних та мінеральних вод.

Отже, відносно речовин, вміст яких малий ($< 1 \times 10^{-10}$ моль/кг), ми можемо зробити два припущення: 1) вони дійсно присутні у воді, на сучасному рівні перевірити це можливо, технології існують, але основна проблема – це, напевно, відсутність запиту на вирішення проблеми; 2) їх присутність (особливо це стосується тих компонентів, яких дуже мало, 1×10^{-20} моль/кг) пояснюється суто математичними розрахунками – особливостями математичного наближення до розрахунку складного багатовимірного простору, який формує формалізований багатоконпонентний склад води.

Виділимо в окрему табл. 3 всі компоненти складу, вміст яких понад 1×10^{-10} моль/кг.

Таблиця 3. Компоненти складу води, кількісний вміст або концентрація понад 1×10^{-10} моль/кг (виділені з табл. 2)

Table 3. The components of the water's composition, whose quantity or concentration greater than 1×10^{-10} mol/kg (extracted from the table 2)

№ з/п	Компонент	Молярність, моль/кг	№ з/п	Компонент	Молярність, моль/кг
1	2	3	4	5	6
1	CaCO ₃ ⁰	9,81E-08	14	MgOH ⁺	5,00E-10
2	CaHCO ₃ ⁺	1,71E-05	15	MgSO ₄ ⁰	3,97E-05
3	CaSO ₄ ⁰	0,000132	16	NaCO ₃ ⁻	1,86E-09
4	Ca ⁺²	0,001301	17	NaHCO ₃ ⁰	3,84E-07
5	FeCO ₃ ⁰	5,56E-08	18	NaSO ₄ ⁻	2,09E-06
6	FeHCO ₃ ⁺	5,37E-06	19	Na ⁺	0,000568
7	FeSO ₄ ⁰	3,05E-06	20	CO ₂ ⁰	0,001654
8	Fe ⁺²	3,73E-05	21	CO ₃ ⁻²	1,30E-07
9	FeCl ⁺	1,77E-08	22	HCO ₃ ⁻	0,001379
10	FeOH ⁺	5,72E-09	23	Cl ⁻	0,00047
11	MgCO ₃ ⁰	1,85E-08	24	HSO ₄ ⁻	2,10E-08
12	MgHCO ₃ ⁺	4,21E-06	25	SO ₄ ⁻²	0,001066
13	Mg ⁺²	0,000356	26	Гетит	0,000891
			27	Пірит	6,36E-05

З табл. 3 випливає, що навіть після усіх внесених обмежень найпростіший склад води, лабораторний аналіз якої встановив дев'ять наявних компонентів складу, представлений щонайменше 27 різними компонентними формами складу.

Найбільш несподіваною виявляється присутність так званої «твердої фази» – мінералів гетиту та піриту. Хоча усі відомі джерела з гідрогеологічних питань свідчать про те, що хімічні елементи можуть мігрувати у вигляді суспензії, в колоїдній та розчиненій формах, звичайний хімічний аналіз і вкорінене уявлення «іонного складу» води якось «завуальовують» той факт, що частина виявленого у хімічній лабораторії валового складу води насправді належить не катіонам і аніонам, а сформованим молекулам мінералів.

Як видно з табл. 2 та 3, кількісний вміст гетиту (особливо) і піриту не такий вже і малий, практично на рівні вмісту основних іонів.

Присутність «твердої фази» у водах, як питних, так і мінеральних, та її можливий вплив на здоров'я досі ніяк не фіксувалися і не вивчалися. Хоча є багато навколонукових відомостей, які стверджують про явний вплив різних мінералів на стан здоров'я людини.

Розглянемо «дегазований» зразок мінеральної води Слов'яногірська (табл. 3). Встановлено, що у воді є надлишок гідрокарбонатів, визначених за лабораторними аналізами. Тому у представленому в табл. 3 розрахунковому аналізі дегазованої води перше місце за концентраційним вмістом посідає (несподівано?) розчинений вуглекислий газ CO_2^0 – 0,00165 моль/кг.

Повернемось до табл. 2. В умовах водоносного пласта під тиском увесь наявний вуглекислий газ Слов'яногірської води також представлений у розчиненому стані (рядок 10, стовпчик 5). Саме тому рН води у пластових умовах більш низький: вода кисліша.

Спрощена формула Курлова мінеральної води Слов'яногірська:



тобто, згідно з існуючими правилами, її називають сульфатно-гідрокарбонатною кальцієво-залізистою водою. Але, якщо проаналізувати дані табл. 3 за найбільшим кількісним вмістом розчинених компонентів та фаз, то «формально» воду Слов'яногірська слід назвати гідро-

карбонатно-сульфатною кальцієво-гетитовою водою. Тобто головні аніони (сульфат- та гідрокарбонат-іони) помінялися рангами, а серед катіонів на місці іону заліза (Fe^{+2}) стоїть зв'язана форма тривалентного (Fe^{+3}) заліза – гетит (FeOOH).

Концентрації основних іонів, зрозуміло, не відповідають тим, що вказані у початковому лабораторному аналізі, а перерозподілились між різними фазами та компонентними формами.

Серед знайомих іонних форм основного складу у табл. 3 ми бачимо: розчинені мінерали, наприклад кальцит (CaCO_3^0), магнезит (MgCO_3^0), сформовані молекули «нерозчинного» ангідриту CaSO_4^0 (можливо, уламки гіпсу або гіпс – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), сульфату магнію MgSO_4^0 (вірогідно, уламки кізериту або сам кізерит – $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), а також не зовсім звичні більш складні іони (катіони та аніони), наприклад MgHCO_3^+ , NaSO_4^- , FeHCO_3^+ , HSO_3^- і т.д.

Вивчення можливого впливу на здоров'я цих компонентів – справа майбутнього.

Проблема впливу якості питної та мінеральної води на здоров'я людини

Що саме означає питна вода для організму людини, як позначається на стані здоров'я людини хімічний склад природної води? Ці запитання можуть здатись несуттєвими, адже усі знають, що людина не може жити без води. Вода може бути смачною і не зовсім, але без неї жити не можна. Людина сприймає смаковими рецепторами концентрацію речовин у воді приблизно на рівні 0,1 г/л, тобто дуже малу кількість речовин. Але вичерпну науково обгрунтовану відповідь на запитання про вплив хоча б тієї частини складу води, яка представлена неорганічними речовинами природного походження (які ми тут обговорюємо), в наш час ми не отримуємо. Зовсім нещодавно (70-90-ті роки ХХ ст.) у багатьох вітчизняних підручниках із санітарної гігієни та екології людини висвітлювалась думка, що вмісту кальцію, магнію та інших природних інгредієнтів складу у воді дуже мало порівняно з їх вмістом у їжі, що такі кількості ніяк не можуть вплинути на стан організму. (Власне, такі порівняння – вмісту іонів у воді та іонів, які надходять до організму з їжею, – є і у сучасних джерелах.)

Цей приклад наведено для того, щоб було зрозуміло, наскільки проблема виявлення істинного складу води далека від вирішення. І саме в

силу того, що деякі усталені погляди на воду, зокрема її хімічний склад, що сформувались як серед гідрогеохіміків, так і серед медиків, гігієністів, заважають по-іншому поглянути на дійсний стан речей.

Одну з перешкод, яка є у гідрогеохімії, ми тут розглядаємо.

Що ж стосується малих кількостей речовин у воді, то ми можемо навести такий приклад: добова потреба у калії для організму дорослої людини становить приблизно 1,5-2 г; з їжею калій надходить у організм у формі органічних сполук (цитратів, fumarатів, глюконатів); але неорганічна сполука калію – всім відомий ціанід калію – може смертельно нашкодити організму у дозі всього-навсього 0,01 г.

Неорганічні природні речовини, які знаходяться у воді ще й у більш активному дисоційованому стані, можуть впливати (і впливають) на біологічний організм дуже помітно.

Дослідження впливу складу води на здоров'я людини, що останні п'ять десятиріч проводились у різних країнах і підбиваються у періодичному виданні ВООЗ «Guidelines for Drinking-Water Quality»*, безперечно свідчать про зв'язок складу природних неорганічних складових води і здоров'я населення.

Наприклад, багатьма дослідниками у різних країнах [Anderson et al., 1975; Dzik, 1989; Leoni et al., 1985; Mazironi et al., 1979; Smith, Cromble, 1987; Zeighami et al., 1985] доводиться зворотний зв'язок між кардіоваскулярними захворюваннями і жорсткістю питної води, зворотний зв'язок між іншими захворюваннями (у тому числі й онкологічними) і жорсткістю води [Bound et al., 1981; Crawford et al., 1972; Wigle et al., 1986; Zemla, 1980]. Жодного зв'язку не було знайдено іншими вченими [MacKinnon, Taylor, 1980; Sonneborn et al., 1983].

Протиріччя між різними дослідженнями стосуються і впливу деяких інших основних компонентів природного складу води на здоров'я людини.

Знайомство з цими дослідженнями підтверджує традиційний підхід до складу води, тобто аналізується вплив вмісту саме основних іонів ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, Na^+ , Cl^- і т.д.) без урахування їх форм і комплексів, що утворюються у воді. Такий самий підхід зберігається і до нашого часу.

Звичайно, задача виявити вплив на здоров'я одного з іонів складу, коли у воді завжди є й інші складові і дія їх комплексна, – дуже складна і в будь-якому випадку потребує певних зусиль для правильної постановки досліду та його інтерпретації.

Така задача не розв'язана, і, навіть, можна констатувати, що на даний час більшість дослідників над нею не працюють. Очевидно, що нині дослідження уперлися в «глухий кут».

Звичайно, тому є багато причин. На наш погляд, однією з причин є те, що склад води був представлений обмеженим, далеко не таким, яким він є насправді, і не таким, яким може бути поданий у наш час, коли є доступні засоби для його розширення та уточнення. Всім відомий очевидний факт, що живі організми специфічним чином відгукуються на хімічний склад кожної речовини, яка потрапляє у внутрішній обмін (приклад відносно форм вживання калію був наведений вище).

Тому, якщо ми хочемо зрозуміти, як впливає питна або мінеральна вода на організм, які ризики та наслідки очікують здоров'я населення та наступних поколінь при тривалому споживанні води якогось визначеного складу, ми повинні розглядати склад води якомога точніше, а не приблизно. Приблизні результати, здається, вже досягнуті.

В свій час нами було проведено вивчення зв'язків між складом води та здоров'ям населення (на прикладі онкозахворюваності) декількох областей України [Шестопапов и др., 2002; Шестопапов, Овчинникова, 2003].

Це пілотні дослідження. Їх потенційні можливості вже були розглянуті у відповідних публікаціях. У цій статті наша основна увага спрямована на необхідність застосування термодинамічних розрахунків для більш адекватного відображення складу води. Щоб ще раз продемонструвати таку необхідність, наведемо результати статистичних розрахунків, які не увійшли до згаданих робіт. Використані ті ж самі дані. У статті [Шестопапов, Овчинникова, 2003] кореляції показників здоров'я (онкозахворюваності) і складу основних іонів води розглядалися окремо по кожній з областей. В даному випадку (просто для ілюстрації) ми розглянемо кореляції, об'єднавши разом всі досліджувані області (Київську, Одеську, Полтавську, Рівненську та Харківську).

* Всі чотири редакції «Guidelines for Drinking-Water Quality» доступні на сайті ВООЗ.

В табл. 4 наведені кореляції у випадку, коли ми застосовуємо звичайне (застаріле) вираження складу води (через основні іони).

В табл. 5 подані результати з тими ж самими початковими аналізами, але з урахуванням більшості форм основних іонів, які були отримані після додаткових розрахунків рівноважних станів зразків води.

У табл. 5 з'явилися статистично значущі коефіцієнти кореляції ще з чотирма компонентами іонного складу. Це може свідчити про вже згаданий в тексті раніше (а відомий ще з давніх-давен) факт, що організм людини реагує не просто на валовий вміст якогось іона, а строго на вміст певної речовини.

В даному випадку ми розглядаємо ці результати як просту демонстрацію перспективності пропонованого нового підходу до вираження складу води.

Варто зазначити, що кореляційний зв'язок між основним складом води і здоров'ям людини, що її споживає, доволі складний. Так, зв'язок між онкологічною захворюваністю і мінералізацією питної води [Шестопапов и др., 2002; Шестопапов, Овчиннікова, 2003], представлений графічно, наочно демонструє дві різні області впливу – область прямого та область зворотного впливу мінералізації на кількість онкозахворюваних (на 100 000 населення), з існуванням максимуму (піку) між цими двома областями (рис. 1).

Таблиця 4. Коефіцієнти кореляції між онкозахворюваністю (осіб/100 000 населення) та іонним складом води (моль/кг). Вибірка з N=69 випадків. Виділено статистично значущий результат (рівень значущості $p < 0,05$)

Table 4. Correlation coefficients between cancer incidence (persons/100,000 population) and ionic composition of water (mol/kg). The sample is of N=69 cases. Statistically significant result (significance level of $p < 0.05$) highlighted

Показники складу	Мінералізація води	Іонна сила води	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻
Коефіцієнт кореляції	0,12	-0,07	0,07	-0,13	-0,15	0,05	-0,18	0,27

Таблиця 5. Коефіцієнти кореляції між онкозахворюваністю (осіб/100 000 населення) і вмістом основних іонів та іонних комплексів води (моль/кг). Вибірка з N=69 випадків. Виділено статистично значущий результат (рівень значущості $p < 0,05$)

Table 5. Correlation coefficients between cancer incidence (persons/100,000 population) and the content of basic ions and ionic complexes in water (mol/kg). The sample is of N=69 cases. Statistically significant result (significance level of $p < 0.05$) highlighted

Показники складу	Коефіцієнт кореляції	Показники складу	Коефіцієнт кореляції
Мінералізація води	0,12	Na ⁺	0,07
Мінімальна енергія Гіббса води	0,01	NaOH ⁰	0,24
Іонна сила води	-0,07	CO ₂ ⁰	0,11
pH	-0,14	CO ₃ ²⁻	0,19
Кальцит (тверда фаза)	0,09	HCO ₃ ⁻	0,27
CaCO ₃ ⁰	0,29	CH ₄ ⁰	-0,05
CaHCO ₃ ⁻	0,05	ClO ₄ ⁻	0,09
CaSO ₄ ⁰	-0,22	Cl ⁻	0,05
Ca ²⁺	-0,13	S ₂ O ₃ ²⁻	-0,17
CaOH ⁻	-0,30	HSO ₃ ⁻	-0,09
MgCO ₃ ⁰	0,05	SO ₃ ²⁻	-0,01
MgHCO ₃ ⁻	-0,01	HSO ₄ ⁻	-0,19
Mg ²⁺	-0,15	SO ₄ ²⁻	-0,18
MgOH ⁻	-0,17	H ₂ S ⁰	-0,09
MgSO ₄ ⁰	-0,26	HS ⁻	-0,04
NaCO ₃ ⁻	0,24	S ²⁻	0,10
NaHCO ₃ ⁰	0,04	HS ⁻	-0,04
NaSO ₄ ⁻	-0,15	S ²⁻	0,10

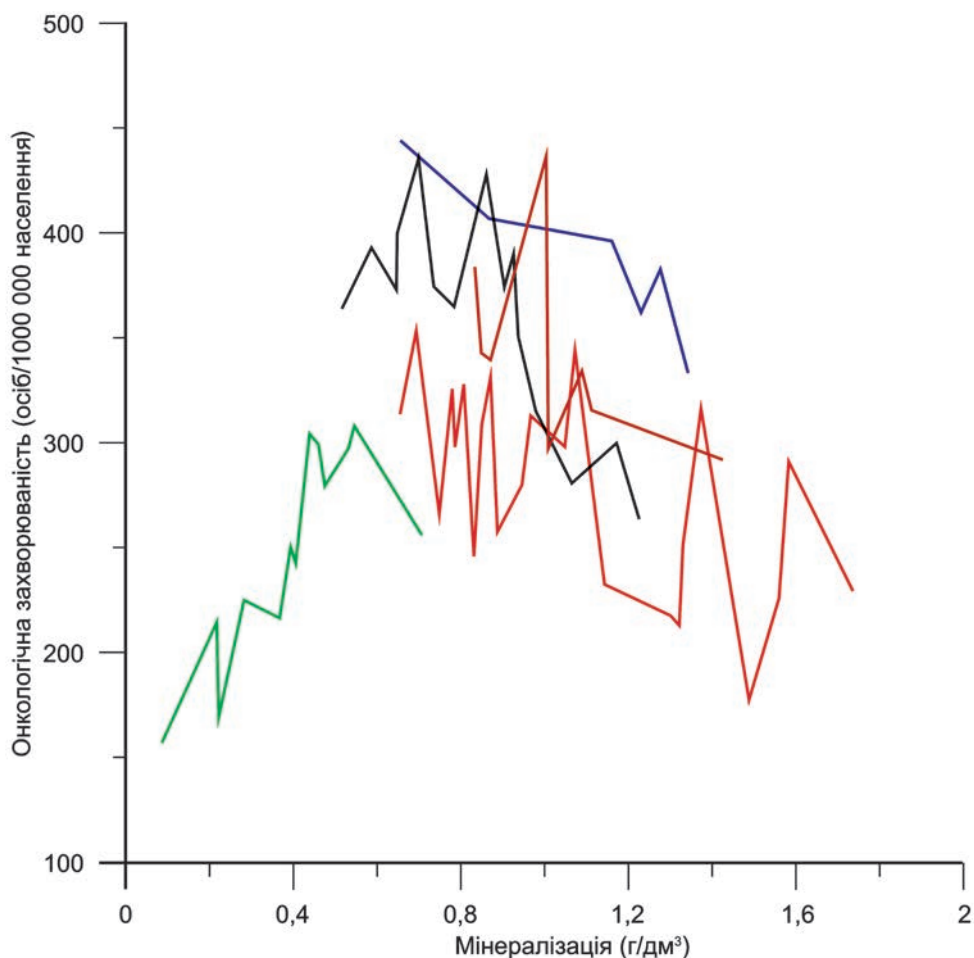


Рис. 1. Графіки залежності онкозахворюваності від мінералізації води:
чорна лінія – Київська, червона – Полтавська, синя – Одеська, рожева – Харківська,
зелена – Рівненська області

Fig. 1. Dependency graph of cancer incidence versus water salinity:
black line – Kyiv, red – Poltava, blue – Odesa, pink – Kharkiv, green – Rivne regions

Рис. 1 демонструє п'ять різних областей України (західна і східна її частини). Вони різні за географічним положенням, рівнем онкологічної захворюваності, хімічним складом і мінералізацією питних вод, за соціальними мірками. Єдине, що спільне у них, – це те, що досліджувались дані тільки по сільському населенню, яке більш залежне від місцевих джерел питної води.

Тим не менше, чітко видно, що є область графіку, де всі п'ять різних ліній наближаються до максимуму, а саме в інтервалі мінералізації $\sim 0,8-1,1$ г/дм³. У Рівненській області (зелена лінія) – мінералізація питних вод низька, наближається, але не дотягує до інтервалу максимуму захворюваності. В Одеській області (синя лінія) – навпаки, мінералізація вод дуже велика $\sim 1,0$ г/дм³ та більше. На рис. 1 є область зростання захворюваності (прямого впливу мінералізації)

і падіння захворюваності після досягнення максимуму (зворотного впливу сумарного складу води).

По-перше, такий характер графіків можна пояснити особливостями розчинності кальцію у воді. Наприклад, розчинність карбонату кальцію доволі мала, але вона зростає у присутності вуглекислого газу (з утворенням більш розчинних бікарбонатів) та збільшується у присутності сульфатного іона, калійного іона, іона амонію. У природних умовах із зростанням мінералізації водного розчину відбувається закономірна зміна у міграційній активності основних іонів – на міграційних кривих [Самарина, 1977] доволі різке зменшення вмісту гідрокарбонат- і кальцій-іонів та збільшення сульфат- і натрій-іонів у складі підземних вод помітне в інтервалі мінералізації $\sim 0,5-1,0$ г/дм³ (рис. 2).

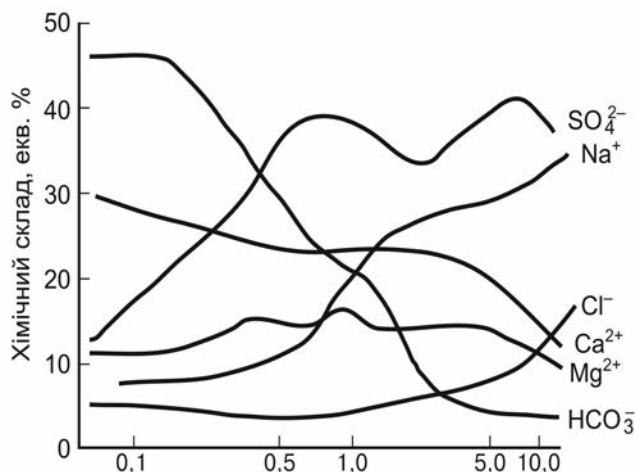


Рис. 2. Міграційні криві (за Є.В. Часовниковою, 1971). Поведінка макрокомпонентів у підземних водах [Самарина, 1977]

Fig. 2. Migration curves (by E.V. Chasovnykova, 1971). The behavior of main components in groundwater [Самарина, 1977]

По-друге, криволінійний характер графіків з існуванням максимуму можна спробувати пояснити і законами *принципу лімітуючих факторів* (закон мінімуму Лібіха, закон толерантності Шелфорда). Як відомо, цей **принцип** формулюється так: якщо хоч один екологічний фактор виходить за межі діапазону толерантності, то він стає обмежувальним. Коли значення такого фактора ще не досягло летальної границі, але вже вийшло із зони оптимуму, організм відчуває фізіологічний стрес. Діапазон (межі) толерантності чітко видно на рис. 3.

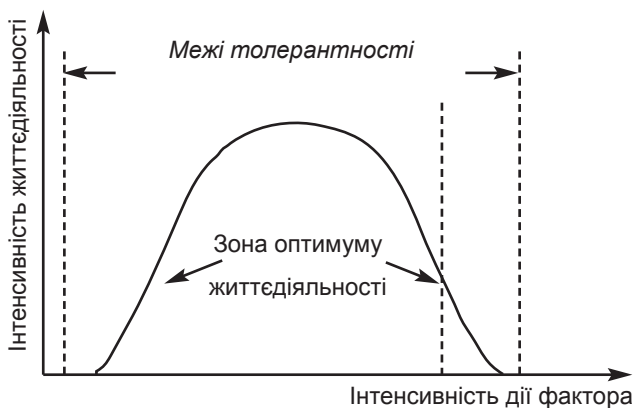


Рис. 3. Крива толерантності Шелфорда

Fig. 3. Shelford tolerance curve

Якщо проаналізувати разом закон толерантності та залежність захворюваності від інтегрального складу води, представленого на графіку (рис. 1), то можна зробити такий висновок: в інтервалі мінералізації ~ 1 г/дм³ невідомий

поки що фактор (або фактори) складу води наближається (наближаються) до границі зони толерантності. В результаті захворюваність зростає і досягає свого максимуму. Потім, за межами інтервалу (~ 1 г/дм³) дія негативного фактора або припиняється, або нейтралізується, або негативний фактор зникає, або збільшується вплив якогось позитивного фактора. Це належить з'ясувати.

Дані по міграції основних іонів у підземних водах (рис. 2) не протирічать таким міркуванням, скоріше їх підтверджують.

Якщо такі припущення з часом виявляться вірними, то, очевидно, можна бути знайти і засіб, що може нейтралізувати негативний ефект або збільшити вплив позитивного фактора (факторів).

З усього наведеного випливає таке: вивчення впливу питних та мінеральних вод на здоров'я людини потребує перш за все залучення усіх доступних на наш час знань про воду. Термодинамічний аналіз рівноважного стану води, вивчення докладного аналізу компонентних форм хімічного складу – це необхідний перший етап.

Висновки

У нашій країні використання термодинамічних методів є недостатнім, а повільне входження в повсякдення природничих наук (зокрема, геохімії та гідрогеохімії) термодинамічних розрахунків відбувається з різних причин, серед яких були навіть політичні (у колишньому СРСР).

Проблеми, що безпосередньо торкаються вивчення впливу хімічного складу питної та мінеральної води на здоров'я людини, назріли не тільки у нашій країні, а є актуальними у всьому світі. В багатьох країнах в цій галузі після прориву у дослідженнях у 60-80-х роках ХХ ст., які зафіксували, що організм людини безперечно реагує на основний склад води, на початку ХХІ ст. спостерігається ситуація «глухого кута».

В даній статті застій у дослідженнях впливу питних вод на здоров'я людей ми пояснюємо застосовуючи впровадженні термодинамічних розрахунків при опробуванні питних вод. В цілому, такого роду дослідження (впливу питної води) знаходяться на стику гідрогеології, гідрогеохімії, з одного боку, та фізіології і медицини – з іншого. Ми вважаємо, що обов'язок науковців

та геологічної служби на даному етапі полягає в тому, щоб забезпечити медичні та інші зацікавлені служби новою сучасною якістю хімічного аналізу води, що обов'язково включає термодинамічний аналіз проби води або розрахунок рівноважного стану води як запоруку більш адекватного і повного вираження її хімічного складу.

Список літератури / References

1. *Гаррелс Р.* Минеральные равновесия при низких температурах и давлениях / Гаррелс Р. – М.: Иностран. лит., 1962. – 306 с.

Garrels R., 1962. Mineral equilibria at low temperature and pressure. Moscow: Inostrannaya literatura, 306 p. (in Russian).

2. *Гаррелс Р.М.* Растворы, минералы, равновесия / Гаррелс Р.М., Крайст Ч.Л. – М.: Мир, 1968. – 368 с.

Garrels R.M., Christ C. L., 1968. Solutions, minerals and equilibria. Moscow: Mir, 368 p. (in Russian).

3. *Гиббс Дж.* Термодинамика. Статистическая механика / Гиббс Дж. – М.: Наука, 1982. – 584 с.

Gibbs J., 1982. Thermodynamics. Statistical mechanics. Moscow: Nauka, 584 p. (in Russian).

4. *Дривер Дж.* Геохимия природных вод / Дривер Дж. – М.: Мир, 1985. – 440 с.

Drever J., 1985. The geochemistry of natural waters. Moscow: Mir, 440 p. (in Russian).

5. *Крайнов С.Р.* Методы геохимического моделирования и прогнозирования в гидрогеологии / Крайнов С.Р., Шваров Ю.В., Гричук Д.В. и др. – М.: 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).

6. *Крайнов С.Р.* Геохимия подземных вод хозяйственно-питьевого назначения / Крайнов С.Р., Швец В.М. – М.: Недра, 1987. – 237 с.

Craynov S.R., Shvec V.M., 1987. The geochemistry of groundwater for potable purpose. Moscow: Nedra, 237 p (in Russian).

7. *Никаноров А.М.* Гидрохимия: учебник / Никаноров А.М. – СПб.: Гидрометеоздат, 2001. – 444 с.

Nikanorov A.M., 2001. Hydrochemistry: text-book. St. Peterburg : Hydrometeoizdat, 444 p. (in Russian).

8. *Самарина В.С.* Гидрогеохимия: учебное пособие / Самарина В.С. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1977. – 300 с.

Samarina V.S., 1977. Hydrogeochemistry: text-book. Leningrad: Izdatelstvo Leningradskogo Universiteta, 300 p. (in Russian).

9. *Шварцман Ю.М.* Отчет о поисково-разведочных работах на железистые минеральные воды на

Результати пілотного статистичного кореляційного аналізу зв'язків між здоров'ям населення та складом питної води, більш наближеним до істинного складу, свідчать про безперечну перспективність майбутніх досліджень впливу, уточненого згідно з принципами рівноважної хімічної термодинаміки складу вживаних вод, на показники здоров'я людини.

участке Славяногорском Донецкой области УССР / Шварцман Ю.М., Беседа Н.И. – Славяногорский г/с Донецкой обл., 1972 г.

Shvarcman Y.M., Beseda N.I., 1972. Report of exploration work to discover the ferriferous mineral waters in the area Slavyanogorsk the Donetsk region of the Ukrainian SSR (in Russian).

10. *Шестопапов В.М.* Подземные воды и здоровье?! / Шестопапов В.М., Овчинникова Н.Б. // Экология довкілля. – 2003. – № 1. – С. 19-33.

Shestopalov V.M., Ovchinnikova N.B., 2003. Groundwater and Health?! *Ecologiya dovkillya*, № 1, p. 19-33 (in Russian).

11. *Шестопапов В.М.* Анализ влияния подземных питьевых вод на здоровье населения (на примере Одесской области) / Шестопапов В.М., Овчинникова Н.Б., Голубчиков М.В. // Геол. журн. – 2002. – № 1 (299). – С. 7-14.

Shestopalov V.M., Ovchinnikova N.B., Golubchikov M.V., 2002. Underground drinking water and human health effect (in the Odessa region). *Geologichnyy Zhurnal*, № 1 (299), p. 7-14 (in Russian).

12. *Anderson T.W. et al.* Ischemic heart disease, water hardness and myocardial magnesium // Canadian Medical Association journal. – 1975. – Vol. 113. – P. 119-203.

Anderson T.W. et al., 1975. Ischemic heart disease, water hardness and myocardial magnesium. *Canadian Medical Association journal*, vol. 113, p. 119-203 (in English).

13. *Bound J.P. et al.* The incidence of anencephalus in the Fylde Peninsula 1956-1976 and changes in water hardness // Journal of epidemiology and community health. – 1981. – Vol. 35 (2). – P. 102-105.

Bound J.P. et al., 1981. The incidence of anencephalus in the Fylde Peninsula 1956-1976 and changes in water hardness. *Journal of epidemiology and community health*, vol. 35 (2), p. 102-105 (in English).

14. *Crawford M.D., Gardner M.J., Sedgwick P.A.* Infant mortality and hardness of local water supplies // Lancet. – 1972. – Vol. 1 (758). – P. 988-992.

Crawford M.D., Gardner M.J., Sedgwick P.A., 1972. Infant mortality and hardness of local water supplies. *Lancet*, vol. 1 (758), p. 988-992 (in English).

15. **Dzik A.J.** Cerebrovascular disease mortality rates and water hardness in North Dakota // *South Dakota journal of medicine*. – 1989. – Vol. 42 (4). – P. 5-7.
- Dzik A.J.**, 1989. Cerebrovascular disease mortality rates and water hardness in North Dakota. *South Dakota journal of medicine*, vol. 42 (4), p. 5-7 (in English).
16. **Kubis M.** The relationship between water hardness and the occurrence of acute myocardial infarction // *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Facultatis Medicae*. – 1985. – Vol. 111. – P. 321-324.
- Kubis M.**, 1985. The relationship between water hardness and the occurrence of acute myocardial infarction. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Facultatis Medicae*, vol. 111, p. 321-324 (in English).
17. **Leoni V., Fabiani L., Ticchiarelli L.** Water hardness and cardiovascular mortality rate in Abruzzo, Italy // *Archives of environmental health*. – 1985. – Vol. 40 (5). – P. 274-278.
- Leoni V., Fabiani L., Ticchiarelli L.**, 1985. Water hardness and cardiovascular mortality rate in Abruzzo, Italy. *Archives of environmental health*, vol. 40 (5), p. 274-278 (in English).
18. **MacKinnon A.U., Taylor S.H.** Relationship between sudden coronary deaths and drinking water hardness in five Yorkshire cities and towns // *International journal of epidemiology*. – 1980. – Vol. 9 (3). – P. 247-249.
- MacKinnon A.U., Taylor S.H.**, 1980. Relationship between sudden coronary deaths and drinking water hardness in five Yorkshire cities and towns. *International journal of epidemiology*, vol. 9 (3), p. 247-249 (in English).
19. **Masironi R., Pisa Z., Clayton D.** Myocardial infarction and water hardness in the WHO myocardial infarction registry network // *Bulletin of the World Health Organization*. – 1979. – Vol. 57. – P. 291-299.
- Masironi R., Pisa Z., Clayton D.**, 1979. Myocardial infarction and water hardness in the WHO myocardial infarction registry network. *Bulletin of the World Health Organization*, vol. 57, p. 291-299 (in English).
20. **Smith W.C., Crombie I.K.** Coronary heart disease and water hardness in Scotland—is there a relationship? // *Journal of epidemiology and community health*. – 1987. – Vol. 41. – P. 227-228.
- Smith W.C., Crombie I.K.**, 1987. Coronary heart disease and water hardness in Scotland—is there a relationship? *Journal of epidemiology and community health*, vol. 41, p. 227-228 (in English).
21. **Sonneborn M. et al.** Health effects of inorganic drinking water constituents, including hardness, iodide and fluoride // *CRC critical reviews on environmental control*. – 1983. – Vol. 13 (1). – P. 1-22.
- Sonneborn M. et al.**, 1983. Health effects of inorganic drinking water constituents, including hardness, iodide and fluoride. *CRC critical reviews on environmental control*, vol. 13 (1), p. 1-22 (in English).
22. **Wigle D.T. et al.** Contaminants in drinking water and cancer risks in Canadian cities // *Canadian journal of public health*. – 1986. – Vol. 77 (5). – P. 335-342.
- Wigle D.T. et al.**, 1986. Contaminants in drinking water and cancer risks in Canadian cities. *Canadian journal of public health*, vol. 77 (5), p. 335-342 (in English).
23. **Zeighami E.A. et al.** Drinking water inorganics and cardiovascular disease: a case-control study among Wisconsin farmers // *Calabrese EJ, Tuthill RW, Condie L., eds. Advances in modern toxicology - Inorganics in drinking water and cardiovascular disease*. Princeton, NJ, Princeton Scientific Publishing, 1985.
- Zeighami E.A. et al.** Drinking water inorganics and cardiovascular disease: a case-control study among Wisconsin farmers. In: *Calabrese EJ, Tuthill RW, Condie L., eds. Advances in modern toxicology - Inorganics in drinking water and cardiovascular disease*. Princeton, NJ, Princeton Scientific Publishing, 1985 (in English).
24. **Zemla B.** Geographical incidence of gastric carcinoma in relation to hardness of water for drinking and household needs // *Wiadomosci lekarskie*. – 1980. – Vol. 33 (13). – P. 1027-1031.
- Zemla B.**, 1980. Geographical incidence of gastric carcinoma in relation to hardness of water for drinking and household needs. *Wiadomosci lekarskie*, vol. 33 (13), p. 1027-1031 (in English).

Стаття надійшла
26.09.2016

РОЗВИТОК МОНІТОРИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ЗВ'ЯЗКУ ІЗ ЗАБРУДНЕННЯМ ПІДЗЕМНИХ ВОД НАФТОПРОДУКТАМИ

М.С. Огняник¹, А.Л. Брикс², Р.Б. Гаврилюк³

¹ *Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, E-mail: gwp_ign@gwp.org.ua
Доктор геолого-мінералогічних наук, професор, завідувач відділу.*

² *Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, E-mail: gwp_ign@gwp.org.ua
Кандидат геолого-мінералогічних наук, провідний науковий співробітник.*

³ *Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, E-mail: gavrilyuk.ruslan@gmail.com
Кандидат геологічних наук, вчений секретар Інституту геологічних наук НАН України.*

Представлена ретроспектива моніторингових досліджень підземних вод у світі загалом і в Україні зокрема. Необхідність у посиленому вивченні змін якості питних підземних вод у 50-ті роки минулого сторіччя була пов'язана із зростанням водоспоживання і збільшенням скиду відпрацьованих неочищених вод. Проте минуло ще понад 10-15 років, аж поки в світі звернули увагу на втрачені нафтопродукти як на специфічний забруднювач підземної гідросфери. Серед публікацій з проблеми забруднення підземних вод з'явилися роботи, в яких наведені приклади картування забруднених нафтопродуктами ділянок, проведення моніторингових досліджень, якісного опису утворення багатофазних осередків нафтопродуктів у поровому просторі, математичних моделей міграції тощо. В методичних рекомендаціях по гідрогеологічних дослідженнях забруднених територій, які використовувалися в колишньому СРСР, згадувалося про нафтове забруднення, як правило, тільки у зв'язку із міграцією розчинених у воді вуглеводнів. Та ж тенденція зберігалася в Україні, принаймні, до середини 90-х років ХХ ст. У 80-90 рр. в Україні почастишали випадки виявлення прихованих в ґрунтовій товщі осередків втрачених нафтопродуктів. В статті наведені приклади таких осередків, у дослідженні яких Інститут геологічних наук НАН України брав участь. У відділі охорони підземних вод цього інституту сформульована загальна концепція моніторингу забрудненого легкими нафтопродуктами геологічного середовища, наведені методи і способи розв'язання задач моніторингу на різних стадіях досліджень, запропонований принцип оцінки небезпеки нафтопродуктового забруднення природних і господарчих об'єктів та створення навколо об'єктів-джерел потенційного забруднення геологічного середовища попереджувальної зони і розташування в ній спостережних пунктів.

Ключові слова: моніторингові дослідження, забруднення, геологічне середовище, підземні води, нафтопродукти, нафтові вуглеводні.

DEVELOPMENT OF THE MONITORING RESEARCH OF GROUNDWATER CONTAMINATED BY PETROLEUM PRODUCTS

N.S. Ognianik¹, A.L. Bricks², R.B. Havryliuk³

¹ *Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, E-mail: gwp_ign@gwp.org.ua
Doctor of geological-mineralogical sciences, professor, head of department.*

² *Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, E-mail: gwp_ign@gwp.org.ua
Candidate of geological-mineralogical sciences, leading researcher scientist.*

³ *Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, E-mail: gavrilyuk.ruslan@gmail.com
Candidate of geological sciences, scientific secretary.*

A retrospective review of the groundwater monitoring development in the world and particularly in Ukraine is presented here. The need to intensive study of the changes in the drinking groundwater quality in the

50-ies of the last century has been associated with an increase in water consumption and increasing a reset of untreated waste water. However, it took another 10-15 years until the world drew attention to the spilled oil as a specific pollutant of underground hydrosphere. Among articles dealing with the groundwater pollution problem, different publications have appeared which show examples of mapping of oil-contaminated sites, the implementation of specific monitoring, qualitative description of the formation of multi-phase accumulations of petroleum in the pore space, the mathematical migration models, etc. In the methodological recommendations for hydrogeological research of contaminated areas, which were used in the Soviet Union, oil pollution was referred, as a rule, only in connection with the migration of dissolved petroleum hydrocarbons. The same trend has been kept in Ukraine, at least until the mid 90s. In the 80-90 years in Ukraine the cases of detection of previously hidden in the ground the lost petroleum accumulations have become more common. The article gives examples of contaminated sites, in the study of which IGS NAS Ukraine participated. In the department of protection of groundwater IGS NAS Ukraine, the general concept of contaminated geological environment monitoring, methods and ways of solving monitoring tasks in various stages of research were formulated; the principle of risk assessment of an oil product pollution of natural and economic objects and creation around potential contamination source of warning zone and the location of observation posts in it was proposed.

Key words: monitoring research, pollution, geological environment, groundwater, petroleum products, oil hydrocarbons.

РАЗВИТИЕ МОНИТОРИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СВЯЗИ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Н.С. Огняник¹, А.Л. Брикс², Р.Б. Гаврилюк³

¹ *Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина, E-mail: gwp_ign@gwp.org.ua
Доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий отделом.*

² *Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина, E-mail: gwp_ign@gwp.org.ua
Кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник.*

³ *Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина, E-mail: gavrilyuk.ruslan@gmail.com
Кандидат геологических наук, ученый секретарь Института геологических наук НАН Украины.*

Представлена ретроспектива мониторинговых исследований подземных вод в мире в целом и в Украине в частности. Необходимость в усиленном изучении изменений качества питьевых подземных вод в 50-е годы прошлого столетия была связана с ростом водопотребления и увеличением сброса отработанных неочищенных вод. Однако прошло еще около 10-15 лет, пока в мире обратили внимание на утраченные нефтепродукты как на специфический загрязнитель подземной гидросферы. Среди публикаций по проблеме загрязнения подземных вод появились работы, в которых приведены примеры картирования загрязненных нефтепродуктами участков, проведения мониторинговых исследований, качественного описания образования многофазных скоплений нефтепродуктов в поровом пространстве, математических моделей миграции и т.д. В методических рекомендациях по гидрогеологическим исследованиям загрязненных территорий, которые использовались в бывшем СССР, упоминалось нефтяное загрязнение, как правило, только в связи с миграцией растворенных в воде нефтяных углеводородов. Та же тенденция сохранялась в Украине, по крайней мере, до середины 90-х годов. В 80-90 гг. в Украине участились случаи выявления скрытых в грунтовой толще скоплений утраченных нефтепродуктов. В статье приведены примеры таких скоплений, в исследовании которых Институт геологических наук НАН Украины принимал участие. В отделе охраны подземных вод этого института сформулирована общая концепция мониторинга загрязненной нефтепродуктами геологической среды, приведены методы и способы решения задач мониторинга на разных стадиях исследований, предложен принцип оценки опасности нефтепродуктового загрязнения природных и хозяйственных объектов и создания вокруг объектов-источников потенциального загрязнения геологической среды предупреждающей зоны и расположения в ней наблюдательных пунктов.

Ключевые слова: мониторинговые исследования, загрязнения, геологическая среда, подземные воды, нефтепродукты, нефтяные углеводороды.

Вступ

У 30-ті роки минулого сторіччя відмічається підвищення інтересу до спостереження за якістю водних ресурсів, зокрема підземних вод. Щоправда, від початку цей інтерес виник у зв'язку з бактеріальним забрудненням низки джерел водопостачання, що привело в кінці XIX – на початку XX ст. до епідемій (дизентерія, тиф, холера) в країнах Західної Європи, США і Росії. В 30-ті роки XX ст. проблема охорони підземних вод обговорюється не тільки в санітарному аспекті, але й у зв'язку з іншими небезпечними явищами: зсувами, припливами в шахти, карстоутвореннями та ін.

Тим не менше, в першій половині XX ст. ситуація в області забезпечення водою в цілому здавалася далекою від кризи. Окремі випадки забруднення водних ресурсів, якщо такі відмічалися за межами колишнього Радянського Союзу, пояснювалися «хижацькою природою капіталістичної системи», натомість, аналогічні події у СРСР інтерпретувалися як результат «помилки у розподілі продуктивних сил в країні, які суперечать принципам планового розвитку економіки».

Бурхливий зріст промислового і сільськогосподарського виробництва у післявоєнний період викликав таке саме збільшення водоспоживання і, як наслідок, збільшення скиду відпрацьованих та зазвичай неочищених вод. Виникла необхідність у систематичних спостереженнях за змінами у режимі підземних вод. Термін «**моніторинг**» з'явився перед проведенням Стокгольмської конференції ООН по навколишньому середовищу (5–16 червня 1972 р.) в доповнення до терміну «**контроль**», який, на відміну від спостережень і реєстрації даних, передбачає активні дії, а саме – оцінку змін, що відбуваються, їх прогнозування і розробку керуючих рішень. Таке розширене трактування **моніторингу*** в наш час превалює, принаймні, в сфері природничих наук.

Історія розвитку моніторингу забруднених нафтопродуктами ділянок геологічного середовища (ГС)

У 50-ті роки XX ст. в колишньому СРСР формується Державна мережа гідрологічних пунктів спостережень [Попов, 1955]. Кількість їх

(свердловини, колодязі, джерела, водомірні пости та ін.), розташування, постановка задач і методика реалізації — все це визначалося централізованим порядком з урахуванням результатів попередніх досліджень і відомої перспективи господарчого розвитку того чи іншого регіону. При постановці задач основна увага приділялася спостереженням за рівневим режимом і визначенню складових балансу підземних вод, хоча деякий обсяг гідрохімічних досліджень також передбачався. Проте серед контрольованих показників якості підземних вод вміст вуглеводнів (ВВ) або нафтопродуктів (НП) навіть не згадувався.

В більшості повідомлень, надісланих у відповідь на запит Секретаріату міжнародного семінару, присвяченого проблемі забруднення підземних і поверхневих вод нафтою і НП [Матеріали..., 1970], наявність проблеми хоча і визнавалася, але серйозна небезпека на найближчу перспективу не передбачалася. В США, Італії, Нідерландах існуючу небезпеку для морів і рік пов'язували із епізодичними розливами нафти і НП у результаті руйнування танкерів чи нафтопроводів. У Румунії проблему забруднення визнали актуальною тільки для районів нафтовидобування. В СРСР основними джерелами забруднення були названі підприємства нафтової промисловості і застарілі очисні споруди. Тому вирішення проблеми вбачалося виключно в руслі вдосконалення технології очищення стічних вод. З України надійшло найбільш «оптимістичне» повідомлення [Матеріали..., 1970, ст. 88]: «В даний час і в перспективі на найближче десятиріччя немає загрози забруднення поверхневих і підземних вод нафтою и нафтопродуктами. На підприємствах нафтової промисловості експлуатуються споруди механічного і біологічного очищення промислових стічних вод. Скидання стічних вод обмежується впровадженням оборотного водопостачання».

З позицій сьогодення найбільш реалістичною слід визнати «німецьку» точку зору. Так, ФРН повідомила, що проблема нафтового забруднення в країні існує вже 15 років поки що лише в промислових районах, але можна

* Моніторинг оточуючого середовища (від лат. monitor – той, що контролює, попереджає) – система спостереження і контролю за природно-антропогенними комплексами з метою забезпечення раціонального використання природних ресурсів і охорони природного середовища (Географічна енциклопедія України. – К.: УРЕ, 1990. – 480 с.).

очікувати її розповсюдження на всю територію країни. В НДР визнали поступове загострення ситуації в 60-ті роки минулого сторіччя у зв'язку із створенням великих нафтозховищ, мережі АЗС та нафтопродуктопроводів. Причому поширення забруднених територій пов'язувалося не стільки з аваріями, як з посиленням інтенсивності систематичних втрат зі зховищ і трубопроводів у міру збільшення строку їх експлуатації. Цей висновок згодом став домінуючим повсюдно.

В 60–70-ті роки в Україні факти надходження рідких або розчинених НП у місця природного дренажу чи відбору ґрунтових вод дрібними користувачами, очевидно, були настільки рідкісні й незначні за своїми наслідками, що сприймалися як випадкові події, які не заслуговують на серйозну увагу. Через відсутність не те що спеціалізованого* моніторингу, а навіть звичайних спостережень за режимом підземних вод у місцях розташування об'єктів нафтопродуктового забезпечення, процеси формування в підземній гідросфері забруднених ділянок мали переважно прихований характер.

В 70–80-х роках ситуація почала суттєво змінюватися. Почастішали випадки виходу назовні (в місцях природного чи штучного дренажу підземних вод) вміщуючих ВВ потоків. Ініційовані цими випадками польові дослідження виявили чималі і різноманітні за формою та будовою осередки забруднення ГС нафтопродуктами. На цей період припадає збільшення публікацій, присвячених опису причин та джерел надходження в ГС так званих *неводних фаз рідини* (NAPL) або рідин, які не змішуються з водою, визначенню принципів міграції NAPL в насичених і ненасичених зонах ГС за результатами польових експериментів і лабораторних досліджень [Holzer, 1976, King, 1984; Matis, 1971; Mercer, Cohen, 1990; Pinder, Abriola, 1986; Schwille, 1975; Williams, Wilder, 1971 та ін.], а також теоретичним розробкам, які були започатковані ще у першій половині минулого сторіччя у зв'язку із потребами нафтовидобування. Одна з перших робіт, в якій розглядався рух NAPL як феномен потоку двох рідин, що не змішуються, в неглибокому водоносному горизонті, є стаття [Van Dam, 1967]. Подальший розвиток теорії

руху багатофазної рідини здійснювався як розробка моделей для наближеного розв'язання конкретних задач.

На теоретичних і експериментальних розробках, звісно, базуються дослідження суто практичного спрямування, метою яких є пошуки (локалізація) осередків забруднення, проектування моніторингової мережі, вибір характеристик, які необхідно вимірювати, і визначення способів їх вимірювання, оцінка вмісту НП-забруднювача з урахуванням процесів штучної і природної трансформації тощо. У більшості зарубіжних публікацій 80-90-х років, присвячених практичним питанням облаштування спостережної мережі і здійснення моніторингу забруднених ділянок ГС, не приділялося достатньої уваги особливостям конкретних забруднювачів. Проте можна навести приклади, так би мовити, диференційованого ставлення до проблеми моніторингу, тобто в залежності від природи забруднювача – чи то є незмішувана з водою чи розчинна речовина [Aller et al., 1989; Mercer, Cohen, 1990; Огняник и др., 2013].

Особливості вирішення проблеми нафтопродуктового забруднення ГС в Україні

В методичних рекомендаціях по гідрогеологічних дослідженнях забруднених територій, які використовувалися в колишньому СРСР, можна було знайти згадку про нафтове забруднення, але, як правило, тільки у зв'язку із міграцією розчинених у воді ВВ. Цікаво, що та ж тенденція зберігалася в Україні, принаймні, до середини 90-х років. Доказом тому може бути «Временное методическое руководство по проведению комплексных эколого-геологических исследований на территории Украины», затверджене НТР Держкомгеології України в 1994 р. [Временное..., 1994]. У цьому інструктивному документі нафтохімічне забруднення ГС визначається як «недостатньо вивчений техногенний процес» і, начебто в підтвердження цього, у Додатку 1, що вміщує характеристику основних забруднюючих речовин, наведено збіднений, а місцями досить спірний опис процесу розповсюдження в ГС нафтопродуктового забруднювача. Зокрема, центральне місце в схемі осередку забруднення

* Маємо на увазі моніторинг, спеціально налаштований на дослідження забруднених нафтопродуктами ділянок ГС.

водоносного горизонту займає пляма нафтової плівки, оточена поясами «емульсії води в нафті», а далі за потоком – «нафти у воді». Третя зовнішня частина осередку являє собою зону розповсюдження розчинених у воді ВВ [Гольдберг, 1987]. Оскільки швидкість руху забруднювача за схемою конвективного перенесення визначається швидкістю руху води, видається досить обгрунтованою рекомендація [Гольдберг, Газда, 1984] першочергово звертати увагу на рух емульсованих і розчинених у воді ВВ, розповсюдження яких, за їхньою думкою, настільки ж небезпечніше пересування однофазної рідини*, наскільки площа її поширення менше площі розповсюдження розчинених у воді ВВ.

Ця думка, можливо, і знайшла своє відображення як у роботі [Временное..., 1994], так і в інших подібних методичних керівництвах з проектування спостережної мережі, відбору проб, проведення прогностичних розрахунків і навіть виконання ліквідаційних робіт. Слід відмітити, що при такому погляді на проблему фактично виключається та частина легких НП (ЛНП), які мають густину, що менша за густину води, формує у верхній частині насиченої зони ГС локальне утворення, відоме під назвою «лінза», яка здатна рухатись під впливом власного градієнта напорів у горизонтальному напрямку. Дійсно, ЛНП як рідина за швидкістю течії суттєво поступається воді, яка переносить забруднювач, але небезпека його розповсюдження в такому вигляді зумовлена такими чинниками:

- більшу частину відстані від джерела забруднення до об'єкта, що потребує захисту, ЛНП-рідина може подолати в прихованій формі, тому швидкість міграції не має значення, а коли забруднення проявить себе в місцях височування на денну поверхню або на початку дренажування ЛНП-рідини в річку чи колодязь, період прихованого поширення лінзи закінчується і одразу виникає надзвичайна ситуація;

- в процесі тривалого переміщення лінзи у напрямку фільтраційного потоку в результаті вертикального коливання поверхні ґрунтових вод відбувається періодичне заповнення ЛНП-рідиною вільного від води порового простору вище і нижче середнього рівня ґрунтових вод, при цьому частина рідкого ЛНП втрачає мобільність і перетворюється в забруднювач, який

досить важко вилучити фізичними методами; у такий спосіб формуються вторинні джерела забруднення ґрунтових вод тривалої дії.

Крім цього, привертає увагу до нафтопродуктової лінзи те, що саме в ній зосереджена основна маса мобільного ЛНП, який вилучають із забрудненого ГС з можливістю його повторного практичного використання. Цей факт є визначальним для розуміння особливостей моніторингу і ремедіації забруднених нафтопродуктами ділянок в Україні.

Прикладом одного з перших масштабних проявів нафтопродуктового забруднення ГС в Україні є забруднення Херсонського водозабору. До 1982 р. наявність локальних осередків забруднення ґрунтових вод і верхньої частини ґрунтової товщі відмічалася лише в межах майданчику Херсонського нафтопереробного заводу (ХНПЗ). За 10 років розчинені ВВ потрапили у водоносні горизонти і спрямувалися до центра депресійної воронки, що утворилася під дією водозабірних свердловин. У 1994–1996 рр. німецькою фірмою GESCO проведені ремедіаційні заходи із очищення забруднених ґрунтів і підземних вод у межах майданчику заводу. У 2000–2002 рр. ліквідаційні роботи продовжувала Південно-Українська ГГП. В результаті проведення заходів із зменшення втрат НП і вилучення рідких НП з водоносних горизонтів якість підземних вод на території м. Херсон дещо покращилася [Гідрогеологічний..., 2004]. Проте це покращання могло бути наслідком різкого зменшення в останні роки обсягу НП, що зберігаються на території колишнього ХНПЗ. Відсутність постійного моніторингу унеможливило вірогідну оцінку розвитку ситуації в зоні дії водозабору. Про забруднення Херсонського водозабору ми згадали через те, що в Інституті геологічних наук (ІГН) НАН України в 1994–1997 рр. вперше була створена математична модель дії водозабору за даними картування осередку забруднення, яке виконане Укрводпроектм у 1992 р. Результатами моделювання доведено, що виключну роль у проникненні НП-забруднення до сарматського водоносного горизонту, що експлуатується, відіграє балка Веревчина, що огинає із заходу майданчик ХНПЗ [Брикс, Огняник, 1997]. Ця модель повинна була стати складовою частиною моніторингової системи, але... не сталося.

* Мається на увазі шар ЛНП-рідини (лінзи), що рухається у напрямку фільтраційного потоку.

Наступний приклад також можна вважати зразком невдалого здійснення моніторингу. На північно-західній околиці м. Луцьк розташований військовий аеродром, що межує із земельними ділянками міського населення. Можна вважати, що 10-15 років формування ареалу забруднення через відсутність моніторингу мало прихований характер. Забруднення проявилось у 1983 р. запахом газу, а невдовзі у деяких колодязях утворився шар газу, який підприємливе населення почало використовувати для особистих потреб. Очікувалося, що лінза мобільного газу у майбутньому має досягти р. Стир, яка є природною дренажною грунтовою потоку. З 1995 р. у рамках угоди між Мінекобезпеки України та Агенцією навколишнього середовища Данії в районі Луцького аеродрому проводилися дослідження під керівництвом датської компанії «Kruiger International Consult», які перервалися у березні 1997 р. через припинення фінансування. На початку 1999 р. у зв'язку із суттєвим зменшенням кількості і, навіть, повним зникненням вільного НП у побутових колодязях виникло загрозове припущення щодо прискорення руху лінзи у напрямку р. Стир. З ініціативи Міноборони України були відновлені дослідження, для проведення яких були запрошені фахівці ІГН НАН України. Дійсна причина «зникнення» вільного НП в колодязях була встановлена – через підйом рівнів ґрунтових вод значна частина НП-рідини опинилася заблокованою водою в порах ґрунту і тимчасово втратила здатність рухатися [Брикс та ін., 2006]. А відтак відчуття загрози зникло, а разом з цим у Замовника зникло бажання продовжувати моніторингові дослідження. Щодо подальшої долі осередку забруднення в СМІ робилися припущення в досить широкому діапазоні: від існування реальної загрози забруднення р. Стир до цілковитої безпечності осередку забруднення та його «самоліквідації» до 20-го року XXI ст. Ця невизначеність прогнозних оцінок обумовлена відсутністю компетентних моніторингових досліджень. Справді, про яку вірогідність висновків може йтися,

якщо із 40 свердловин моніторингової мережі*, які використовувалися за призначенням лише один-два роки, 30 вийшли з ладу та були ліквідовані. А шість з десяти свердловин, що залишилися, не є інформаційними і, скоріш за все, потребують ремонту або заміни [Керосинове..., 2009].

Саме в цей час, у середині 90-х років, ІГН НАН України разом з установами НАН України, Мінекобезпеки, Держкомгеології та Держводгоспу України виконували дослідження за міжвідомчою Програмою НДР «Здійснення контролю, оцінки і прогнозування ситуації з розвитку нафтохімічних забруднень підземних вод України». Кінцевою метою досліджень за програмою була розробка інформаційно-моделюючого комплексу, призначеного для оцінки існуючого і прогнозного стану забруднених нафтопродуктами ділянок ГС, і обґрунтування рішень з проведення ремедіаційних заходів. В черговий раз роботи були передчасно зупинені через відсутність фінансування.

Складається враження, що брак коштів є фатальною перешкодою для проведення повноцінної (науково обґрунтованої) ремедіації забруднених нафтопродуктами ділянок ГС. Мабуть, цим можна пояснити Розпорядження КМ України від 10.08.1994 р. за № 595-р, в якому вирішення наукомісткої і складно-технологічної проблеми доручається суб'єктам підприємницької діяльності за їхні власні кошти. Стимулом для такої діяльності є зазначене у Розпорядженні право власності на нафтопродукт, який підприємець спромігся здобути при очищенні ГС. Зрозуміло, що будь-який підприємець збанкрутує, якщо прибуток від реалізації здобутого НП перестане компенсувати витрати на проведення робіт**. В умовах України найчастіше великі нафтопродуктові лінзи містяться в товщах слабопроникних лесоподібних суглинків. Через занадто повільні припливи НП-рідини до дренажних споруд дуже важко забезпечити режим безперервної і достатньо інтенсивної (для рентабельності) «експлуатації» продуктивного горизонту. Без спеціального мо-

* Мережа свердловин для спостереження за рівнями води і ЛНП створена ПНВП «Валдай» у 2001 р. у співробітництві з ЗАТ «Волиньпроект» і ІГН НАН України. Передбачена тривалість моніторингу – вісім років.

** Лише помпування найбільш рухливої частини шару мобільного ЛНП може давати прибуток. Застосування інших методів очищення забрудненого ГС з точки зору підприємця є завідома збитковим і потребує додаткового фінансування.

ніторингу неможливо адекватно оцінити ситуацію, що складається на ділянці проведення відкачування НП. Тимчасова відсутність НП-рідини у приймальній частині дренажної свердловини чи колодязя може помилково сприйматися як ознака «виснаження» лінзи ЛНП і слугувати приводом для припинення робіт. До помилкових висновків призводить неврахування впливу на товщину шару ЛНП сезонного і багаторічного коливання рівня ґрунтових вод [Брикс, Негода, 2008; Брикс та ін., 2006; Огняник та ін., 2013]. Як правило, виконавці робіт з ліквідації НП-забруднення за будь-якої можливості намагаються уникнути додаткових витрат на проведення моніторингових досліджень. Якщо ж видобуванням «нічийного палива» з власних копанок чи покинутих свердловин займаються місцеві мешканці або зовсім випадкові люди, про моніторинг годі й казати.

Ще про одну з особливостей вирішення проблеми моніторингу. В Україні розміщення свердловин або інших спеціально облаштованих пунктів спостереження можливо лише на території, що охороняється. Це можуть бути огорожені ділянки нафтобаз, складів паливно-мастильних матеріалів (ПММ), промислові майданчики, аеродроми, території військових частин. Практичний досвід показує, що існує високий ризик виходу з ладу свердловин, які залишаються без нагляду навіть не на дуже тривалий час, через нерегламентовані (вандалні) дії сторонніх осіб.

Роботи з еколого-гідрогеологічного обстеження потенційно небезпечних ділянок військових аеродромів були виконані ІГН НАН України в 2000-2007 рр. у рамках Програми ліквідації стратегічних авіаційних комплексів в Україні. Програмою передбачалося серед іншого пошуки і картування осередків забруднення ґС (ґрунтів і ґрунтових вод), оцінка обсягів НП-забруднювачів, а також математичне моделювання міграції НП-рідини (авіаційного гасу). Були обстежені території авіабаз біля міст Узин, Біла Церква, Полтава, Прилуки, Миколаїв та ін.

На основі результатів багаторічних досліджень, проведених на військових об'єктах, а також інструктивно-методичних матеріалів, діючих у споріднених сферах, розроблено «Методику обстеження еколого-геологічного стану територій військових об'єктів» та «Методичні рекомендації по обстеженню еколого-геологічного стану

територій військових аеродромів», які з 2003 р. є нормативними документами Міноборони України [Методика..., 2012].

На більшості військових об'єктів, на яких проводилися роботи за програмою скорочення САК, екологічні дослідження тривали приблизно один рік. За програмою, розробленою у відділі охорони підземних вод ІГН НАН України та узгодженою з Мінприроди та службою екологічної безпеки Генерального штабу ЗС України, в районі складу ПММ аеродрому біля м. Миколаїв упродовж 2002-2006 рр. проведений комплекс моніторингових досліджень, які передували і супроводжували довготривале дослідно-експлуатаційне відкачування газової лінзи [Гаврилюк, 2013]. Вперше в Україні таку масштабну роботу виконували не лише заради реабілітаційного ефекту, а ще й в наукових цілях. На жаль, і цього разу дослідження були передчасно перервані.

Висновки

У відділі охорони підземних вод ІГН НАН України на основі узагальнення відомих (опублікованих) теоретичних розробок, а також власного досвіду досліджень сформульовані загальна концепція моніторингу забрудненого ЛНП ґС, методи і способи розв'язання задач моніторингу на різних стадіях досліджень (при проведенні оціночного, спеціального і контролюючого моніторингу), запропонований принцип оцінки небезпеки (загрози) нафтопродуктового забруднення природних і господарчих об'єктів та створення навколо об'єктів-джерел потенційного забруднення геологічного середовища попереджувальної зони і розташування в ній спостережних пунктів. Математично обґрунтовані і підтверджені лабораторними експериментами методи розрахунку дійсних рівнів і товщини шару мобільних ЛНП на водоупорі, на поверхні капілярної зони та рівневій поверхні ґрунтових вод, а також оцінки вмісту ЛНП як у насиченій, так і у ненасиченій зонах ґрунтової товщі. Матеріали багаторічних досліджень представлені в монографіях [Огняник та ін., 2006, 2013].

В найближчій перспективі передбачаються моніторингові дослідження в рамках реалізації проекту «Проведення природовідновлювальних робіт з локалізації та ліквідації нафтохімічного забруднення на території військової частини в м. Києві» за програмою співробітництва Україна – НАТО в сфері науки та охорони довкілля.

З метою наукового забезпечення захисту населення від надзвичайних ситуацій, пов'язаних із нафтохімічним забрудненням ГС, пропонується:

- створити єдиний науково-обґрунтований реєстр і систему паспортизації об'єктів-забруднювачів ГС нафтою та НП на території України, а також розглянути питання щодо створення інформаційно-експертної системи як провідного інструменту підтримки прийняття управлінських рішень щодо мінімізації екологічних і соціально-економічних ризиків у разі забруднення ГС нафтопродуктами;

- удосконалити методики еколого-геологічного обстеження територій, що зазнали нафтохімічного забруднення, та розробити методики фізичного та математичного моделювання міграції різних форм нафтохімічного забруднення у складних гідрогеологічних умовах;

- науково обґрунтувати та впровадити моніторинг потенційно небезпечних осередків нафтохімічного забруднення ГС з метою прогнозування їх розвитку і визначення необхідності ремедіаційних заходів з урахуванням ефекту природної реабілітації;

- провести післяліквідаційне обстеження забруднених ділянок з метою визначення ефективності проведених очисних робіт і оцінки загрози, яку становлять осередки залишкового забруднення;

- забезпечити профільні лабораторії (академічні, відомчі) аналітичним обладнанням (мас-спектрометри, портативні хроматографи), необхідним для визначення трансформації вмісту нафтових ВВ, що входять до складу забруднювачів ГС.

Автори статті висловлюють подяку Н.К. Парамоновій за використані матеріали і надані консультації.

Список літератури / References

1. **Брикс А.Л.** Формирование зоны нефтехимического загрязнения вблизи дендропарка «Александрия» (г. Белая Церковь) / А.Л. Брикс, Ю.А. Негода // Геол. журн. – 2008. – № 4 (325). – С. 106-112.

Bricks A.L., Negoda Yu.A., 2008. Oil contamination zone forming near the territory of dendrological park «Aleksandria» (Belaya Tserkov town). *Geologichnyy zhurnal*, № 4 (325), p. 106-112 (in Russian).

2. **Брикс А.Л.** Методика моделирования действия водозабора с учетом процесса загрязнения подземных вод нефтепродуктами / А.Л. Брикс, Н.С. Огняник // Геол. журн. – 1997. – № 3-4 (284). – С. 68-73.

Bricks A.L., Ognianik N.S., 1997. Methods of water intake action modeling with due regard for hydrocarbon ground water contamination. *Geologichnyy zhurnal*, № 3-4 (284), p. 68-73 (in Russian).

3. **Брикс А.Л.** Особливості розповсюдження авіаційного гасу в геологічному середовищі в районі селища «Вишків» (м. Луцьк) / А.Л. Брикс, М.С. Огняник, Н.К. Парамонова, Є.І. Некрасов // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2006. – № 2. – С. 35-40.

Bricks A.L., Ognianik M.S., Paramonova N.K., Nekrasov Ye.I., 2006. Features of aviation kerosene expansion in the subsurface near the village of «Wyszkiw» (Lutsk town). *Ekologiya dovkillia ta bezpeka zhyttyediyalnosti*, № 2, p. 35-40 (in Ukrainian).

4. **Временное** методическое руководство по проведению комплексных эколого-геологических иссле-

дований (на территории Украины). – Киев: ГПП «Геопрогноз», 1994. – 331 с.

Provisional guidelines for the conduct of complex ecological and geological research (in Ukraine), 1994. Kiev: «Geoprognoz», 331 p. (in Russian).

5. **Гаврилюк Р.Б.** Гідрогеологічні умови формування лінз авіаційного гасу на військових аеродромах України (на прикладі аеродрому у м. Миколаєві): автореф. дис. ... канд. геол. наук. – К., 2013. – 22 с.

Gavriluk R.B., 2013. Hydrogeological conditions of accumulation of aviation kerosene lenses within military airfields in Ukraine (Nikolaev airfield as a case study). PhD geol. sci., dis. Kyiv, 22 p. (in Ukrainian).

6. **Гідрогеологічний** щорічник про стан підземних вод України за 2003 р. – К.: ДНВП «Геоінформ України», 2004. – 87 с.

Hydrological Yearbook of the groundwater condition of Ukraine in 2003. Kyiv: DNVP «Geoinform of Ukraine», 2004, 87 p. (in Ukrainian).

7. **Гольдберг В.М.** Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды / В.М. Гольдберг. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 248 с.

Gol'dberg V.M., 1987. The relationship of groundwater contamination and the environment. Leningrad: Hydrometeoizdat, 248 p. (in Russian).

8. **Гольдберг В.М.** Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения / В.М. Гольдберг, С. Газда. – М.: Недра, 1984. – 262 с.

Gol'dberg V.M., Gazda S., 1984. Hydrogeological basics of protection of the groundwater from contamination. Moscow: Nedra, 262 p. (in Russian).

9. **Материалы** семинара по защите подземных и поверхностных вод от загрязнения сырой нефтью и нефтепродуктами, организованного Комитетом по водным ресурсам Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций, состоявшегося в Женеве с 1 по 5 декабря 1969 года. – Нью-Йорк: [б.и.], 1970. – Т. 1. – 169 с.

Proceedings of the seminar on the protection of ground and surface waters against pollution by crude oil and oil products, organized by the Committee on water resources of the European Economic Commission of the United Nations, held in Geneva from 1 to 5 December 1969, New York, 1970, vol. 1, 169 p. (in Russian).

10. **Методика** обстеження еколого-геологічного стану територій військових об'єктів. Методичні рекомендації по обстеженню еколого-геологічного стану територій військових аеродромів. – К., 2012. – 209 с.

Methods of examination of ecological and geological condition of area military bases. Methodical recommendations as to survey of ecological and geological condition of the military airfields area, 2012. Kyiv, 209 p. (in Ukrainian).

11. **Огняник Н.С.** Основы изучения загрязнения геологической среды легкими нефтепродуктами / Н.С. Огняник, Н.К. Парамонова, А.Л. Брикс и др. – Киев: [А.П.Н.], 2006. – 278 с.

Ognianuk N.S., Paramonova N.K., Bricks A.L., Pashkovskiy I.S., Konnov D.V., 2006. The fundamentals of studying of subsurface contamination with light petroleum products. Kiev, [A.P.N.], 278 p. (in Russian).

12. **Огняник Н.С.** Эколого-гидрогеологический мониторинг территорий загрязнения геологической среды легкими нефтепродуктами / Н.С. Огняник, Н.К. Парамонова, А.Л. Брикс, Р.Б. Гаврилюк. – Киев: LAT & K., 2013. – 254 с.

Ognianik N.S., Paramonova N.K., Bricks A.L., Gavrilyuk R.B., 2013. Ecological and hydrological monitoring of subsurface contamination areas with light petroleum products. Kiev: LAT&K, 254 p. (in Russian).

13. **Попов В.Н.** Организация и производство наблюдений за режимом подземных вод: (Инструктивные указания). – М.: Госгеолтехиздат, 1955. – 298 с.

Popov V.N., 1955. The organization and implementation of the observation of groundwater regime (Guidance). Moscow: Gosgeoltekhizdat, 298 p. (in Russian).

14. **Aller L.** Handbook of Suggested Practices for the Design and Installation of Groundwater Monitoring Wells / L. Aller, T.W. Bennett, G. Hackett, R.J. Petty, J.H. Lehr, H. Sedoris, D.M. Nielsen and J.E. Denne // EPA 600/4-89/034. – 1989. – 398 p.

Aller L., Bennett T.W., Hackett G., Petty R.J., Lehr J.H., Sedoris H., Nielsen D.M. and Denne J.E., 1989. Handbook of Suggested Practices for the Design and Installation of Groundwater Monitoring Wells, EPA 600/4-89/034, 398 p. (in English).

15. **Holzer T.L.** Application of groundwater flow theory to a subsurface oil spill / T.L. Holzer // J. Ground Water. – 1976. – Vol. 14 (3). – P. 138-145.

Holzer T.L., 1976. Application of groundwater flow theory to a subsurface oil spill. *J. Ground Water*, vol. 14 (3), p. 138-145 (in English).

16. **King R.D.** The Influence of underground openings on gasoline spill migration and recovery in downtown Edmonton / R.D. King // Oil in Freshwater: chemistry, biology, countermeasure technology: Proceedings of the Symposium of Oil Pollution in Freshwater. – Edmonton, Alberta, Canada, 1984. – P. 485-491.

King R.D., 1984. The Influence of underground openings on gasoline spill migration and recovery in downtown Edmonton. In: *Oil in Freshwater: chemistry, biology, countermeasure technology: Proceedings of the Symposium of Oil Pollution in Freshwater*, Edmonton, Alberta, Canada, p. 485-491 (in English).

17. **Matis J.R.** Petroleum contamination of groundwater in Maryland / J.R. Matis // Ground Water. – 1971. – Vol. 9 (6). – P. 57-61.

Matis J.R., 1971. Petroleum contamination of groundwater in Maryland. *Ground Water*, vol. 9 (6), p. 57-61 (in English).

18. **Mercer J.W.** A review of immiscible fluids in the subsurface: Properties, models, characterization and remediation / J.W. Mercer, R.M. Cohen // J. Contam. Hydrol. – 1990. – Vol. 6 (2). – P. 107-163.

Mercer J.W., Cohen R.M., 1990. A review of immiscible fluids in the subsurface: Properties, models, characterization and remediation. *J. Contam. Hydrol.*, vol. 6 (2), p. 107-163 (in English).

19. **Pinder G.F.** On the simulation of nonaqueous phase organic compounds in the subsurface / G.F. Pinder and L.M. Abriola // J. Water Resour. Res. – Vol. 22 (9). – P. 109-119.

Pinder, G.F. and Abriola, L.M., 1986. On the simulation of nonaqueous phase organic compounds in the subsurface. *J. Water Resour. Res.*, vol. 22 (9), p. 109-119 (in English).

20. **Schwille F.** Groundwater pollution by mineral oil products / F. Schwille // Groundwater Pollution Symposium: Proceedings of the Moscow Symposium, August 1971, IAHS-AISH Publ. – 1975. – № 103. – P. 226–240.

Schwille F., 1975. Groundwater pollution by mineral oil products. In: *Groundwater Pollution Symposium: Proceedings of the Moscow Symposium, August 1971*, IAHS-AISH Publ., № 103, p. 226–240 (in English).

21. Williams D.E. Gasoline pollution of a ground-water reservoir – A case history / D.E. Williams, D.G. Wilder // *J. Ground Water*. – 1971. – Vol. 9 (6). – P. 50-56.

Williams D.E., Wilder D.G., 1971. Gasoline pollution of a ground-water reservoir – A case history. *J. Ground Water*, vol. 9 (6), p. 50-56 (in English).

22. Van Dam J. The migration of hydrocarbons in a water-bearing stratum / J. Van Dam // *The Joint Problems of the Oil and Water Industries* (Ed. P. Hepple). – London: Inst. Petrol., 1967. – P. 55–96.

Van Dam J., 1967. The migration of hydrocarbons in a water-bearing stratum. In: *The Joint Problems of the*

Oil and Water Industries (Ed. P. Hepple). – London: Inst. Petrol., p. 55–96 (in English).

23. Керосинове озеро на Вишкові «глибшає»? Інформаційне агентство «Волинські новини», 2009. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.volynnews.com/news/extreme/kerosynove_ozero_na_vyshkovi_hlybshaye/ – Назва з екрана.

Kerosene Lake on the outskirts «Vyshkov» becomes deeper? Information Agency «Volyn news». 2009. [Electronic resource]. Access mode: http://www.volynnews.com/news/extreme/kerosynove_ozero_na_vyshkovi_hlybshaye/ – Screen name (in Ukrainian).

Стаття надійшла
20.04.2016

ВПЛИВ СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД НА ПРОЦЕСИ СЕДИМЕНТОГЕНЕЗУ МОЛОЧНОГО ТА УТЛЮЦЬКОГО ЛИМАНІВ

Т.О. Сапун

(Рекомендовано д-ром геол. наук Л.М. Даценко)

*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького,
Мелітополь, Запорізька область, Україна, E-mail: sapun.ivan@yandex.ua
Викладач-стажист кафедри фізичної географії і геології.*

Проаналізовано вплив якості поверхневих вод на процеси седиментогенезу Молочного та Утлюцького лиманів. Метою досліджень є визначення класу та категорії поверхневих вод Молочного й Утлюцького лиманів та доказ їх впливу на процеси седиментогенезу. Обробку проб води здійснено на базі лабораторії Державної Азовської морської екологічної інспекції м. Маріуполь методом інструментально-лабораторного контролю проб води. Визначення якості поверхневих вод виконано методом розрахунку інтегральних індексів забруднення відповідно до регіонально адаптованої «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями». Результати дослідження довели, що якість поверхневих вод Молочного й Утлюцького лиманів та їх басейнів відповідає III класу «забруднені» 4-ї категорії «слабко забруднені». Якісний склад поверхневих вод безперервно впливає на процес седиментогенезу, просторова активізація якого залежить від кількості зваженого матеріалу та швидкості течії прилеглих річок. Зроблено висновок, що прискорення осадконакопичення в басейні Молочного лиману пов'язане з його невеликою площею, високою мінералізацією та активністю турбулентного потоку, значною площею осушення донних відкладів. Комплексна взаємодія фізико-географічних умов та гідрохімічних показників якості поверхневих вод Утлюцького лиману підтверджує сповільнення процесу седиментогенезу. В результаті дослідження дано геоекологічну оцінку якості поверхневих вод Молочного та Утлюцького лиманів. Методом математичного розрахунку визначено хімічний склад поверхневих вод; проведено кореляційний аналіз консервованих проб Молочного та Утлюцького лиманів; виявлено вплив поверхневих вод на процеси седиментогенезу; проаналізовано просторову зміну якості вод у залежності від хімічного складу річкових артерій басейну Молочного та Утлюцького лиманів. Розглянуто вплив поверхневих вод на донні відклади лиманів.

Ключові слова: Молочний та Утлюцький лимани, поверхневі води, донні відклади, індекс оцінки якості поверхневих вод, процеси седиментогенезу.

DISPLAY OF SURFACE WATER TO THE SEDIMENTOGENESIS MOLOCHNYI AND UTLYUTSKYI ESTUARIES

T.O. Sapun

(Recommended by doctor of geological sciences L.M. Datsenko)

*Bohdan Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University,
Melitopol, Zaporizhia region, Ukraine, E-mail: sapun.ivan@yandex.ua
Staff member Department of physical geography and geology.*

The article analyzes the influence of surface water quality on sedimentogenesis processes of Molochnyi and Utlyutskiy estuaries. The purpose of research is to determine the grade and category of surface water of Molochnyi and Utlyutskiy estuaries and their impact on sedimentogenesis processes. Treatment of water samples was conducted at the laboratories of the Mariupol State Environmental Inspection of the Azov sea by instrumental and laboratory control of water samples. Quality of surface water was made by calculating

the integrated pollution indexes regionally adapted according to the «Methodology of environmental assessment of surface water quality under the relevant categories». Results of the research showed that the quality of surface water of Molochnyi and Utlyutskyi estuaries is of III class «polluted» and category four «slightly polluted». The quality of surface water continuously affects the process of sedimentogenesis, spatial activation of which depends on the amount of weighted material and flow velocity of adjacent rivers. Thus, it was concluded that the acceleration of sedimentation in the basin of Dairy estuary is due to its small size, high mineral content and turbulent flow activity, large area of bottom sediments draining. Complex interaction of physical and geographical conditions and hydrochemical parameters of surface water quality of Utlyutsky estuary confirms the slowdown of sedimentogenesis process. In the result of the research the geoecological assessment of surface water quality of Molochnyi and Utlyutskyi estuaries is given. The chemical composition of surface water was determined by the method of mathematical calculation; correlation analysis of samples of Molochnyi and Utlyutskyi estuaries was made; the influence of surface water on the processes of sedimentogenesis was found; spatial water quality change depending on the chemical composition of river arteries of Molochnyi and Utlyutskyi estuaries basin was analyzed. The influence of surface water on bottom sediments of estuaries was analyzed.

Key words: Molochnyi and Utlyutskyi estuaries, surface water, bottom sediments, the index assessing the quality of surface water sedimentogenesis processes.

ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА ПРОЦЕССЫ СЕДИМЕНТОГЕНЕЗА МОЛОЧНОГО И УТЛЮКСКОГО ЛИМАНОВ

Т.А. Сапун

(Рекомендовано д-ром геол. наук Л.М. Даценко)

*Мелитопольский государственный педагогический университет имени Богдана Хмельницкого, Мелитополь, Запорожская область, Украина, E-mail: sapun.ivan@yandex.ua
Преподаватель-стажер кафедры физической географии и геологии.*

Проанализировано влияние качества поверхностных вод на процессы седиментогенеза Молочного и Утлюкского лиманов. Целью исследований является определение класса и категории поверхностных вод Молочного и Утлюкского лиманов и доказательство их влияния на процессы седиментогенеза. Обработка проб воды осуществлена на базе лаборатории Государственной Азовской морской экологической инспекции г. Мариуполь методом инструментально-лабораторного контроля проб воды. Определение качества поверхностных вод выполнено методом расчета интегральных индексов загрязнения в соответствии с регионально адаптированной «Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями». Результаты исследования показали, что качество поверхностных вод Молочного и Утлюкского лиманов и их бассейнов соответствует III классу «загрязненные» 4-й категории «слабо загрязненные». Качественный состав поверхностных вод непрерывно влияет на процесс седиментогенеза, пространственная активизация которого зависит от количества взвешенного материала и скорости течения прилегающих рек. Сделан вывод, что ускорение осадконакопления в бассейне Молочного лимана связано с его небольшой площадью, высокой минерализацией и активностью турбулентного потока, значительной площадью осушения донных отложений. Комплексное взаимодействие физико-географических условий и гидрохимических показателей качества поверхностных вод Утлюкского лимана подтверждает замедление процесса седиментогенеза. В результате исследования дана геоэкологическая оценка качества поверхностных вод Молочного и Утлюкского лиманов. Методом математического расчета определен химический состав поверхностных вод; проведен корреляционный анализ консервированных проб Молочного и Утлюкского лиманов; выявлено влияние поверхностных вод на процессы седиментогенеза; проанализировано пространственное изменение качества вод в зависимости от химического состава речных артерий бассейна Молочного и Утлюкского лиманов. Рассмотрено влияние поверхностных вод на донные отложения лиманов.

Ключевые слова: Молочный и Утлюкский лиманы, поверхностные воды, донные отложения, индекс оценки качества поверхностных вод, процессы седиментогенеза.

Вступ

Проблема збереження сучасної гідрологічної мережі Північно-Західного Приазов'я на сьогоднішній день є дуже актуальною і потребує негайного вирішення. Розв'язання ряду завдань супроводжується браком знань у виявленні якості поверхневих вод головних водозбірних басейнів. Для визначення геоecологічного стану поверхневих вод Молочного та Утлюцького лиманів виникає необхідність проведення систематичних геологічних, гідрогeологічних, гідрохімічних, мікробіологічних спостережень. На території України комплексна гідрогeологічна розвідка Молочного лиману востаннє була проведена в 2009 р. [Компанієць, 2009], в межах Утлюцького лиману гідрогeологічні роботи не проводились зовсім. Варто зазначити, що для Молочного лиману був створений паспорт водно-болотного угіддя міжнародного значення [Компанієць, 2009], в якому відсутні повні відомості про хімічний склад поверхневих вод. Обмеженість державних програм фінансування екологічних інспекцій, гідрогeологічних експедицій спричиняє неповноту даних про геоекологічний стан вод зазначених лиманів, що перешкоджає створенню нових паспортів. Детальне дослідження лиманів Приазовської групи по визначенню концентрації забруднюючих речовин гідрофізичного, гідрохімічного, гідробіологічного походження дозволяє встановити і зрозуміти послідовність накопичення та утворення донних відкладів.

Теоретичне підґрунтя

Вирішення поставленого завдання пов'язано з аналізом останніх досліджень та публікацій. Насамперед проблема оцінки визначення стану забрудненості поверхневих вод території України набула широкого розвитку ще наприкінці ХХ ст. З'являються публікації відомих науковців Інституту гідробіології НАН України, УНДІВБП, Інституту географії НАН України. В 1996 р. А.В. Яцик із співавторами розробили «Методику...» [Методика..., 1996], що включала дані моніторингових спостережень гідрохімічного стану поверхневих вод з відповідною прив'язкою до картографічного матеріалу. Подальше вдосконалення запропонованої методики простежується у праці В.Д. Романенка із співавторами [Методика..., 1998]. Наприкінці ХХ ст. більшість вчених використовували Директиви Європейського Союзу 2000/60/ЄС «Упорядкування діяльності Співтовариства в галузі водної

політики» [Directive, 2000; Досвід..., 2006]. З метою поновлення Водного кодексу України була запропонована «Методика встановлення і використання нормативів якості поверхневих вод та естуаріїв України» (2001 р.) [Романенко та ін., 2001]; в 2012 р. вона замінена «Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [Гриценко та ін., 2012], яку ми й використовуємо при дослідженні. Всі ці роботи набувають значущості у зв'язку з визначенням впливу поверхневих вод на процеси седиментогенезу. Вплив поверхневих вод на процеси седиментації висвітлено в роботах Є.Ф. Шнюкова, Г.Н. Орловського, В.П. Усенка [Геология..., 1974; Геология..., 1984]. Але для Молочного та Утлюцького лиманів дані про вплив поверхневих вод на процеси седиментації відсутні.

Матеріали та методика досліджень

На підставі даних власних польових досліджень та матеріалів Запорізької гідрогeолого-меліоративної експедиції (м. Дніпрорудне), Білозерської геологорозвідувальної експедиції КП «Південукргеологія» (с.м.т. Михайлівка), Запорізького управління водними ресурсами (м. Запоріжжя), Міністерства екології та природних ресурсів України (м. Київ), Державної Азовської морської екологічної інспекції (м. Маріуполь), Запорізького департаменту екології (м. Запоріжжя), ТОВ «Науково-технічний центр «Нова хвиля» (м. Запоріжжя), ЧП «Едельвейс 08» (м. Запоріжжя) здійснено геоекологічну оцінку якості поверхневих вод розглядуваних лиманів. Відбір проб води проведено по п'яти пунктах спостереження для кожного лиману: перший-третій пункти – авандельти річкових русел; четвертий пункт – ложе лиманів; п'ятий пункт – гирло лиманів. Обробку проб води виконано на базі лабораторії Державної Азовської морської екологічної інспекції м. Маріуполь методом інструментально-лабораторного контролю проб води Утлюцького, Молочного лиманів [Зуб та ін., 2015]. Проведено попарний кореляційний аналіз хімічного складу поверхневих вод Молочного та Утлюцького лиманів. Визначено якість поверхневих вод лиманів Приазовської групи методом розрахунку інтегральних індексів забруднення відповідно до регіонально адаптованої «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [Гриценко та ін., 2012]. Отримані результати структуровано у три блоки – індекси забрудненості: I блок – індекс сольового складу (I_1),

II блок – еколого-санітарний індекс (I_2), III блок – індекс специфічних показників токсичної дії (I^3). Для визначення інтегрального екологічного індексу оцінки якості води (I_E) застосовано математичні методи.

За результатами математичних розрахунків нами встановлено категорії та класи поверхневих вод, що дає можливість простежити динаміку їх зміни та визначити значущість їх впливу на седиментацію донних відкладів. Дослідження проведено у рамках ініціативної науково-дослідної теми кафедри фізичної географії і геології Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького «Геоекотичні проблеми ґрунтів басейну р. Молочна» (№ державної реєстрації 0115U001741) під керівництвом д-ра геол. наук, проф. Л.М. Даценко.

Результати досліджень

Швидкість накопичення осадового матеріалу в лиманах Приазовської групи головним чином залежить від кількості завислих речовин, що надходять з водами річок водозбірного басейну в розчинно-емульгованому та сорбованому вигляді. Висока забрудненість та мінералізація річкових артерій підвищує процес осадконакопичення в районі авандельт річкових русел. Гідрофобні органічні та хімічні сполуки легко сорбуються зваженим матеріалом, відкладаючись у вигляді пухкого осаду з твердим скелетом, пори якого заповнюються водою. Подальше діагенетичне перетворення донних відкладів пов'язано з процесом ущільнення, турбулентним потоком на межі порогової зміни гідрохімічних показників, щільністю розвитку бентосних організмів, активізацією розкладу органіки. Постійний матеріальний обмін з поверхневими водами лиманів визначає склад, ступінь забрудненості та лінійний характер поширення донних відкладів. Детальне дослідження згаданих процесів у комплексі з інструментально-лабораторним методом контролю проб води дозволяє розрахувати оцінку якості поверхневих вод Молочного та Утлюцького лиманів. Відповідно до проведених розрахунків в авандельті річкового русла простежується максимальне осідання завислих та колоїдних речовин [Процеси..., 2013], що пов'язано з пороговою зміною гідрохімічних показників.

Для кращого розуміння просторового поширення осадового матеріалу коротко зупинимося на характеристиці кожного з блоків якості поверхневих вод Молочного та Утлюцького лиманів.

Сольовий блок. Аналіз динаміки блокового індексу сольового складу (I_1) в районі Молочного та Утлюцького лиманів відповідає V класу 7-ї категорії «дуже брудні» (табл. 1-3). В басейні Утлюцького лиману індекс сольового складу коливається від 2,5 (II клас, 2-а категорія «чисті») р. Великий Утлюк до 8,25 (V клас, 7-а категорія «дуже брудні») р. Атманай. В авандельті р. Малий Утлюк ($I_1=6$) дані показники відносяться до IV класу 6-ї категорії «брудні». Індекс показників сольового складу басейну Молочного лиману змінюється в незначних межах – від 4,5 (III клас «забруднені», 4-а категорія «слабко забруднені») авандельти річок Молочна, Ташенак до 5,5 (III клас «забруднені», 5-а категорія «помірно забруднені») р. Джекельня. Кореляція показників забрудненості компонентами сольового складу доводить, що води басейну Утлюцького лиману ($I_1=5,875$ – IV клас, 6-а категорія «брудні») більшою мірою зазнають забруднення з боку річок, ніж води Молочного лиману (5,375 – III клас «забруднені», 5-а категорія «помірно забруднені»).

Еколого-санітарний блок. Оцінка якості поверхневих вод лиманів проведена на основі фондових матеріалів Державної Азовської екологічної інспекції (м. Маріуполь) [Зуб та ін., 2015]. Наші розрахунки показали, що еколого-санітарний індекс Молочного та Утлюцького лиманів змінюється від 3,6 до 4 (III клас «забруднені», 4-а категорія «слабо забруднені») (табл. 1-3). Максимальні числові значення еколого-санітарного індексу у межах басейну Утлюцького лиману простежуються в авандельті р. Малий Утлюк і становлять 3,75 (III клас «забруднені», 4-а категорія «слабко забруднені»). Деяко кращі показники якості поверхневих вод Утлюцького лиману притаманні р. Великий Утлюк – 3,65 (III клас «забруднені», 4-а категорія «слабо забруднені»), р. Атманай – 3,2 (II клас «чисті», 3-я категорія «досить чисті»). У басейні Молочного лиману констатуємо значне погіршення показників якості еколого-санітарного індексу до позначки 4 (р. Джекельня), 4,75 (р. Молочна), а води, відповідно до «Методики...» [Методика..., 2012], відносимо до III класу «забруднені» 5-ї категорії «помірно забруднені». Відносно очищеними є води авандельти р. Ташенак – 2,625 (II клас «чисті», 3-я категорія «досить чисті»). Математичний підрахунок показників еколого-санітарного індексу підтверджує надмірну концентрацію забруднюючих речовин (3,6875,

Таблиця 1. Розподіл середніх величин показників трьох блоків за категоріями якості води Утлюцького лиману**Table 1.** Distribution of the three blocks' averages by water quality categories of Utlyutskiy estuary

Перший блок (індекс сольового складу I ₁)			Другий блок (еколого-санітарний індекс I ₂)			Третій блок (індекс специфічних показників токсичної дії I ₃)		
Показник, мг/дм ³	Величина	Категорія	Показник	Величина	Категорія	Показник, мкг/дм ³	Величина	Категорія
Сульфати (SO ₄ ²⁻)	1248	7	Завислі речовини, мг/дм ³	2	1	Мідь (Cu)	0,062	1
Хлориди (Cl ⁻)	8008	7	Прозорість, м	1,58	1	Марганець (Mn)	0,003-0,1	1
			pH, одиниць	7,23	1	Залізо загальне (Fe _T)	<0,05-0,181	1
			Розчинений кисень, O ₂ мг/дм ³	6,78	4	Фториди (F)	65,7	1
			Перманганатна окислюваність, мг O/дм ³	23,7	7			
			БСК ₅ , мг O/дм ³	3,12	4			
			Амоній (NH ⁺)	<0,078	1			
			Нітрити (NO ₂ ⁻)	0,032	5			
			Нітрати (NO ₃ ⁻)	1,2	6			
			Біохроматна окислюваність, мг O/дм ³	56	6			

III клас «забруднені», 4-а категорія «слабко забруднені») у поверхневих водах басейну Молочного лиману та зниження їх концентрації (3,5, II клас «чисті», 3-я категорія «досить чисті») і покращання у басейні Утлюцького лиману.

Блок специфічних показників токсичної дії. Обмеженість вихідних даних власних польових робіт та матеріалів згаданих вище гідрогеологічних установ викликає необхідність проводити розрахунок індексу специфічних показників токсичної дії не по 25 значеннях, а лише по чотирьох (кількість міді, марганця, заліза, фторидів). Відповідно до [Компанієць, 2009], між поверхневими водами лиманів і їх басейнами встановлюється гідрохімічна рівновага, води яких відповідають I класу 1-ї категорії «дуже чисті» (табл. 1-3). Максимального забруднення набувають води авандельти річок Малий Утлюк (1,5), Молочна (1,375), Ташенак (1,125).

Використовуючи дані трьох попередніх блоків, ми зробили розрахунок **комплексного інтегрального екологічного індексу оцінки якості поверхневих вод** Молочного та Утлюцького лиманів, згідно з яким I_E змінюється у межах від 4 (Молочний лиман) до 3,866 (Утлюцький лиман), що відповідає III класу «забруднені» 4-ї категорії «слабо забруднені» (табл. 3). Аналогічна якість поверхневих вод простежується і в басейні Молочного (3,675) та Утлюцького (3,623) лиманів. Комплексний інтегральний екологічний індекс в басейні Утлюцького лиману коливається від 3,0485 (р. Великий Утлюк) II класу «чисті» 3-ї категорії «досить чисті» до 4,3185 (р. Атманай) II класу «забруднені» 5-ї категорії «помірно забруднені». Натомість, якість вод басейну Молочного лиману змінюється лише у межах III класу «забруднені» 4-ї категорії «слабо забруднені» від 3,95835 (авандельта р. Молочна) до 3,6415 (р. Ташенак).

Якісна характеристика поверхневих вод лиманів надає можливість розрахувати кількість та склад осадового матеріалу, визначити швидкість процесів седиментації, що, в свою чергу, залежить від щільності донних відкладів, швидкості турбулентного переміщення поверхневого шару, кількості органічної та неорганічної речовини. Невисока цементованість осадового матеріалу забезпечує безперервний матеріальний обмін з поверхневими водами. Отже, кількість донних відкладів також залежить від об'єму водойми, швидкості течії, мінералізації та іонної сили води.

Кореляція показників якості поверхневих вод басейну лиманів за кількістю зваженого матеріалу підтверджує високу активність турбулентного потоку поверхневих вод у басейні Молочного лиману (14 мг/дм³, авандельти річок

Молочна – 117,9 мг/дм³, Ташенак – 22,3 мг/дм³, Джекельня – 77,5 мг/дм³) та низьку – в басейні Утлюцького лиману (2 мг/дм³, авандельти річок Малий Утлюк – 6,2 мг/дм³, Великий Утлюк – 8,9 мг/дм³, Атманай – 11-20 мг/дм³). Дана закономірність пояснюється слабким розвитком гідрологічної мережі в басейні Утлюцького лиману. Для Молочного лиману ми стверджуємо, що висока мінералізація, незначні розміри водойми, висока активність турбулентного потоку прилеглих річок, значні площі осушення донних відкладів сприяють підвищенню швидкості седиментогенезу басейну Молочного лиману.

Висновки

Результати дослідження довели, що якість поверхневих вод Молочного й Утлюцького лиманів та їх басейнів відповідає III класу «забруднені»

Таблиця 2. Розподіл середніх величин показників трьох блоків за категоріями якості води Молочного лиману

Table 2. Distribution of the three blocks' averages by water quality categories of Molochnyi estuary

Перший блок (індекс сольового складу I ₁)			Другий блок (еколого-санітарний індекс I ₂)			Третій блок (індекс специфічних показників токсичної дії I ₃)		
Показник, мг/дм ³	Величина	Категорія	Показник	Величина	Категорія	Показник, мкг/дм ³	Величина	Категорія
Сульфати (SO ₄ ²⁻)	7296	7	Завислі речовини, мг/дм ³	14	3	Мідь (Cu)	0,062	1
Хлориди (Cl ⁻)	25804	7	Прозорість, м	0,20–0,30	6	Марганець (Mn)	0,003–0,1	1
			pH, одиниць	7,28	1	Залізо загальне (Fe _T)	<0,05–0,181	1
			Розчинений кисень, O ₂ мг/дм ³	6,52	4	Фториди (F)	65,7	1
			Перманганатна окислюваність, мг O/дм ³	20,08	7			
			БСК ₅ , мг O/дм ³	4,02	4			
			Амоній (NH ⁺)	<0,078	1			
			Нітрити (NO ₂ ⁻)	0,035	1			
			Нітрати (NO ₃ ⁻)	1,1	6			
			Біохроматна окислюваність, мг O/дм ³	62	7			

Таблиця 3. Оцінка якості поверхневих вод Молочного та Утлюцького лиманів за екологічною класифікацією (ступенем чистоти)

Table 3. The evaluation of surface water quality of Molochnyi and Utlyutskyi estuaries by the ecological classification (degree of purity)

Лиман Індекс, клас	Індекс якості вод	Клас I «дуже чисті»	Клас II «чисті»		Клас III «забруднені»		Клас IV «брудні»	Клас V «дуже брудні»
		Категорія 1 «дуже чисті»	Категорія 2 «чисті»	Категорія 3 «досить чисті»	Категорія 4 «слабо за- бруднені»	Категорія 5 «помірно забруднені»	Категорія 6 «брудні»	Категорія 7 «дуже брудні»
Утлюцький лиман	I ₁							7
	I ₂				3,6			
	I ₃		1		3,867			
	I _E							
Басейн Утлюцького лиману	I ₁						5,875	
	I ₂			3,5				
	I ₃	1,25						
	I _E				3,624			
Молочний лиман	I ₁							7
	I ₂				4			
	I ₃	1						
	I _E				4			
Басейн Молочного лиману	I ₁					5,375		
	I ₂				3,6875			
	I ₃	1,25						
	I _E				3,675			

4-ї категорії «слабо забруднені». Якісний склад поверхневих вод безперервно впливає на процес седиментогенезу, просторова активізація якого залежить від кількості зваженого матеріалу та швидкості течії прилеглих річок. Таким чином, прискорення осадконакопичення в басейні Молочного лиману пов'язане з його невеликою площею, високою мінералізацією та активністю турбулентного потоку, значною площею осушення донних відкладів. Що стосується Утлюцького лиману, то комплексна взаємодія фізико-географічних умов та гідрохімічних показників якості поверхневих вод підтверджує наявність сповільнення процесу седиментогенезу.

Наукова новизна

Вперше, відповідно до «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [Методика..., 2012], визначено екологічний клас та категорію поверхневих вод Молочного та Утлюцького лиманів; доведено вплив якості поверхневих вод на процеси седиментогенезу; розроблено адаптовану регіональну методику порівняльного аналізу екологічного стану поверхневих вод Молочного й Утлюцького лиманів. Математичні розрахунки проведено згідно з «Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [Методика..., 2012].

Список літератури / References

1. **Геологія** Азовського моря / [Шнюков Е.Ф., Орловский Р.Н., Усенко В.П. и др.; отв. ред. Е.Ф. Шнюков]. – Киев: Наукова думка, 1974. – 247 с.
Geology of Azov Sea, [Shnyukov E.F., Orlovskyy R.N., Usenko V.P. et al.; Ed. E.F. Shnyukov]. Kiev: Naukova Dumka, 1974, 247 p. (in Russian).
2. **Геологія** шельфа УССР. Лиманы: монографія / [ред. Л.Н. Полетаева]. – Киев: Наукова думка, 1984. – 176 с.
Geology of the USSR shelf. Estuaries: monography. (Ed. L.N. Poletaeva). Kiev: Naukova Dumka, 1984, 176 p. (in Russian).
3. **Досвід** використання «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» (пояснення, застереження, приклади) / [Яцик А.В., Жукинський В.М., Чернявська А.П., Єзловська І.С.]. – К.: Оріяни, 2006. – 60 с. ISBN 966-8305-55-8.
Experience with «Methods of environmental assessment of surface water quality by the relevant categories» (explanation reservation examples) (Yatsyk A.V., Zhukynskyy V.M., Chernyavska A.P., Yezlovskaya I.S.). Kyiv: Oriyana, 2006. 60 p. (in Ukrainian).
4. **Зуб Г.В.** Результати інструментально-лабораторного контролю проб води в контрольних точках Утлюцького, Молочного лиманів / Зуб Г.В., Бірюцька А.В., Галушко Л.М. – Маріуполь: Держ. Азов. мор. екол. інспекція, 2015. – С. 1.
Zub G.V., Biryutska A.V., Galushko L.M., 2015. Results of instrumental and laboratory control of samples water in control points of Utlyutskyy, and Molochnyi estuaries. Mariupol: State Azov Sea Ecological Inspectorate, p. 1 (in Ukrainian).
5. **Методика** встановлення і використання нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України / [Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П., Яцик А.В та ін.]. – К.: Мін-во екології та природ. ресурсів України, 2001. – 48 с.
Technique for setting and use of the standards of quality of surface water and estuaries of Ukraine, (Romanenko V.D., Zhukynskyy V.M., Oksijuk O.P., Yatsyk A.V. et al.). Kyiv: Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, 2001, 48 p. (in Ukrainian).
6. **Методика** екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / [Гриценко А.В., Васенко О.Г., Верніченко Г.А. та ін.]. – Харків: Вид-во УкрНДІЕП, 2012. – 37 с.
Methods of environmental assessment of surface water quality by the appropriate categories, (A.V. Gritsenko, O.G. Vasenko, G.A. Vernichenko et al.). Kharkiv: Vydavnytstvo UkrSRIEP, 2012, 37 p. (in Ukrainian).
7. **Методика** екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / [Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П., Яцик А.В. та ін.]; друк в автор. ред. – К.: Символ-Т, 1998. – 28 с.
Methods of environmental assessment of surface water quality by the appropriate categories (Romanenko V.D., Zhukynskyy V.M., Oksijuk O.P., Yatsyk A.V. et al.); printing as the author. ed. Kyiv: Symbol-T, 1998, 28 p. (in Ukrainian).
8. **Методика** екологічної оцінки якості поверхневих вод України / [А.В. Яцик, О.І. Денисова, А.П. Чернявська, Г.А. Верніченко та ін.]. – К., 1996. 20 с.
Methods of Environmental Assessment of Surface Water Quality of Ukraine, (A.V. Yatsyk, O.I. Denysova, A.P. Chernyavska, G.A. Vernychenko et al.). Kyiv, 1996, 20 p. (in Ukrainian).
9. **Компанієць А.В.** Паспорт водно-болотного угіддя міжнародного значення «Молочний лиман» від 25.05.2009 № 25 / А.В. Компанієць. – Запоріжжя: Держ. упр. охорони навколиш. природ. середовища в Запорізькій області, 2009. – 17 с.
Kompaniets A.V., 2009. Wetland passport of international importance «Molochnyi estuary» from 25.05.2009, № 25. Zaporizhzhya: The State Department of Environmental Protection in the Zaporozhzhya region, 17 p. (in Ukrainian).
10. **Процеси** формування хімічного складу поверхневих вод: монографія / [Осадчий В.І., Набиванець Б.Й., Линник П.М. та ін.]. – К.: Ніка-Центр, 2013. – 240 с.
The process of formation of surface waters chemical composition: monography, (Osadchyy V.I., Nabyvanets B.Y., Lynnyk P.M. et al.). Kyiv: Nika-Tsentr, 2013, 240 p. (in Ukrainian).
11. **Directive** 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy // Official Journal of the European Communities, 22.12.2000, ENL 327/1.
Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities*, 22.12.2000, ENL 327/1 (in English).

Стаття надійшла
23.12.2015

ПАЛЕОГЕОГРАФІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СЛАНЦЕВИХ МЕТАКОНГЛОМЕРАТИВ НОВОКРИВОРІЗЬКОЇ СВІТИ КРИВОРІЗЬКОЇ СТРУКТУРИ

О.А. Матищук

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

*Криворізький педагогічний інститут ДВНЗ «Криворізький національний університет»,
Кривий Ріг, Україна, E-mail: matischuk@gmail.com
Асистент кафедри економічної і соціальної географії та методики викладання.*

Розглядаються умови формування новокриворізької світи, яка відповідає основі розрізу Криворізької структури. Палеогеографічна реконструкція новокриворізької світи проводилася на підставі таких методик: зіставлення коефіцієнтів інтенсивності вивітрювання й осадової диференціації О.О. Предовського, відношення елементів-індикаторів і фаціальні умови осадконакопичення – умови осадконакопичення. За допомогою методики В.К. Голов'юнка і в результаті порівняння хімічних складів порід новокриворізької світи із середнім кларковим складом породоутворюючих окислів у магматогенних породах здійснена спроба реконструкції кліматичних умов осадконакопичення світи. Використання формаційного аналізу дозволило визначити ймовірні джерела надходження уламкового матеріалу і шляхи його транспортування.

Ключові слова: новокриворізька світа, палеогеографія, Криворізька структура, палеокліматичні умови, палеотектонічні умови.

PALEO GEOGRAPHIC FEATURES OF THE FORMATION OF SHALE METACONGLOMERATES OF NOVOKRIVOROZHSKAYA SUITE OF KRYVYI RIH STRUCTURE

O.A. Matischuk

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

*Kryvyi Rih Pedagogical Institute, SHEI «Kryvyi Rih National University», Kryvyi Rih, Ukraine,
E-mail: matischuk@gmail.com
Assistant of economic and social geography and teaching methods department.*

The paper considers the conditions of formation of novokrivorozhskaya suite that meets the basis of the section of Kryvyi Rih structure. Paleogeographic reconstructions novokrivorozhskaya suite was based on these methods: comparison of intensity factors of weathering and sedimentary differentiation of A.A. Predovsky, the attitude indicator elements and depositional facies conditions – the conditions of sedimentation. Using techniques of V.K. Golovenok, and by comparing the chemical composition of rocks novokrivorozhskaya suite with an average composition of rock-forming oxides clarke in magmatic rocks there was the attempt to reconstruct the climatic conditions of sedimentation suite. The formation analysis usage allowed to determine the likely sources of clastic material and ways of transportation.

Key words: novokrivorozhskaya suite, paleogeography, Kryvyi Rih structure, paleoclimatic conditions, paleotectonic conditions.

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СЛАНЦЕВЫХ МЕТАКОНГЛОМЕРАТОВ НОВОКРИВОРОЖСКОЙ СВИТЫ КРИВОРОЖСКОЙ СТРУКТУРЫ

А.А. Матищук

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

Криворожский педагогический институт, ГВУЗ «Криворожский национальный университет»,
Кривой Рог, Украина, E-mail: matischuk@gmail.com
Ассистент кафедры экономической и социальной географии и методики преподавания.

Рассмотрены условия формирования новокриворожской свиты, которая отвечает основе разреза Криворожской структуры. Палеогеографическая реконструкция новокриворожской свиты проведена на основе таких методик: сопоставление коэффициентов интенсивности выветривания и осадочной дифференциации А.А. Предовского, отношение элементов-индикаторов и фациальные условия осадконакопления – условия осадконакопления. С помощью методики В.К. Головенка и в результате сравнения химических составов пород новокриворожской свиты со средним кларковым составом породообразующих окислов в магматогенных породах предпринята попытка реконструкции климатических условий осадконакопления свиты. Использование формационного анализа позволило определить вероятные источники поступления обломочного материала и пути его транспортировки.

Ключевые слова: новокриворожская свита, палеогеография, Криворожская структура, палеоклиматические условия, палеотектонические условия.

Вступ

Конгломерати містять інформацію про процеси осадконакопичення, кліматичну і палеогеографічну обстановку на ранніх стадіях розвитку Землі. На території Європи докембрійські конгломерати відомі серед породних комплексів Українського і Балтійського щитів Східноєвропейської платформи, де вони утворюють природні виходи на денну поверхню, доступні для всебічного вивчення.

Нами була здійснена спроба більш ретельно дослідити конгломератовмісні товщі Криворізької структури та більш детально відтворити палеогеографічні умови денудації й акумуляції, а також джерел надходження уламкового матеріалу. Також більш детально дослідити можливі шляхи переміщення уламкового матеріалу та особливості території, по якій здійснювалося транспортування, а також палеокліматичні умови, при яких відбувалося формування порід. Крім того, не менш важливими є дослідження в області металогенії, зокрема були досліджені ймовірні джерела зносу золота і доцільність використання в господарських цілях.

Виклад основного матеріалу

Новокриворізька свита, що залягає в основі розрізу криворізької серії, розвинута переважно в центральній і південній частинах Кривбасу, де її утворення картується уздовж східного борту

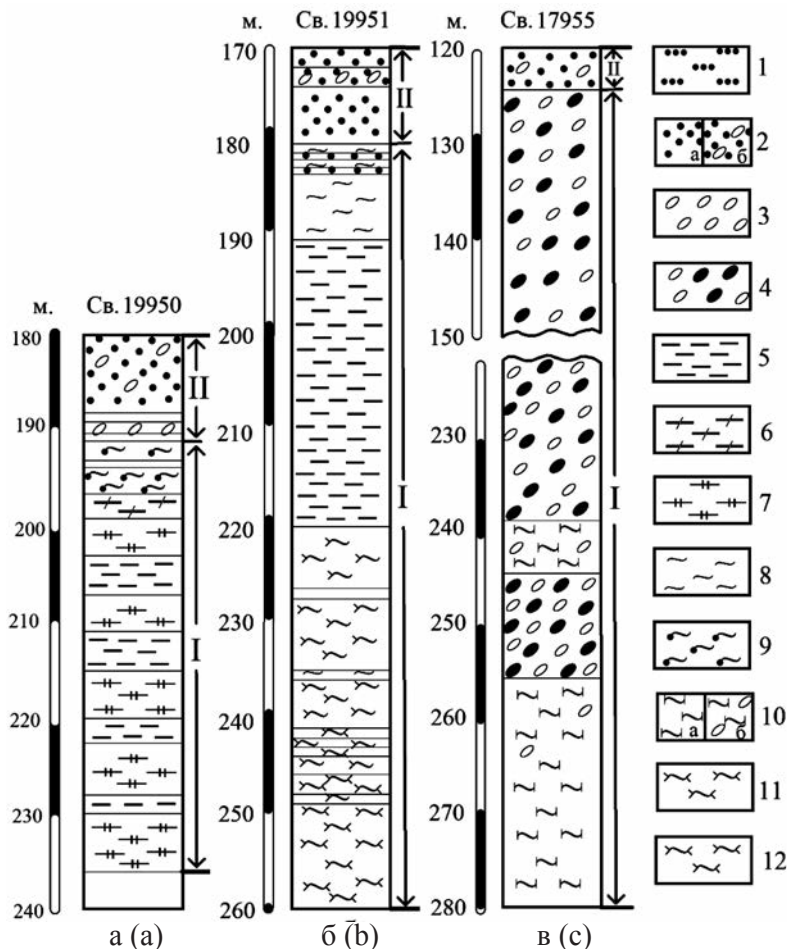
Криворізької структури від широти Девладівської зони розломів до рудника ім. К. Лібкнехта, а також розкриті низкою свердловин у межах замикання Основної синкліналі, на простяганні Лихманівської структури і в районі Інгулецького рудника. Головні члени свити представлені хлоритовмісними (кварц-хлоритовими, кварц-серицит-хлоритовими, хлорит-біотитовими), біотит-амфіболовими, біотитовими і біотит-кварцовими сланцями. До другорядних відносяться кварц-амфібол-біотитові, гранат-амфіболові сланці, сланцеві конгломерати, сланцеві гравеліти і пісковики. Характерною рисою свити є невтриманість складу асоціацій порід у вертикальному і латеральному напрямках, але за обов'язкової участі в їх будові хлоритовмісних сланців, що і дозволяє об'єднувати, на перший погляд, різномірні розрізи в одну свиту.

Будова свити. У західній частині замикання Основної синкліналі розріз свити представлений чергуванням амфіболових, кварц-біотитових і хлорит-біотитових сланців з прошарками кварц-серицитових, біотит-хлоритових відмін (рис. 1).

У межах центральної ділянки замикання Основної синкліналі переважають біотит-актинолітові сланці, що утворюють прошарки потужністю 5-10 м, розділені кварц-біотитовими і хлоритовими відмінами, потужність яких збільшується знизу вгору по розрізу від 0,5 до 1,5-2,0 м. Зазначена парагенерація змінюється асоціацією

Рис. 1. Будова верхньої частини розрізу новокриворізької світи на західній (а), південній (б) та східній (в) ділянках замикання Криворізької структури I – новокриворізька світа; II – скелюватська світа; 1 – дрібнозернисті кварцові метапісковики; 2 – кварцові метагравеліти (а), метагравеліти з включеннями гальки (б); 3 – кварцові метаконгломерати; 4 – сланцеві, поліміктові метаконгломерати; 5 – кварц-біотитові сланці; 6 – кварц-серицит-біотитові сланці; 7 – амфіболові сланці; 8 – хлорит-біотит-кварцові сланці; 9 – гранатовмісні біотит-хлоритові сланці; 10 – хлоритові сланці (а), хлоритові сланці з включенням гальки (б); 11 – біотит-актинолітові сланці; 12 – актинолітові сланці

Fig. 1. The structure of the upper part of section novokryvorozhskoy suite on the western (a), the South (b) and eastern (c) areas Krivorozhskaya circuit structure I – novokryvorizka suite; II – skelyuvatska suite; 1 – fine-grained quartz metapiskovyky; 2 – quartz metahravelity (a), metahravelity with inclusions of pebble (b); 3 – quartz metakonglomeraty; 4 – schists, metaconglomerates polimiktovi; 5 – quartz-biotite schists; 6 – quartz-sericite-biotite schists; 7 – amphibole schist; 8 – chlorite-biotite-quartz schist; 9 – biotite-chlorite hrantovmisni shale; 10 – chlorite schist (a), chlorite schist pebble to include (b); 11 – actinolite-biotite schists; 12 – actinolite schist



біотит-кварцових і хлорит-біотитових, хлорит-біотит-кварцових сланців, що складають горизонт потужністю близько 30 м. Провідну роль у будові даної парагенерациі відіграють біотит-кварцові сланці, хлоритові відміни утворюють малопотужні прошарки (від 0,1 до 1,0-1,5 м).

Завершує розріз парагенезис хлорит-біотитових, хлорит-біотит-кварцових, гранат-хлорит-біотитових сланців і кварцових різнозернистих, до гравелітів, пісковиків.

Східна частина розрізу замикання Основної синкліналі характеризується своєрідною будовою, в якій беруть участь товщі сланцевих конгломератів максимальною потужністю 130-140 м. Галька конгломератів являє собою погано-, рідко середньоокатані уламки, що надає породі конгломерато-брекчійового вигляду. Гальковий матеріал на 80-90% представлений хлоритовими і біотитовими сланцями. У складі перших виділяються хлорит-кварцові, хлорит-серицит-кварцові, серицит-хлорит-кварцові відміни. Трапляються одиничні гальки жильного кварцу, кварцитів, основних ефузивів і амфіболових сланців. Наповнювачем конгломератів виступає різнозернистий полімік-

товий пісковик, що складається з уламків зерен кварцу, польових шпатів, гранату та карбонату, зцементованих хлорит-серицитовим матеріалом.

Кількісні співвідношення хлориту і серициту в цементі змінюються по розрізу: в нижніх частинах товщі домінує хлорит, у верхніх – зворотна картина. Певні закономірності спостерігаються і в характері будови і складі конгломератів. Конгломерати нижніх горизонтів характеризуються середньо-крупноуламковою будовою з переважанням уламків хлоритових сланців розміром від 2-3 до 5 см і більше. Вверх по розрізу збільшується частота наявності кварцової і кварцитової гальки, яка характеризується кращим ступенем окатаності, у порівнянні зі сланцевими уламками, і зменшенням розміру гальки до 1-3 см. Одночасно змінюється і кількість галькового матеріалу від 80-85% в підшві розрізу до 60-70% в його верхній частині.

Наведена вище характеристика будови і складу новокриворізької світи свідчить про чергування в розрізі декількох різновидів порід, які складають елементарний комплекс порід світи, що спільно з їх структурно-текстурними особли-

востями суперечить віднесенню розрізу до зональних кір вивітрювання, а свідчить на користь первинно осадового формування порід у водних басейнах із зміною гідродинамічних і фаціальних умов, які зумовили чергування породних відмін.

Відомо, що відношення $Al : Ti$ в континентальних відкладах перевищує 40, знижуючись в морських осадах; відношення $V : Cu$ завжди менше одиниці в континентальних фаціях і більше одиниці – в морських; відношення $V : Zr$ в продуктах континентальної седиментації змінюється від 0,12 до 0,4. Аналіз співвідношень елементів-індикаторів порід новокриворізької світи, які використовуються при відновленні умов осадконакопичення [Белевцев, Белевцев, 1981; Доброхотов и др., 1981; Писемский, 1969; Этингоф и др., 1986], свідчить, що процес літогенезу відбувався в морській водоймі (див. таблицю). Перевідкладались, цілком ймовірно, не тільки кори, розвинені на території сьогодношньої Криворізької структури, але і кори віддалених зеленокам'яних порід, на що вказує переважання в породах калію над натрієм, що з точки зору седиментології [Рухин, 1969] пояснюється довготривалим перенесенням розмитого матеріалу. Процес перевідкладення кір, вірогідно, був викликаний зародженням власне криворізького етапу тектонічної діяльності, що наступив після завершення формування утворень середньопридніпровського структурно-формаційного комплексу та проявився (на початкових стадіях) в різкому і короткочасному опусканні дна палеобасейну.

Підтвердженням цьому можуть слугувати невеликі потужності новокриворізької світи і дуже низький ступінь зрілості хлоритвмісних

сланців, визначений шляхом використання відношень $Al_2O_3 : Na_2O, K_2O : Na_2O$ [Акулинина, 1971], значення яких відповідно дорівнюють 22,04 і 2,96, що характерно для областей з відносно активізованим тектонічним режимом [Мележик, Предовский, 1982]. Формування сланцевих конгломератів, які виповнили утворені в східній частині Криворізької структури каньйноподібні западини, очевидно, є результатом прояву найвищого ступеня активізації тектонічного режиму на початкових стадіях криворізького тектогенезу. Присутність у верхніх частинах розрізу новокриворізької світи кварцових пісковиків як більш високозрілих осадів і поступове збільшення їх потужності вгору по розрізу свідчать про тектонічну стабілізацію району до кінця формування зазначеної світи.

У формуванні теригенних утворень велике значення має клімат [Синицын, 1967]. Результати зіставлення петрохімічних характеристик порід світи методом В.К. Голов'янка [Головенко, 1966] вказують не тільки на їхнє формування в умовах жаркого і вологого клімату, але й підтверджують висловлене вище припущення про формування осадів у перехідних, від континентальних до прибережно-морських, умовах (рис. 2). Точки сланців окреслюють поле між морськими глинами і глинами засолених лагун і озер аридного клімату, тяжіючи при цьому до глин морських і засолених лагун аридного клімату (рис. 2). На схожість сланців світи з морськими глинами жаркого аридного клімату вказують і результати порівняння їх хімічних складів із середнім кларковим складом породоутворюючих окислів в магматогенних породах (рис. 3).

Величини відношень елементів-індикаторів і фаціальні умови осадконакопичення порід новокриворізької світи

The values of indicator elements relations and conditions facies sedimentation rocks novokryvorizkoyi suite

Порода і відношення елементів-індикаторів	Значення відношення	Умови осадконакопичення
Сланці кварц-слюдисті (кварц-хлорит-біотитові, кварц-серицит-біотитові), 30 аналізів		
$Al : Ti$	12,8	Морські
$Zr : Cu$	2,76	"
$V : Cu$	4,00	"
$V : Zr$	1,81	"
Сланці хлорит-амфіболові, амфібол-хлоритові, 15 аналізів		
$Zr : Cu$	1,65	"
$V : Cu$	4,29	"
$V : Zr$	2,60	"

Рис. 2. Діаграма порівняння складу пісковиків (а) і сланців (б) новокриворізької світи із «еталонними» типами пісків і глин різних кліматичних зон

Глини: 1 – континентальні холодного і помірно-холодного клімату; 2 – морські; 3 – морські і засолені лагун та озер аридного клімату

Fig. 2. Diagram comparison sandstone composition (a) and shale (b) novokryvorizkoyi suite of «reference» types of sands and clays different climatic zones

Clay: 1 – continental cold temperate and cold climates; 2 – sea; 3 – marine and saline lagoons and lakes arid climate

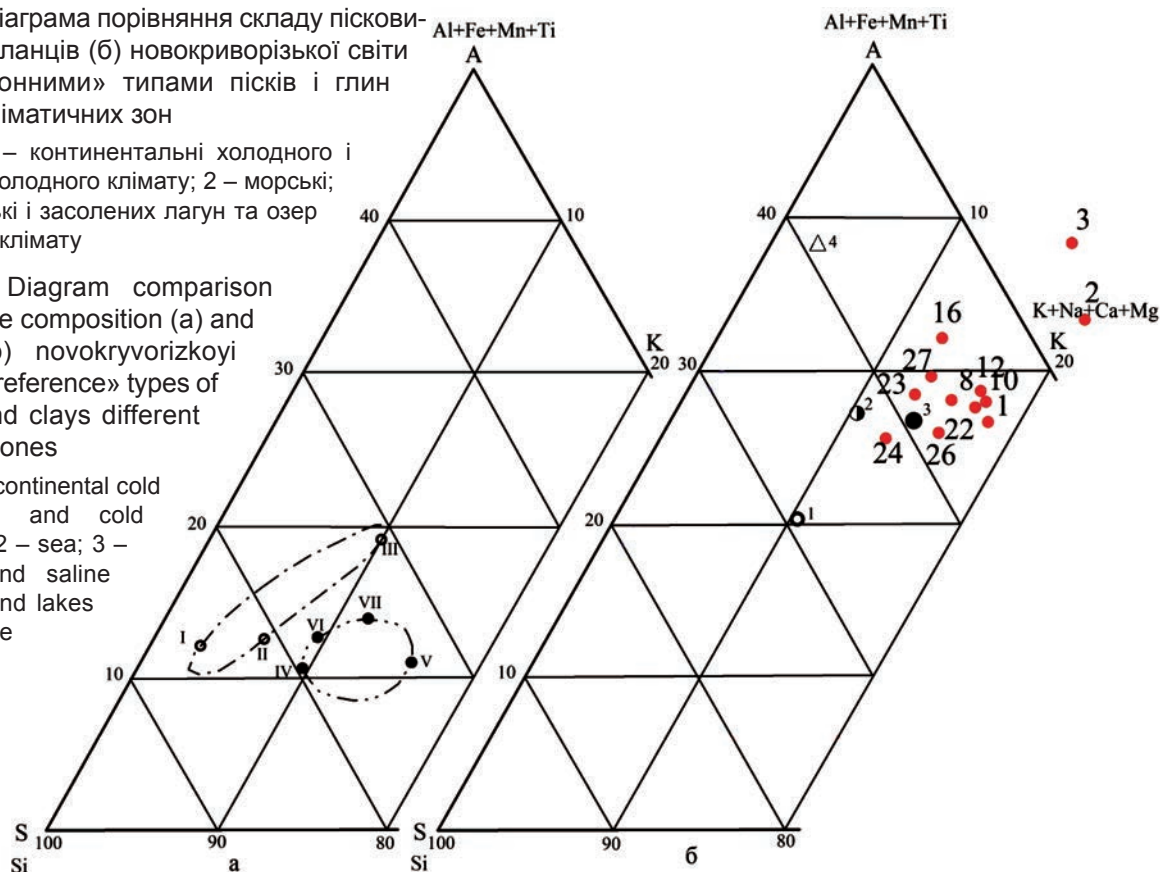
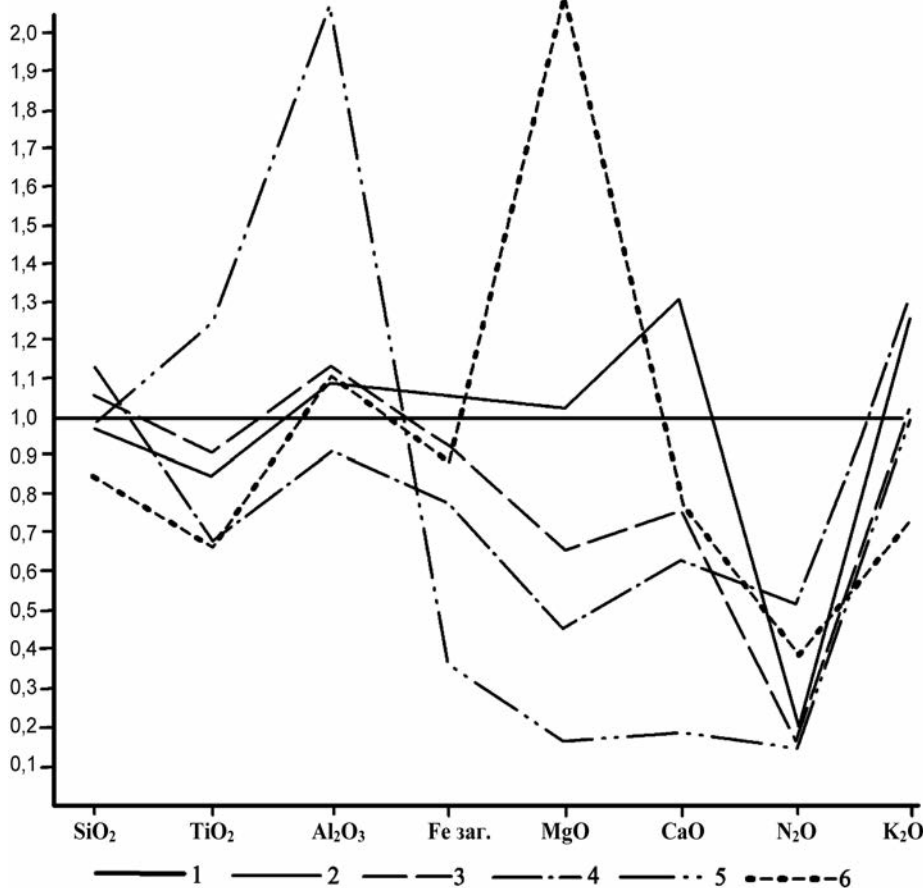


Рис. 3. Співвідношення середніх хімічних складів різних генетичних типів глин і сланців новокриворізької світи

1 – середній хімічний склад магматичних порід, за Кларком і Вашингтоном; 2 – глини морські, засолені лагун і озер аридного клімату; 3 – морські глини; 4 – континентальні глини жаркого і помірно-холодного клімату; 5 – континентальні глини жаркого і вологого клімату; 6 – сланці новокриворізької світи

Fig. 3. Value average chemical composition of different genetic types of clay and shale novokryvorizkoyi suite
1 – the average chemical composition of igneous rocks, after Clarke and Washington; 2 – sea clay, saline lagoons and lakes arid climate; 3 – sea clay; 4 – hot continental clay and moderately cold climate; 5 – continental clay hot and humid climate; 6 – shale novokryvorizkoyi worlds



Вивчення мінералого-петрографічних особливостей пісковиків [Яценко, Паранько, 1083] показало більш повну їх схожість з такими нижньої частини розрізу скелюватської світи, що є свідченням поступового характеру контакту між світами і вказує на безперервність розрізу. На ділянках розвитку сланцевих конгломератів уверх по розрізу уламкової пачки розмір сланцевої гальки зменшується і одночасно в складі галечного матеріалу з'являється галька кварцу, кількість і частота якої поступово збільшуються до покрівлі розрізу. Одночасно в тому ж напрямку відбувається зменшення кількості хлориту в цементі і витіснення його кварцовим матеріалом, що є, разом з серицитом, основним породотворюючим мінералом цементу псамітів скелюват-

ської світи. Ці дані також свідчать на користь поступової зміни утворень новокриворізької світи породними асоціаціями скелюватської.

Формування відкладів новокриворізької світи відбувалося внаслідок перевідкладення кір вивітрювання порід середньопридніпровського комплексу в умовах морського басейну з рисами трансгресивного типу осадконакопичення при помірно активізованому тектонічному режимі, який проявився у формуванні каньйоноподібних западин, що виповнилися сланцевими конгломератами (рис. 4).

Прогинання дна басейну в період накопичення новокриворізької світи компенсувалося підняттям території на схід від Криворізької структури. Це призводило до утворення гірської країни з добре розвинутою мережею водотоків, які характеризуються підвищеним гідродинамічним режимом, про що свідчить наявність крупногалечних конгломератів у складі теригенних порід скелюватської світи.

Висновки

Породи новокриворізької світи сформувалися в умовах морського басейну, який виповнювався теригенними відкладами трьома палеопотоками. Основними джерелами уламкового матеріалу виступали породи нижчих світ з підпорядкованою кількістю уламків середньопридніпровського комплексу.

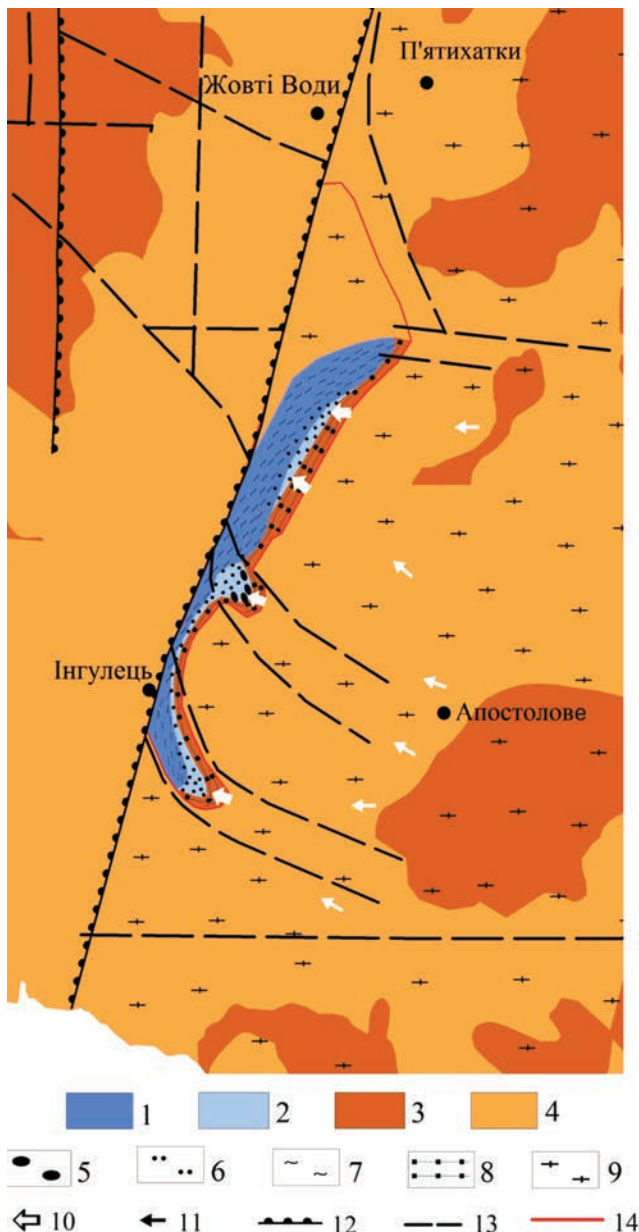


Рис. 4. Палеогеографічна схема Криворіжжя на час формування метатеригенних порід новокриворізької світи

1 – море глибоке; 2 – море мілке, прибережна частина; 3 – території інтенсивного знесення уламкового матеріалу; 4 – території додаткового знесення уламкового матеріалу; 5 – конгломерати; 6 – пісковики; 7 – сланці; 8 – породи Криворізької структури; 9 – породи середньопридніпровського і сурсько-токівського комплексів; 10 – головні напрямки зносу уламкового матеріалу; 11 – допоміжні напрямки зносу уламкового матеріалу; 12 – розломи мантийного закладення; 13 – те ж корового закладення; 14 – контур Криворізької структури

Fig. 4. Paleogeographic Kryvorizhzhya scheme for the formation of terrigenous rocks novokryvorizkoyi suite

1 – the deep sea; 2 – sea shallow coastal part; 3 – the area of intensive demolition debris material; 4 – the area of additional demolition debris material; 5 – conglomerates; 6 – sandstone; 7 – shale; 8 – Kryvyi Rih rock structure; 9 – rocks Srednepripridneprovsky and Sursko-Tokivskoho complexes; 10 – the main directions of wear debris material; 11 – ancillary areas wear debris material; 12 – faults lay the mantle; 13 – cow laying; 14 – Kryvyi Rih circuit structure

Список літератури / References

1. **Акулинина Е.П.** Вещественный состав глинистой части пород палеозоя Сибирской и Русской платформ и его эволюция. – Новосибирск, 1971. – 150 с.
- Akulina E.P.**, 1971. The material composition of the clay rocks of Paleozoic Siberian and Russian platform and its evolution. Novosibirsk, 150 p. (in Russian).
2. **Белевцев Я.Н., Белевцев Р.Я.** Геологическое строение и железные руды Криворожского бассейна. – Киев: Наукова думка, 1981. – 47 с.
- Belevcev Ya.N., Belevcev R.Ja.**, 1981. Geologic structure and iron ores Krivoi Rog Basin. Kiev: Naukova Dumka, 47 p. (in Ukrainian).
3. **Головенко В.К.** Литология и палеогеография глинистых и обломочных толщ среднего протерозоя Байкальской горной области в связи с задачами прогноза распространения глиноземистого сырья и древних россыпей. В кн.: *Проблемы осадочной геологии докембрия*. – Москва: Недра, 1966. – Вып. 1. – С.17-32.
- Golovenko V.K.**, 1966. Lithology and paleogeography of clay and clastic strata of middle Proterozoic Baikal mountain region in connection with the tasks of forecasting the spread of alumina raw materials and ancient placers. In: *Problems of Precambrian sedimentary geology*. Moscow: Nedra, iss.1, p. 17-32 (in Russian).
4. **Доброхотов М.Н., Берзенин В.З., Бойко Л.Ф. и др.** Корреляционная стратиграфическая схема докембрийских образований Украинского щита. *Геол. журн.* – 1981. – Т. 41, № 4 (199). – С. 6-13.
- Dobrohotov M.N., Berzenin V.Z., Boyko L.F. et al.**, 1981. Correlation stratigraphic scheme Precambrian rocks of the Ukrainian shield. *Geologicheskij zhurnal*, vol. 41, № 4 (199), p. 6-13 (in Ukrainian).
5. **Мележик В.А., Предовский А.А.** Геохимия раннепротерозойского литогенеза (на примере северо-востока Балтийского щита). – Москва: Наука, 1982. – 208 с.
- Melezhik V.A., Predovskij A.A.**, 1982. Geochemistry of the Early Proterozoic lithogenesis (for example, the north-east of the Baltic Shield). Moscow: Nauka, 208 p. (in Russian).
6. **Писемский Г.В.** Предварительные результаты изучения золотоносности докембрийских конгломератов в районах Кривого Рога и Курской магнитной аномалии. В кн.: *Проблема металлоносности древних конгломератов на территориях СССР*. – Москва: Недра, 1969. – С. 101-113.
- Pisemskiy G.V.**, 1969. Preliminary results of the study of Precambrian gold-bearing conglomerates in the areas of Krivoy Rog and Kursk Magnetic Anomaly. In: *The problem of metal-bearing ancient conglomerates in the USSR*. Moscow: Nedra, p. 101-113 (in Russian).
7. **Рухин Л.Б.** Основы литологии. – Ленинград: Недра, 1969. – 703 с.
- Ruhin L.B.**, 1969. Fundamentals of lithology. Leningrad: Nedra, 703 p. (in Russian).
8. **Синицын В.М.** Введение в палеоклиматологию. – Москва: Недра, 1967. – 232 с.
- Sinitsyn V.M.**, 1967. Introduction to paleoclimatology. Moscow: Nedra, 232 p. (in Russian).
9. **Этингоф И.М., Вилинская Я.П., Верзений В.З. и др.** Корреляционная региональная стратиграфическая схема докембрийских (довендских) образований. В кн.: *Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских образований Украинского щита для геологических карт масштаба 1:50 000 (1:25 000). Объяснительная записка*. – Киев, 1986. – С. 6-55.
- Etingof I.M., Vilinskaya Ya.P., Verzeniy V.Z. et al.**, 1986. The correlation of Precambrian regional stratigraphic scheme (dovendskih) formations. In: *Stratigraphic scheme of Precambrian and Phanerozoic formations of the Ukrainian shield for geological maps of scale 1:50 000 (1:25 000). Explanatory note*. Kiev, p. 6-55 (in Ukrainian).
10. **Яценко Г.М., Паранько И.С.** Стратиграфическая корреляция на формационной основе нижнего докембрия Кировоградского и Волынского блоков Украинского щита. Ст. 1. Формации докембрия западной части Кировоградского блока и его стратиграфия. *Геол. журн.* – 1983. – Т. 43, № 3 (210). – С. 54-62.
- Yacenko G.M., Paran'ko I.S.**, 1983. Stratigraphic correlation based on the information of the lower Precambrian Kirovograd and Volyn blocks of the Ukrainian Shield. Paper 1. Precambrian formations western part of the Kirovograd block and stratigraphy. *Geologicheskij zhurnal*, vol. 43, № 3(210), p. 54-62 (in Ukrainian).

Стаття надійшла
07.12.2015

АКАДЕМИК П.А. ТУТКОВСКИЙ О ГЕНЕЗИСЕ ЯНТАРЯ

В.М. Мацуй

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

Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина,

E-mail: v_matsui@ukr.net

Кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник.

В 1893 г. П.А. Тутковский в популярной книге «Юго-Западный край. Популярные естественно-исторические очерки» [Тутковский, 1893] приводит сведения о происхождении, свойствах, использовании, торговле и находках янтаря на территории Украины. В этой работе он впервые высказал идею о непосредственной связи формирования янтаря и эоценового бурого угля Днепровского буроугольного бассейна. По мнению ученого, почти те же деревья, которые выделяли смолу, со временем преобразованную в янтарь, образовали и бурый уголь. Высказанная автором идея получила свое дальнейшее развитие в Украине лишь в начале текущего столетия в обосновании битумно-буроугольной теории происхождения янтаря-сукцинита [Лебедь, Мацуй, 2007а, 2007б, 2008; Мацуй, 2010, 2011а, 2011б, 2013б, 2014, 2016; Мацуй и др., 2008]. Эта теория открывает реальные возможности выявления коренных первоисточников россыпей янтаря-сукцинита первых промежуточных коллекторов в целях научно обоснованного прогноза промышленных залежей. К сожалению, в геологии ископаемых смол до настоящего времени, в отличие от большинства видов россыпей ценных минеральных концентраций, геологическая природа, генетический тип и пространственное положение коренного первоисточника россыпей янтаря все еще окончательно не установлены. Нерешенность этого важнейшего вопроса геологии россыпей существенно ограничивает возможности прогноза россыпных месторождений, поскольку нет однозначного решения, за счет конкретно каких однотипных геологических объектов могли сформироваться богатейшие россыпи самой ценной разновидности ископаемых смол – янтаря-сукцинита в прибалтийских странах, Беларуси и Украине.

Ключевые слова: ископаемые смолы, янтарь, бурый уголь, янтарь-сукцинит, россыпи, месторождения.

ACADEMICIAN P.A. TUTKOVSKY ABOUT GENESIS OF AMBER

V.M. Matsui

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

Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine,

E-mail: v_matsui@ukr.net

Candidate of geological-mineralogical science, senior researcher.

Data about origin, properties, use, trade and findings of amber in Ukraine were presented in 1893 by P.A. Tutkovsky in his popular book *The South-Western Land (essays in the natural history and geography)* [Тутковский, 1893]. The idea of direct relation between formation of amber and Eocene brown coal in the Dnieper Brown Coal Basin was first advanced in this work. In the scientist's opinion almost the same trees, which excreted resin that was later transformed into amber, have also formed the brown coal. The author's idea was further developed in Ukraine only in the beginning of the current century in substantiation

of the theory of bituminous brown coal origin of amber-succinite. This theory opens real potentialities for revealing the native primary sources of amber-succinite placers of the first intermediate collectors for the purpose of scientifically grounded prediction of industrial deposits. In contrast to most kind of placers of valuable mineral concentrations, unfortunately, the geological nature, genetic type and spatial position of the native primary source of amber placers has not been completely established in geology of fossil resins till now. Since this very important problem of the geology of placers is not still solved, this limits the potentialities of prediction of placer deposits because we have not established concrete geological objects which served for formation of the richest placers of the most precious variety of fossil resins – amber-succinite in the Baltic countries, Belarus and Ukraine.

Key words: fossil resins, amber, brown coal, amber-succinite, placers, deposits.

АКАДЕМІК П.А. ТУТКОВСЬКИЙ ПРО ГЕНЕЗИС БУРШТИНУ

В.М. Мацуї

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

Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна,

E-mail: v_matsui@ukr.net

Кандидат геолого-мінералогічних наук, старший науковий співробітник.

В 1893 р. П.А. Тутковський у популярній книзі «Юго-Западный край. Популярные естественно-исторические очерки» [Тутковський, 1893] наводить відомості про походження, властивості, використання, торгівлю й знахідки янтарю на території України. У цій роботі він уперше висловив ідею про безпосередній зв'язок формування янтарю й еоценового бурого вугілля Дніпровського буровугільного басейну. На думку вченого, майже ті ж дерева, які виділяли смолу, згодом перетворену в янтар, утворили й буре вугілля. Висловлена автором ідея одержала свій подальший розвиток в Україні лише на початку поточного сторіччя в обґрунтуванні бітумно-буровугільної теорії походження янтарю-сукциніту [Лебедь, Мацуї 2007а, 2007б, 2008; Мацуї, 2010, 2011а, 2011б, 2013б, 2014, 2016; Мацуї и др., 2008]. Ця теорія відкриває реальні можливості виявлення корінних першоджерел розсіпів янтарю-сукциніту перших проміжних колекторів з метою науково обґрунтованого прогнозу промислових покладів. На жаль, у геології викопних смол дотепер, на відміну від більшості видів розсіпів коштовних мінеральних концентрацій, геологічна природа, генетичний тип і просторове положення корінного першоджерела розсіпів янтарю ще остаточно не встановлені. Невирішення цього найважливішого питання геології розсіпів істотно обмежує можливості прогнозу розсіпних родовищ, оскільки немає однозначного рішення, за рахунок конкретно яких однотипних геологічних об'єктів могли сформуватися найбагатші розсіпи найкоштовнішого різновиду викопних смол – янтарю-сукциніту в прибалтійських країнах, Білорусі та Україні.

Ключові слова: викопні смоли, бурштин, буре вугілля, янтар-сукциніт, розсіп, родовище.

В рассматриваемой работе [Тутковский, 1893, с. 16] автор отметил: «По времени своего образования янтари относятся к так называемой третичной геологической эпохе, в которую происходило, между прочим, образование и бурого угля (лигнита). Для образования последнего послужили те же деревья, которые выделяли янтарь, поэтому, понятно, что месторождения янтаря находятся в некоторой связи с месторождениями бурого угля».

В начале XXI ст. эта идея о накоплении протоянтаря (ископаемых смол – ИС продуцирующих деревьев) в морских россыпях вследствие размыва среднеэоценовых залежей битумсодержащих бурых углей получила свое развитие в трудах [Лебедь, Мацуї, 2007а, 2007б, 2008; Мацуї, 2010, 2011а, 2011б, 2013б, 2014, 2016; Мацуї и др., 2008]. Выводы исследователей указанных публикаций базируются на следующих фактических данных:

– Эволюция древесной растительности от семенных папоротниковидных до голо- и покрытосеменных (цветковых) растений с конца девона по антропоген сопровождалась накоплением и формированием в недрах первичных биогенно-осадочных залежей ИС, связанных с угольными (палеозой), буроугольными (мезозой – палеоген – неоген) напластованиями и влажными заторфованными участками морских побережий тропических и субтропических областей в антропогене и голоцене.

– Общее количество добытого янтаря-сукцинита – ЯС из россыпей на территории от Южной Швеции и Балтийского побережья до берегов Черного и Азовского морей за всю историю человечества оценивается в десятки тысяч тонн, а его прогнозные ресурсы в недрах – миллионами тонн. Такое количество смолы одного минерального вида могло накопиться только вследствие размыва огромных площадей коренных первоисточников единого геологического типа.

– Залежи бурых углей и лигнитов парагенетически связаны с проявлениями ИС и россыпями ЯС, о чем свидетельствует территориально-возрастная связь бучакских бурых углей Днепробасса и постбучакских россыпей ЯС.

– Повсеместная встречаемость в продуктивных слоях многочисленных обломков углефицированной древесины, гумусированных и лигнитизированных органических остатков совместно с зернами и кусками ЯС, а также угля с включениями обломков ЯС служат прямыми признаками размыва угля или палеоторфяников.

Из анализа уже известной информации о тектонической позиции, геологических условиях и вещественном составе угольных пластов палеогеновых бассейнов платформенной Европы, *in situ* заключающих в своем составе ИС, а также россыпей ЯС первых промежуточных коллекторов вытекают следующие выводы:

– Первоисточником россыпей ЯС Балтийско-Днепровской янтареносной провинции служили размываемые мощные пласты бурого угля допозднеэоценового возраста с постоянным содержанием буроугольного воска (смоляных тел). Следовательно, битумно-буроугольная формация эоцена, вмещающая ИС, рассматривается как россыпеобразующая или как коренной первоисточник россыпей ЯС.

– Смоляные тела, которые залежали не в оптимальных условиях накопления и формиро-

вания торфа, в ходе дальнейших подземных и подводных эпигенетических процессов превращались в различные минеральные виды ИС. Последние от ЯС отличаются вещественным составом и физико-химическими свойствами, а также значительно уступают по качеству и цене.

– ИС формировались в молодых наложенных впадинах горноскладчатых подвижных областей при размыве незрелых палеоторфяников с низкой степенью разложения исходного торфа и лигнитов, а ЯС – в спокойных платформенных условиях, в которых битумсодержащие угли характеризовались полной гелификацией (разложением) торфа.

Битумно-буроугольная концепция согласуется с результатами исследований по геологии и палеогеографии кайнозоя юго-запада платформенной Европы. По данным многих авторов, нижняя половина среднего эоцена (50-40 млн лет назад) – бучакское время, отвечает глобальному потеплению («угленосному эпизоду»). Это время расширения тропической и субтропической зон земного шара и их экспансии в более высокие широты. Обширная заболоченность почв «янтарных лесов» поясняется не только гумидным климатом, равнинным характером рельефа и буйным произрастанием растительности региона в бучакскую эпоху, но и периодическими подъемами уровня грунтовых вод перед фронтом трансгрессирующих морей. Впоследствии эти болота постепенно преобразовывались в торфяники и залежи бурых углей. При этом подчеркнем, что оптимальная влажность в почве способствует повышению выхода живицы и, в целом, смолопродуктивности.

Приведенные материалы противоречат сложившимся представлениям о гипотетических хвойных деревьях Скандинавии, вследствие размыва которых формировались россыпи ЯС на обширной территории от Прибалтики до Черного и Азовского морей. Гипотетические почвы «янтарных лесов» Скандинавии как объекты геологической летописи до сих пор не установлены. Перенос янтаря в Украину с севера (?) ледниками, речными водами и береговыми течениями раннепалеогеновых морей также не подтвержден фактическими данными.

Предложенная концепция вызывает необходимость пересмотра ряда установившихся взглядов и положений теории янтареобразования и формирования залежей ИС в континентальных, прибрежно-морских и морских обстановках.

Выводы

Основная мысль разрабатываемой битумно-буроугольной концепции о генезисе ЯС [Лебедь, Мацуй, 2007а, 2007б, 2008; Мацуй, 2010, 2011а, 2011б, 2013б, 2014, 2016; Мацуй и др., 2008] высказана академиком П.А. Тутковским [Тутковский, 1893].

Следуя положениям битумно-буроугольной теории, добыча ЯС в Украине может быть во много раз увеличена за счет пересмотра перспектив на янтареносность северо-восточных, восточных и юго-западных склонов этой территории, обращенной в сторону Днепровско-Донецкой и Причерноморской впадин. Важнейшим и определяющим аргументом в пользу перспективности этих территорий на ЯС является наличие прибрежно-морских и морских осадков эоцен-олигоценых морей, куда переносился палеореками протоянтарь, а также сохранившихся от размыва острова бучакских континентальных существенно углистых пород. Справедливость этого утверждения также согласуется с анализом картографических материалов, свидетельствующих об унаследовании основных элементов современного рельефа и направления стока речной сети с палеогена. На наличие погребенных россыпей ЯС на прогнозируемых территориях указывают и находки солнечного камня во врезках речных долин, а также многочисленные археологические памятники в бассейнах Днепра и его левобережных притоков. Причем местные жители левобережья Днепра усердно собирали, обрабатывали, обменивали ЯС и торговали им начиная с позднего палеолита (14-15 тыс. лет от современности), в скиф-

ское время и в Средневековье [Мацуй, 2016; Мацуй, Беличенко, 2011].

Геологосъемочные работы, проводившиеся в пределах юго-западного склона Украинского щита, левобережья Днепра и Днепровско-Донецкой впадины Министерством геологии Украины за годы советской власти и независимой Украины, в кварц-глауконитовой формации эоцена – олигоцена залежей янтаря до сих пор не зафиксировали. Напротив, белорусские исполнители, проводившие геологическую съемку листа М-36-1 (Брагин) масштаба 1:200 000, Минск, 1985 (Фонды УТГФ), выявили 10 пунктов минерализации ЯС на территории геологической съемки, в которую, кроме Беларуси, входит Чернобыльский район Киевской области, Черниговский и Репкинский районы Черниговской области. По данным белорусских геологов, янтарьсодержащие породы выявлены на Черниговщине (скв. 7 вблизи с. Шуманы Репкинского района и др.). Мощность продуктивных кварц-глауконитовых песков – 4,2-26,6 м, глубины залегания измеряются от 22 до 148 м.

Анализ пробуренных скважин за последние 50-60 лет (геологические отчеты УТГФ) на прогнозируемой территории позволяет судить, что глубины залегания потенциально янтареносных кварц-глауконитовых песков, алевролитов и глин обуховской и межигорской свит здесь изменяются от 2-10 до 50-100 м и более. Минимальные глубины обычно приурочены к устьевым частям современных балок и оврагов, где отложения палеогена местами выходят на дневную поверхность.

Список литературы / References

1. *Лебідь М.І.* Про можливу участь буровугільного бітуму у формуванні корінних першоджерел розсіпів бурштину / М.І. Лебідь, В.М. Мацуй // Геолог України. – 2007а. – № 3. – С. 62-68.

Lebid M.A., Matsui V.M., 2007a. On possible participation of brown-coal bitumen in formation of native primary sources of amber placers. *Geolog Ukrainy*, № 3, p. 62-68 (in Ukrainian).

2. *Лебідь М.І.* Просторово-часова асоціація бурштину й бурого вугілля у кайнозої Європи / М.І. Лебідь, В.М. Мацуй // Геолог України. – 2007б. – № 4. – С. 16-18.

Lebid M.A., Matsui V.M., 2007b. Space-time association of amber and brown coal in Kainozoic of Ukraine. *Geolog Ukrainy*, № 4, p. 16-18 (in Ukrainian).

3. *Лебідь М.І.* Палеогеографічні аспекти прогнозу розсіпів бурштину (на основі бітумно-буровугільної гіпотези) / М.І. Лебідь, В.М. Мацуй // Перша міжнар. наук.-практ. конф. «Український бурштиновий світ» (Київ, 17 жовтня 2007 р.). – К., 2008. – С. 38-45.

Lebid M.A., Matsui V.M., 2008. Paleogeographical aspects of amber placer prediction (on the basis of bitumen-brown-coal hypothesis). *The First International Scientific and Practical Conference "Ukrainian Burshtynovyi Svit"* (Kyiv, October 17, 2007), p. 38-45 (in Ukrainian).

4. *Мацуй В.М.* От живицы-смолы хвойных до янтаря-сукцинита / В.М. Мацуй // Вісн. Нац. наук.-природознав. музею. – 2010. – № 7. – С. 135-142.

Matsui V.M., 2010. From soft resin of coniferous to amber succinite. *Visnyk Natsionalnogo Naukovo-Pryrodnychogo Muzeju*, № 7, p. 135-142 (in Russian).

5. Мацуй В.М. О терминологии и номенклатуре ископаемых смол / В.М. Мацуй // Балтийский янтарь. Наука. Культура. Экономика. – Калининград: Калинингр. обл. музей янтаря, 2011а. – С. 26-30.

Matsui V.M., 2011a. On terminology and nomenclature of fossil resins. In: *Baltiyskiy yantar. Nauka. Kultura. Ekonomika*. Kaliningrad, Kaliningr. obl. Muzei yantarya, p. 26-30 (in Russian).

6. Мацуй В.М. Преобразование растительных смол в ископаемые / В.М. Мацуй // Флорологія та імосозологія. – К.: Фітон, 2011б. – Т. 2. – С. 290-294.

Matsui V.M., 2011b. Transformation of plant resins into fossil ones. In: *Florologia ta imosozologia*. Kyiv: Fiton, vol. 2, p. 290-294 (in Russian).

7. Мацуй В.М. Морской этап фоссилизации смоляных выделений хвойных на пути преобразования в янтарь-сукцинит / В.М. Мацуй // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2013а. – № 2 (27). – С. 101-108.

Matsui V.M., 2013a. Marine phase of fossilization of resin excretions of coniferous in the path of transformation into amber-succinite. *Geologiya i poleznye iskopayemye Mirovogo okeana*, № 2 (27), p. 101-108 (in Russian).

8. Мацуй В.М. Основные проблемы геологии янтаря на современном этапе / В.М. Мацуй // Сучасні проблеми геології: зб. наук. пр., присвячений 155-річчю з дня народження акад. П.А. Тутковського. – К., Олевськ, 2013б. – С. 243-247.

Matsui V.M., 2013b. Main problems of amber geology at the present stage. In: *Modern problems of geology* (Collection of Sciences Works Dedicated to the 155th Anniversary of Birth of Academician P.A. Tutkovsky). Kyiv, Olevsk, p. 243-247 (in Russian).

9. Мацуй В.М. Эволюция древесной растительности и формирование залежей ископаемых смол с палеозоя до голоцена / В.М. Мацуй // Міжнар. наук. конф. «Роль вищих навчальних закладів у розвитку геології»: Матеріали. – К., 2014. – С. 72-74.

Matsui V.M., 2014. Evolution of free vegetation and formation of fossil resin deposits from Paleozoic to

Holocene. *Intern. Sci. Conf. «Role of Higher Educational Institutions in Development of Geology»*. Kyiv, p. 72-74 (in Russian).

10. Мацуй В.М. Эволюция смолопродуцирующей растительности и формирование залежей ископаемых смол / В.М. Мацуй. – Киев: Наук. думка, 2016. – 143 с.

Matsui V.M., 2016. Evolution of self-producing vegetation and formation of deposits of fossil resins. Kiev: Naukova Dumka, 143 p. (in Russian).

11. Мацуй В.М. Добыча, обработка и торговля янтарем от позднего палеолита до Средневековья на территории современной Украины / В.М. Мацуй, Е.П. Беличенко // Торговые пути янтаря: Материалы междунар. науч.-практ. конф. – Калининград: Калининград. обл. музей янтаря, 2011. – С. 43-54.

Matsui V.M., Belichenko E.P., 2011. Extraction, processing and trade of amber from the Late Paleolith to Middle Ages in the territory of present Ukraine. *Trade Paths of Amber: Proc. Intern. Practical Conf.* Kaliningrad, Kaliningr. oblastnoy Muzei yantarya, p. 43-54 (in Russian).

12. Мацуй В.М. Проблемы прогноза новых промышленных типов россыпей янтаря-сукцинита / В.М. Мацуй, Е.В. Мельник, В.Ю. Ефименко // Сучасні проблеми літології і мінералогії осадових басейнів України та суміжних територій: Зб. наук. пр. – К., 2008. – С. 251-254.

Matsui V.M., Melnik E.V., Efimenko V.Yu., 2008. Problems of prediction of new industrial types of amber-succinite placers. In: *Modern Problems of Lithology and Mineralogenesis of the Sedimentary Basins of Ukraine and Adjacent Territories*. (Collection of Sci. Works). Kyiv, p. 251-254 (in Russian).

13. Тутковський П.А. Київській янтарь / П.А. Тутковський // Юго-западный край. Популярные естественно-исторические очерки. – Киев, 1893. – Вып. 1. – С. 12-18.

Tutkovskiy P.A., 1893. Kiev amber. In: *Yugo-Zapadniy Krai. Popular Essays of Natural History*, iss. 1, p. 12-18 (in Russian).

Статья поступила
30.06.2016

Гіпотези. Дискусії. Рецензії

УДК (553.98:550.812):551.439](477)

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ КОНЦЕПЦИЙ И ВЫСОЭФФЕКТИВНЫХ ПОИСКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ, УГЛЕВОДОРОДЫ)

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.

В рамках фундаментальных и прикладных исследований отработана и внедрена комплексная технология картирования перспективных участков для заложения водозаборов подземных вод, обеспечивающих питьевое и промышленное водоснабжение практически на всей территории Украины в условиях осадочного чехла и кристаллических пород. Исходя из круговорота вещества в природе, разработана гидро-геосинергетическая биогенно-мантийная гипотеза образования углеводородов и на ее основе создана прямопоисковая структурно-термо-атмо-гидролого-геохимическая технология. Данная технология впервые была успешно внедрена в процессе прогнозно-поисковых работ на нефтегазоносных объектах Украины на суше (Днепровско-Донецкая впадина) и в Черном море (северо-западный и северо-восточный шельфы) с использованием специально созданных аппаратных комплексов. Впервые обоснованы источники восстановления находящихся в эксплуатации углеводородных месторождений.

Ключевые слова: круговорот, гидро-геосинергетическая биогенно-мантийная гипотеза, углеводороды, подземные воды.

FUNDAMENTAL INVENTIONS OF NEW CONCEPTS AND HIGH EFFECTIVE SEARCH TECHNOLOGIES (GROUNDWATER, HYDROCARBONS)

I.D. Bagriy

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

Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kiev, Ukraine, E-mail: bagrid@ukr.net

Doctor of geological sciences, senior research worker, deputy director, head of the department of geoecology and searching.

As part of fundamental and applied research, a comprehensive mapping technology was worked out and implemented. This technology make it possible to map out promising areas for laying the water intakes of groundwater which will provide with potable and industrial water supply almost the entire territory of Ukraine, in conditions of sedimentary cover and crystalline rocks. Based on the matter cycle in nature, the hydro-geosynergetic biogenic-mantle hypothesis of hydrocarbon formation was developed. On its ground, an exploration structural-thermal-atmo-hydro-geochemical technology was created. This technology was first well-established and effectually implemented in the process of exploration for oil and gas on oil- and gas-bearing objects in Ukraine ashore and afloat (Dnieper Donets depression, the north-western and north-eastern shelf of the Black Sea) using specially designed hardware system. The sources of recovery of operating hydrocarbon fields were substantiated for the first time.

Key words: cycle, hydro-geosynergetic biogenic-mantle hypothesis, hydrocarbons, groundwater.

© И.Д. Багрий, 2017

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ РОЗРОБКИ НОВИХ КОНЦЕПЦІЙ ТА ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ ПОШУКОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ (ПІДЗЕМНІ ВОДИ, ВУГЛЕВОДНІ)

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.*

У рамках фундаментальних і прикладних досліджень відпрацьована та впроваджена комплексна технологія картування перспективних ділянок для закладення водозаборів підземних вод, що забезпечують питне і промислове водопостачання практично на всій території України в умовах осадового чохла і кристалічних порід. Виходячи з кругообігу речовини в природі, розроблена гідро-геосинергетична біогенно-мантійна гіпотеза утворення вуглеводнів та на її основі створена прямопошукова структурно-термо-атмо-гідролого-геохімічна технологія. Дана технологія вперше була успішно впроваджена в процесі прогнозно-пошукових робіт на нафтогазоносних об'єктах України на суші (Дніпровсько-Донецька западина) і в Чорному морі (північно-західний і північно-східний шельфи) з використанням спеціально створених апаратурних комплексів. Вперше обґрунтовані джерела відновлення вуглеводневих родовищ, що знаходяться в експлуатації.

Ключові слова: кругообіг, гідро-геосинергетична біогенно-мантійна гіпотеза, вуглеводні, підземні води.

В настоящее время исключительно актуальными являются две наиболее острые проблемы. Интенсивное развитие технических процессов как на сегодня, так и в ближайшем будущем Украины требует наращивания и эффективного использования водных ресурсов, а также решения одной из наиболее важных проблем современности – энергетического прорыва в сфере наращивания добычи нефти и газа.

Обоснование условий формирования поисков и рационального использования подземных вод возможно лишь при глубоком и всестороннем изучении их количественных характеристик, эксплуатационных ресурсов в пределах отдельных месторождений, речных и артезианских бассейнов, за счет которых может осуществляться водоснабжение крупных промышленных и сельскохозяйственных районов.

Во второй половине 60-х и в 70-е годы прошлого столетия накоплен большой опыт фундаментальных исследований на основе нового фактического материала по гидрологическим и гидрогеологическим условиям территории Украины, позволяющий уточнить, а в ряде случаев существенно пересмотреть полученные ранее данные. Более полно выяснены основные закономерности формирования подземного стока (подземных вод) в естественных и нарушенных

эксплуатацией условиях, дальнейшее развитие получили теория и методы гидродинамических и гидрологических расчетов. Появились возможности широкого применения методов гидрометрических, газогеохимических, эманационных съемок и на этой основе проведения моделирования, что при наличии соответствующих фактических данных позволяет более полно учитывать источники формирования эксплуатационных ресурсов подземных вод. Вместе с тем в ряде регионов интенсивная эксплуатация и возможное влияние инфильтрационных перетоков подземных вод приводит к образованию крупных региональных депрессий, усиливает необходимость общей оценки ресурсов по всей территории бассейнов с учетом взаимовлияния действующих и прогнозируемых водозаборов, а также определения возможного влияния месторождений углеводородов (УВ), расположенных в речных бассейнах.

Основной целью выполненных новых исследований было выяснение целого комплекса вопросов и проблем оценки основных факторов, определяющих условия формирования эксплуатационных ресурсов подземных вод и освещение характерных методических приемов и положений, которые были использованы как в различных гидрогеологических условиях, так и по конкретным речным бассейнам.

Значительное влияние на дальнейшее развитие отечественной гидрогеологии имели исследования В.И. Вернадского [Вернадский, 2003]. Надо отметить, что эта работа создала целую эпоху в гидрогеологии. Она определила теоретические и отправные направления, единство природных вод и тесную связь между ними, а также связь геохимических и геологических процессов, происходящих на Земле. В.И. Вернадский обратил внимание на особые свойства воды, которые создают водогазовые «аномалии» ее состояния в рамках глобального круговорота природного вещества.

Особого внимания в развитии гидрологических, гидрогеологических и нефтегазовых проблем заслуживает фундаментальное обоснование природы подземных вод глинистых грунтов (поровых вод). В прошлом гидрогеология изучала главным образом свободную воду, подчиняющуюся законам гравитации. Воды, аккумулируемые горными породами, которые представляют большой интерес для решения многих вопросов геологических наук, не изучали. Как известно, пористость глин гораздо выше пористости песков, тем более пористости трещинных коллекторов, содержащихся в порых глинистых пород, которые составляют более половины ее объема. Следовательно, связанные этими породами газонасыщенные субстраты, как отмечал В.И. Вернадский, значительно превышают количество поровых объемов.

Начиная с 60-х годов XX ст. в Украине научную гидрогеологическую школу возглавлял выдающийся гидрогеолог А.Е. Бабинец. Был охвачен широчайший спектр гидрогеологических и гидрологических исследований. Разновекторные научные направления разрабатывали его ученики – академики, члены-корреспонденты, профессора В.М. Шестопалов, В.И. Лялько, И.Ф. Вовк, А.Ю. Митропольский, В.А. Емельянов, С.Т. Звольский, В.Я. Краев, Г.В. Лисиченко, Н.С. Огняник, Г.А. Белявский, А.А. Сухорубый, В.В. Колодий и др. Гидрологическое направление курировал автор данной статьи. Впервые была создана серия карт подземного стока Украины масштабов 1:1 000 000 и 1:750 000 и проведены расчеты подземной составляющей речного стока. Разработана и внедрена в производство высокоэффективная малозатратная технология на поиски подземных вод и уточнение мест заложения питьевых водозаборов городских агломераций и широкого спектра бытовых нужд (рис. 1, 2) [Патент..., 2013].

Проведенные при этом исследования имели комплексный гидролого-гидрогеологический характер для выяснения и корректировки с данными полевых работ по изучению взаимосвязи поверхностных и подземных вод в геодинамических инфильтрационных и фильтрационных участках русел рек.

Впервые удалось объяснить феномен пониженных характеристик подземного стока в зонах развития нефтегазоносных площадей, формирующих в конечном счете газорастворенные субстраты. Выполненные исследования дают основания утверждать о возобновляемости почти всех месторождений УВ, в том числе находящихся в эксплуатации (Шебелинка).

Проведен анализ картографического материала, отражающего величину модулей поверхностного и подземного стоков в зонах нефтегазоносных территорий. Это дало представление о количественных характеристиках инфильтрационных потерь речных вод и возможных объемах растворенного метана, участвующего в формировании УВ в зонах развития нефтегазоносных областей Предкарпатского прогиба, Днепровско-Донецкой впадины, а также в районе Причерноморской впадины.

В результате изучения поровых вод глин, являющихся водоупорами между горизонтами подземных вод в артезианских бассейнах, было установлено, что они важный источник пополнения ресурсов глубоких водоносных горизонтов, которые часто имеют осложненную связь с земной поверхностью и влияют на газогидрохимические особенности.

Большое внимание уделено изучению поровых вод глин, их газового состава, а также их роли в переносе и накоплении различных минеральных и органических компонентов, мигрирующих в процессе литификации пород. Эти растворы часто способствуют возникновению минеральных концентраций в земной коре, вплоть до образования месторождений полезных ископаемых, УВ. Таким образом, развитие учения о поровых растворах открыло новые пути образования рудообразующих водогазовых растворов в недрах.

Изучение проблемы формирования подземных вод на этом этапе исследований проведено главным образом с учетом вопросов формирования химического состава этих вод. Назревшим стал вопрос формирования ресурсов подземных вод, особенно в зоне интенсивного водообмена.

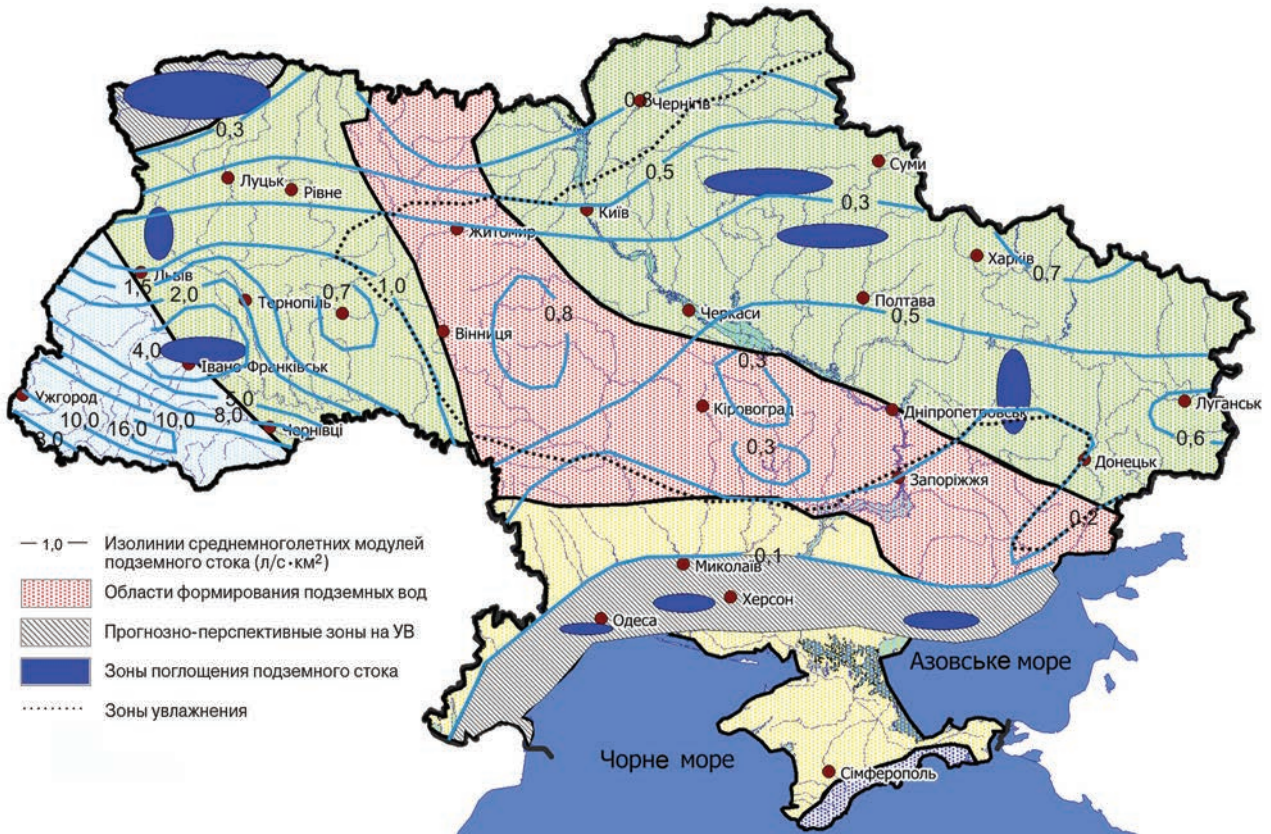


Рис. 1. Карта модулей подземного стока (зон поглощения) рек Украины (на основе районирования территории Украины по условиям формирования подземных вод) масштаба 1:1 000 000

Fig. 1. Map of groundwater flow modules (absorption bands) of Ukrainian rivers (based on the zoning of the territory of Ukraine by the conditions of formation of underground waters). Scale 1:1 000 000



Рис. 2. Карта модулей подземного стока малых рек Украины масштаба: 1:750 000

1 – изолинии модулей подземного стока (л/с·км²)

Fig. 2. Map of groundwater flow modules of small rivers in Ukraine. Scale: 1:750 000

1 – isolines of groundwater flow module (l/s·km²)

В этом плане разрабатывалась новая схема гидрогеологического районирования с учетом новых исследований в области обоснования стоковых характеристик в условиях нарастающего техногенного воздействия.

Начиная с 1970 г. под руководством А.Е. Бабинца развивается новое научное направление – исследование иловых и придонных вод Атлантического, Тихого и Индийского океанов, Средиземного и Черного морей, а также изучение водно-физических свойств донных отложений и придонного слоя этих водоемов. Основной целью этих работ был поиск путей подхода к выделению количественной и качественной (газовой) составляющих субмаринных участков и путей их разгрузки. Впервые рассматривался вопрос возможного перехвата субмаринных вод и использования их в качестве питьевых.

Как новые проблемные направления в этот период можно отметить исследования генезиса подземных вод разломных зон, условий формирования минерального и газового составов глубоких вод артезианских бассейнов, придонных и иловых вод океанов и морей. При решении вопросов выделения генетических разновидностей подземных вод были широко использованы гидролого-геохимические методы исследований подземных вод и растворенных веществ, а также наличие гелия, водорода, радона – маркеров глубинности разломно-блоковых процессов.

Разработана высокоэффективная прогнозная технология на поиски и заложение водозаборов подземных вод в приречных зонах, а также на площадях речных бассейнов [Патент..., 2013].

Эти исследования были важны как для решения многих прогнозных вопросов, так и для использования и охраны подземных вод. Они также позволяли подойти к оценке темпов круговорота вещества в природе, носителем и генератором которого выступают воды в подземной гидросфере, и уточнить инфильтрационные и фильтрационные участки водоносных горизонтов речных бассейнов, а в зонах континентальных прогибов и морских склонов использовать их как предварительные прогнозно-инфильтрационные критерии на поиски УВ.

Таким образом, комплексное решение проблемных гидролого-гидрогеологических исследований с гидробиологическими и геологическими имеет достаточно обоснованную научную составляющую. Они всегда были в русле пере-

довых идей развития широкого спектра фундаментальных наук, которыми их обогатил академик В.И. Вернадский.

Для успешного планирования мероприятий по наращиванию водных ресурсов в рамках фундаментальных разработок под руководством А.Е. Бабинца автором статьи выполнены две фундаментальные темы – «Условия формирования подземного стока Украины», «Подземный сток малых рек Украины», а также исследования взаимосвязи подземных и поверхностных вод при поисково-разведочных работах [Багрий, 2003].

В процессе проведенных исследований дальнейшее развитие получили теория и методы гидродинамических расчетов. Однако такой фундаментальный подход не давал ответа на решение практической стороны вопроса – выбора оптимальных мест заложения водозаборов промышленных предприятий, городских агломераций и т.д.

Главной целью обобщения фундаментальных исследований и методических разработок этого направления было обоснование оптимального высокоэффективного комплекса методов прогнозирования и поисков месторождений подземных вод.

На основании накопленного обширного фактического материала во второй половине 60-х – 70-е годы XX ст. выполнен комплекс фундаментальных исследований, позволяющих выявить основные закономерности формирования подземных вод в естественных и нарушенных условиях.

В 70-е годы развивается новое гидролого-гидрогеологическое направление – формирование условий нефтегазоносности районов, приуроченных к различным геотектоническим элементам континентальных и предгорных прогибов, образование грабенообразных структур и их взаимосвязь с русловыми процессами, формирующими подземные воды и водогазовые субстраты. Изучаются поровые растворы, проводятся изотопные исследования условий формирования подземных вод, растворенных субстратов первичных УВ.

Подземная гидросфера является не только элементом среды, в которой образуются зачаточные УВ, но и влияет в конечном счете на их восполнение в процессе отработки месторождений УВ.

Взаимодействие в недрах УВ газов и вод неизбежно отражается на их свойствах и составе. Это было нами использовано при теоретических

и практических исследованиях для прогнозирования локальных структур газовых месторождений.

Изучение подземных вод нефтегазоносных провинций привело к становлению нового направления в геологии, нефтяной гидрогеологии, гидрогеологии, гидрологии. Предметом исследований выступают региональные и локальные нефтяные объекты в предлагаемой гидро-геобиогенно-мантийной концепции происхождения УВ, учитывая то значение, которое, по нашему мнению, имеют газонасыщенные подземные воды в рамках круговорота веществ в природе.

Особую роль играют исследования органических компонентов подземных вод.

Решающее значение в этом явлении круговорота веществ в природе В.И. Вернадский придавал биосфере, которая является основой всего «планетарного механизма». Принцип действия механизма и участия в нем биосферы В.И. Вернадский не конкретизировал. Однако настаивал на том, что этот механизм имеет геохимический характер [Вернадский, 2001].

Почвы и илы – это наиболее сложные бионные тела биосферы. Располагаясь на границах земной коры с атмосферой и гидросферой, они способствуют быстрому химическому преобразованию УВ с последующим переходом углерода из биосферного цикла в литосферный и наоборот. По имеющимся данным, в почву и илы ежегодно переходят $(0,8-5,8) \cdot 10^{14}$ г углерода в виде органического вещества (ОВ) отмерших растений и животных, а также $(1,6-2,8) \cdot 10^{14}$ г углерода, зафиксированного в карбонатных осадочных породах. А при разложении этого УВ образуется и выделяется примерно $(2,5-3,7) \cdot 10^{13}$ г углерода в год, в основном в форме CO_2 [Баренбаум, 2007].

Причем основная масса захораниваемого УВ, как восстановленного, так и окисленного состава, преобразуется здесь за время около 10-20 лет. Активной переработке этого вещества способствует высокая насыщенность почв и илов организмами, от простейших до высших. Такой анализ показывает, что решение проблемы источника углерода на земной поверхности в современную эпоху во многом определяется функционированием биосферы в общем круговороте многообразных происходящих процессов. При этом режимы круговорота «зачаточного» углерода биосферы в докембрии и фанерозое тесно связаны с процессами в гидросфере

и характером ее эволюции. Дальше метан начинает переходить в подвижное состояние, накапливается и мигрирует в глубокие горизонты в виде поровых растворов.

Геохимическая система круговорота пребывает в состоянии, при котором основная масса подвижного первичного метана находится под земной поверхностью (в породах земной коры) в виде водорастворенных газов, заполняя главным образом пустотное пространство пород земной коры, а в геодинамических зонах – вплоть до верхней мантии.

Одним из центральных положений биосферной концепции нефтегазообразования является вывод о переносе окисленного углерода преимущественно в форме CO_2 в биосферном цикле круговорота метеогенными водами в земную кору, где CO_2 и вода участвуют в синтезе нефтегазовых УВ.

Объединяющим началом такой системы, очевидно, выступает биосфера. Это заключение подтверждает правоту представлений В.И. Вернадского о круговороте вещества на Земле как глобального геохимического явления.

Гидро-геосинергетическая биогенно-мантийная концепция допускает, что подземные воды (подземный сток), обогащенные метаном, могут достаточно быстро и в больших количествах проникать в мантийную среду, достигая глубин около нескольких, а то и десятков километров, и по разломам в результате геотермических и геодинамических процессов проникать в верхние слои мантии. Особенно в зонах утоньшения земной коры (дельты рек, морских акваторий).

Долгое время в гидрогеологии господствовало мнение, что столь глубокой инфильтрации подземных вод не происходит. В работах А.Е. Бабинца мы уже встречаем глубины проникновения до 5-6 км. Здесь находятся так называемые области медленного и крайне медленного водообмена с низкой подвижностью флюидов. Данная точка зрения в основном опирается на исследования подземных водоносных горизонтов.

Кроме того, в последние годы получены многочисленные факты, свидетельствующие об очень интенсивной циркуляции вод на всех доступных изучению глубинах континентальной земной коры. Эта циркуляция имеет как нисходящий (инфильтрационный), так и восходящий [Колодий, 1983] характер. Она и обнаруживается

не только в приповерхностной области земной коры, но и внизу осадочного чехла на границе с фундаментом, нередко залегающим на глубине 10 км и более.

Ниже приведены факты, которые, на наш взгляд, служат подтверждением поступления подземных вод по разломным зонам повышенной проницаемости на глубины первых километров, а также их участия в нефтеобразовании [Чебаненко та ін., 2000].

Привлечение данных изотопии в гидрогеологии к изучению характера круговорота вод гидросферы подтверждает выводы как о возможности проникновения инфильтрационных вод на глубину 5-10 км, так и о почти десятикратном преобладании на этих глубинах инфильтрующихся подземных вод.

Исследования изотопии подземных вод континентальной коры во всех районах мира убедительно показали, что на глубинах 3-6 км эти воды, как инфильтрационные, так и воды затрудненного водообмена (поровые, трещинные, седиментационные, метаморфические), а также попутные воды нефтяных и газовых месторождений, в генетическом отношении являются подземными газорастворимыми субстратами речных систем.

Высокая степень изученности и высокая точность измерения изотопного состава инфильтрационных вод позволяют допустить присутствие в термальной системе воды «неметеогенного» происхождения, однако каких-либо убедительных фактов наличия в составе подземных флюидов вод ювенильного (экзогенного) происхождения не выявлено.

При наличии в осадочном чехле или породах фундамента крупных литостатических разломов границу зоны литостатических давлений, в отличие от хорошо выделяемой нижней границы гидростатической зоны, как правило, удается установить только в отдельных регионах. В этом случае данная граница предположительно может достигать глубины примерно 10 км [Баренбаум, 2007, 2013].

Таким образом, наличие указанной гидродинамической зональности внутрикоровой гидросферы является прямым доказательством существования гидравлической связи поверхностных и подземных вод, обусловленной прежде всего проникновением метанорастворимых вод на глубину, как минимум, около нескольких километров в районах развития

тектонических разломов, трещиноватых пород и присутствия в них поровых вод (водогазовых растворов).

Еще одним важным доводом в пользу тесной связи процессов, происходящих с участием газонасыщенных вод, является наличие подземной биосферы. Жизнь на нашей планете, как известно, присутствует везде, где имеется вода в жидкой фазе [Вернадский, 2001, 2003].

Подземная гидросфера в этом отношении не является исключением. Только здесь жизнь представлена бактериальной микрофлорой. Открытие такой микрофлоры в ядрах Кольской, Уральской, Криворожской сверхглубоких скважин свидетельствует, что бактериальная жизнь существует на всех достигнутых человеком глубинах земной коры. Так что нижняя граница миграции растворенных газовых флюидов с существующими биомаркерами пока точно не известна.

Несмотря на то, что активная деятельность биомаркеров снижается ниже уровня грунтовых вод, к настоящему времени надежно установлено, что бактериальная жизнь простирается, по крайней мере, до глубин 10 км.

Вообще же верхний предел давлений, при которых возможна жизнедеятельность бактерий, по данным специальных исследований, составляет 3-12 тыс. атм [Баренбаум, 2007].

В заключение рассмотрения данного вопроса следует несколько слов сказать о причинах проникновения подземных вод на большие глубины, механизмы которого в последние годы широко обсуждаются в литературе.

В соответствии с теоретической моделью, основанной на принципе сейсмического нагнетания, в земной коре происходит чередование двух основных флюидных режимов. Первый, объясняемый дилатансией, вызывает появление нисходящих потоков газонасыщенных вод, а второй, обусловленный вязкой консолидацией, приводит к выжиманию заполняющих поры флюидов вверх. Такой колебательный режим обеспечивает поступление инфильтрационных (а также морских) вод на глубины 15 км, а, возможно, и до 30 км, что связано с тепловой конвекцией, обусловленной неодинаковой степенью прогрева недр на разных глубинах. Данный механизм наиболее эффективен в высокопроницаемых зонах разломов земной коры.

Указанный механизм «поглощения» водорастворенных газов в зонах инфильтрации русловых процессов вполне может играть роль

их своеобразного «отрицательного» источника, который способствует их проникновению на глубины не только осадочного чехла, но и его кристаллического основания, вплоть до мантии.

Таким образом, у нас имеются все основания считать, что тесно связанный с гидролого-гидрогеологическими и геоструктурными процессами круговорот водорастворимого метана не ограничен лишь подстилающими «материнскими» отложениями, как сегодня принято думать, а охватывает также значительный геологический комплекс до верхних слоев мантии.

Следует отметить, что примерно 10% вод, участвующих в настоящее время в климатическом круговороте, проникает в осадочный чехол континентов, где в виде инфильтрационных вод может достигать значительных глубин.

Таким образом, учет количества углерода, который ежегодно переносится в осадочный чехол подземными водами, принципиально решает проблему «стока» подвижного первичного метана под земную поверхность.

В этой связи особо подчеркнем, что необходимый баланс удастся обеспечить при условии, что цикл круговорота углерода не ограничивается только циркуляцией углерода под осадочным чехлом, а охватывает весь спектр подстилающих отложений в зонах грабенообразных прогибов в целом, включая ее наземную и подземную части.

Практическая необходимость ближайшего будущего Украины требует новых подходов и нетрадиционных направлений поисково-разведочных работ на нефть и газ, основанных на анализе фактического гидрологического, а также геолого-промышленного, геофизического материалов и рассмотрении различных проблемных вопросов нефтегазовой геологии.

Необходимым становится обоснование направлений дальнейших поисково-разведочных работ на основе объединения фундаментальных и практических исследований для решения прироста запасов на объектах не только государственного подчинения, но и отдельных инвесторов. Особенно это стало важным в связи с освоением неантиклинальных, а тем более нетрадиционных объектов из-за резкого сокращения количества антиклинальных структур.

В помощь сейсморазведочным работам, а иногда и наперед, проводятся прямые и нетрадиционные исследования. Результаты этих работ

свидетельствуют о необходимости их комплексирования, обоснованного фундаментальными исследованиями, нацеленными на решение увеличения прироста запасов УВ на значительных территориях, а не только на уточнение места заложения проектной скважины. Разрозненные, отдельные виды этих исследований не могут качественно заменить сейсморазведку в новых модификациях и параметрическое бурение. Весь этот объем работ должен быть комплексным.

Нужен критический анализ, пересмотр и переинтерпретация результатов проведенных ранее работ и исследований, а также определение перспектив нефтегазоносности продуктивных и перспективных комплексов в зонах концентрации месторождений УВ, нефтегазоперспективных и прогнозно-перспективных объектов в зонах нефтегазонакопления, слабоизученных, малоперспективных и перспективных участков. Необходимо быстрое и эффективное освоение больших и малых глубин залегания поверхности фундамента или продуктивных и перспективных горизонтов на антиклинальных, неантиклинальных и нетрадиционных объектах. Основной объединяющей целью является получение нефти и газа из пород осадочного чехла, фундамента, углеводородных бассейнов, астроблем.

Вместе с тем синтез тех же УВ в более мягких термодинамических условиях осадочного чехла и верхней части фундамента земной коры на сегодняшний день не имеет теоретического обоснования в рамках биогенной или абиогенной теории.

Происхождение нефти и углеродного газа ныне – фундаментальная научная проблема, не получившая общепринятого объяснения, но имеющая, по мнению многих ученых, как никогда важное народнохозяйственное и геополитическое значение.

Так ли это? Вопрос неоднозначный, дискуссионный.

За 200 лет с момента постановки проблемы сформировались два противоборствующих подхода к ее решению на основе органических и неорганических концепций генезиса нефти и газа.

В процессе острых дискуссий практически на всем их пути была утрачена главная цель – создание высокоэффективной поисковой технологии, заложником которой стал авторитет академической нефтегазовой геологической науки, породившей в конечном счете огромное количество сомнительных опытно-методических

разработок, претендующих на внедрение как эффективных методов. Как отметил в одной из своих работ академик А.Е. Лукин, связано это, в частности, с тем, что решением данной проблемы занимались преимущественно химики, микробиологи, геохимии, сейсмологи и т.п., при этом каждый из исследователей был ярким «патриотом» своего метода или его модификации. Не только между геохимиками и геофизиками, но и в рамках одного направления (газовой и микробиологической съемки, сейсморазведки, геотермии и т. п.) как внутри, так и между ними возникали непримиримые противоречия [Лукин, 2004].

Как яркий и печальный пример можно привести «прямопоисковую геохимическую съемку», инициатором которой выступали И.М. Губкин и В.А. Соколов. Разрекламированная академической наукой без достаточного обоснования и практических экспериментов газовая съемка не только не привела к существенному повышению эффективности поисков и разведки нефтяных и газовых месторождений, а нанесла значительный материальный ущерб государству (десятки или даже сотни непродуктивных скважин). Кроме того, долгие годы морально деградировал научный авторитет академической фундаментальной науки.

Такой сугубо поверхностный подход, генерирующий широкий спектр геологических закономерностей формирования УВ и их отражающих сигналов, созданный на основе односторонней трактовки гипотезы происхождения УВ, привел в конечном счете к столь плачевным результатам. Интерпретация фиксируемых газовых аномалий на дневной поверхности (в приповерхностном слое) по результатам проведенных исследований заключалась в ошибочной трактовке фиксируемых газовых сигналов.

Трактовка максимальных значений фиксируемых газовых аномалий на поверхности, как показали наши исследования, во-первых, в большинстве случаев не соответствует прогнозно-перспективным участкам, а во-вторых, не отвечает условиям разрушающихся образований залежей нефти и газа.

Исходя из многочисленных изложенных выше фактов, можно сделать вывод: проблему прогноза продуктивных участков формирования УВ нельзя решать по одному прямопоисковому критерию – отражающим сигналам скоплений УВ.

По удивительному стечению обстоятельств, практически после 100-летнего юбилея данный метод геохимических съемок при отсутствии положительных результатов и от которого отказался сам В.А. Соколов (по словам М.Ф. Двали на львовском историческом симпозиуме, «...в своей последней работе (1956) В.А. Соколов не пишет о таком виде миграции, по-видимому, считая его не заслуживающим обсуждения»), применяется и сегодня с тем же «печальным успехом» [Проблема..., 1959].

Ниже мы приведем примеры некоторых дискуссий исторически знакового симпозиума «Проблемы миграции нефти и формирования скоплений нефти и газа», который проходил 60 лет назад в г. Львов. В нем принимали участие практически все выдающиеся ученые – нефтяники, геологи, геохимики, прошедшие школу от начинающих геологов-промысловиков до таких академиков, как В.Б. Порфирьев, П.Н. Кропоткин, Н.А. Кудрявцев, В.Ф. Линецкий, Н.Ф. Балуховский, В.А. Соколов, Н.Б. Васюкович, И.О. Брод, М.Т. Агабеков, Ш.Ф. Мехтиев, В.А. Краюшкин, О.С. Вялов, Г.Н. Доленко (которому в 2017 г. научное сообщество отмечает 100 лет со дня рождения) и мн. др. [Проблема..., 1959].

На очередном симпозиуме, как и на предыдущем (проходил во Львове в 1954 г.), не должны были рассматриваться вопросы образования УВ. Однако в ходе докладов и их обсуждения с новой силой вспыхнула дискуссия по проблеме происхождения УВ среди ведущих теоретиков фундаментальных разработок в области геологии нефти и газа и представителей многочисленных направлений научно-исследовательских институтов и производственных организаций.

В дискуссии четко определился круг полемических вопросов с той или иной стороны о концепции органического и неорганического происхождения УВ. Были продемонстрированы новейшие материалы региональных условий залегания УВ и «неопровержимые факторы» фундаментальных аргументаций, с новой силой всплыли и обострились расхождения сторонников противоборствующих теорий.

Ниже остановимся на заключительных фрагментах выступлений, когда вопросы касались не только генетических основ происхождения УВ (нефтей), но и практической эффективной поисково-прогнозной стороны научно обоснованных

методик прогнозирования месторождений УВ на основании противоборствующих концепций происхождения УВ.

В интересном и содержательном докладе В.А. Соколова [Проблема..., 1959], основателя геохимических исследований, этот вопрос был, на удивление многих присутствующих, полностью проигнорирован, и в конечном счете доклад был посвящен факторам, обуславливающим превращение исходных материнских веществ в условиях их миграции и аккумуляции в нефть и газ. Это дало нам все основания, руководствуясь трудами Н. Куна [Кун, 2009], предложить собственные гипотезы миграции водогазовых субстратов и на этой основе создать многофункциональную высокоэффективную прямопоисковую технологию с учетом круговорота вещества в природе.

В.А. Соколов выдвинул на то время новую гипотезу о том, что УВ нельзя рассматривать в современных отложениях как микронефть. Исследования были проведены в илах различных водоемов зон прогибов, в которых УВ (метан) образуется под действием бактерий и окислительных процессов.

Такой поход к изучению ОВ современных отложений, с нашей точки зрения, представляет в настоящее время огромный интерес для создания новой биогенно-мантийной концепции происхождения УВ.

Подобную идею на конференции поддержал и Н.Б. Вассоевич [Проблема..., 1959; Вассоевич, 1955].

Проведенные нами исследования практически подтвердили отсутствие в современных отложениях тяжелых УВ, а значит, и микронефтей.

М.Ф. Двали (Ленинград, ВНИГРИ) в своем докладе о возможных факторах и процессах первичной миграции с удивлением отметил: «В.А. Соколов в своих последних работах уже не занимается процессами миграций УВ, напрасно считая их в конечном итоге не заслуживающими обсуждения, однако выдвинул новую замечательную идею» [Проблема..., 1959].

Важным моментом в его докладе также прозвучал следующий вывод: «Давно уже установлено, что подземные воды содержат растворенные газы и главное в их составе – водородсодержащие УВ газы (метан)».

Необходимо отметить, не называя авторов, ошибочность их представлений, ссылаясь на В.А. Соколова, о процессах неизбежной диффу-

зии и рассеянных газовых (разрушающихся) залежах в аспекте геологического времени в рамках диффузионной миграции, что УВ, достигающие дневной поверхности в количествах, доступных измерениям, не только рассеиваются (разрушение месторождений), но и формируют и восстанавливают их.

Как показала практика последних десятилетий, в данном случае в Украине (Шебелинка и многие другие эксплуатируемые месторождения), такое представление о разрушающихся скоплениях УВ, а также взгляды В.А. Соколова на газовую диффузию как процесс истощения и разрушения месторождений, в рамках гидро-геосинергетической биогенно-мантийной теории (ГГСБМТ), основанной на принципах, заложенных В.И. Вернадским о круговороте вещества в природе, а также на материалах собственных многолетних работ на базе структурно-термо-атмо-гидрогеохимических исследований (СТАГГИ) оказались ошибочными только с точки зрения разрушающихся месторождений, но плодотворными для восстановления эксплуатируемых месторождений вследствие диффузионных процессов, поступающих из мантии в виде их регенерации в нефтегазоносные структуры.

В основополагающем докладе В.Б. Порфирьева на геологическом симпозиуме рассмотрены различные аспекты формирования промышленных скоплений УВ и как конечный этап – начиная с проблем образования, обусловленного главным образом логической увязкой их скоплений с представлениями об условиях их образований.

Опираясь на результаты чисто геологического материала различных нефтегазоносных регионов мира представителей органической школы, В.Б. Порфирьев приходит к новому выводу об органическом происхождении нефти (УВ): «...земная кора удивительно бедна нефтью (УВ)» [Проблема..., 1959; Порфирьев, 1952]. Общая площадь всех месторождений мира исчезающе мала по сравнению с так называемыми седиментационными бассейнами – потенциальными сборными площадями УВ в представлении сторонников теории нефтематеринских пород. Тому пример – материалы И.О. Брода (яростного сторонника биогенного происхождения УВ, теории материнских пород) о невозможности трактовать как перспективно значительные нефтепроизводящие седиментационные площади иногда целых континентов или государств.

На последней карте нефтегазоносный бассейн, по И.О. Броду, захватывает площадь от Урала до меридиана г. Горький, от Ледовитого океана до южного берега Каспийского моря, а также другой треугольник – нефтегазоносный бассейн имеет сложное очертание Москва – Пермь – Канин Нос [Проблема..., 1959].

Такое размещение «нефтегазоносных бассейнов» создает представление о чрезвычайных условиях распространения нефтепроявлений или о процессах нефтегазообразования, выдержанных на огромных площадях. А именно этот принцип и лежит в основе сторонников нефтематеринских пород, что в конечном счете, на взгляд В.Б. Порфирьева, не соответствует ничтожно малой суммарной площади реальных нефтяных залежей в виде резкого расхождения между колоссальными площадями осадочных образований и общей площадью УВ залежей, по сравнению с общей картиной всей поверхности земного шара [Проблема..., 1971].

Как очевидный фактор формирования нефти (УВ) по мере расширения геологических знаний рассматривается вертикальная миграция по крупным разрывам от мантии до осадочного чехла включительно.

Однако в эпоху безраздельного господства теории нефтематеринских пород эта идея, не подкрепляемая никакими геологическими факторами, не была поддержана. По мнению В.Б. Порфирьева, возможность иного механизма формирования залежей нефти (УВ), нежели путем вертикальной миграции по данным разломам, должна быть исключена. Далее этот же автор приводит в качестве, на его взгляд, неопровержимых доказательств месторождения Калифорнии, Венского бассейна, Венесуэлы, Мексики, Техаса, Египта, Марокко, ДДВ и как убедительную картину нефтепроявлений в зонах крупных разломов рассматривает Африканский континент.

Проведенный нами анализ размещения месторождений УВ позволяет дать иную трактовку их происхождения, особенно гигантских месторождений, расположенных в шельфовых зонах, которые зависят не только от молодых разломов, как считал В.Б. Порфирьев, а и от размеров речных систем, формирующих количественные характеристики последних (рис. 3). На схеме нефтепроявлений на Африканском континенте видно, что все без исключения месторождения УВ приурочены к речным бассейнам и их дельтам.

Мы могли бы продолжить этот список и привести подавляющее большинство мировых глобальных нефтепроявлений Индии, Китая, Вьетнама, Австралии, Южной Америки.

Как бывший сторонник биологического происхождения УВ В.Б. Порфирьев наталкивается на неопровержимые факты. Не все гигантские месторождения приурочены к разломным зонам. Отрицая участие ОВ, как первоосновы зачаточного начала УВ и связывая накопление и миграцию с обилием глубинных разломов, В.Б. Порфирьев все же отмечает, что в ряде районов это выглядит не так наглядно и отчетливо. Отсутствие разломов он относит к возможности существования их в более древние эпохи, ссылаясь на невозможность обоснования гипотезы, связанной с особенностями развития Земли как планеты и с тем, что, по-видимому, четвертичное время явилось началом какого-то принципиально нового этапа. К такой же идее склоняется в настоящее время А.А. Баренбаум, ссылаясь на кометы и приход УВ извне [Баренбаум, 2007, 2013].

Следующим камнем преткновения, уведившего В.Б. Порфирьева по ложному пути, явилась история вопроса о природе вод, сопутствующих УВ, и так называемых нефтяных вод.

О колоссальном преобладании масс вод над массой нефти, несущих в своих объемах растворенный первичный метан, продукт круговорота ОВ, высказывались В.И. Вернадский и Д.И. Менделеев, подразумевая воду, поступающую с поверхности, но не упоминавшие о ее газовом составе.

Доводы о возможных колоссальных объемах ювенильных вод выглядят на сегодняшний день проблематично и неубедительно, как и сама гипотеза о ювенильной нефти. В работах А.Е. Бабинца такой процесс имеет научное обоснование – воды формируются поровыми растворами, а также инфильтрационными водами в зонах замедленного водообмена [Бабинец, 1961; Бабинец, Белявский, 1973].

Сторонниками абиогенного происхождения УВ частично была отвергнута объединяющая идея В.И. Вернадского о круговороте вещества в природе, где исходным началом для накопления УВ считались водно-биологические компоненты в геологических процессах, которые давали начало преимущественно биогенным, а в конечном счете абиогенным процессам в рамках единой биогенно-мантийной концепции.

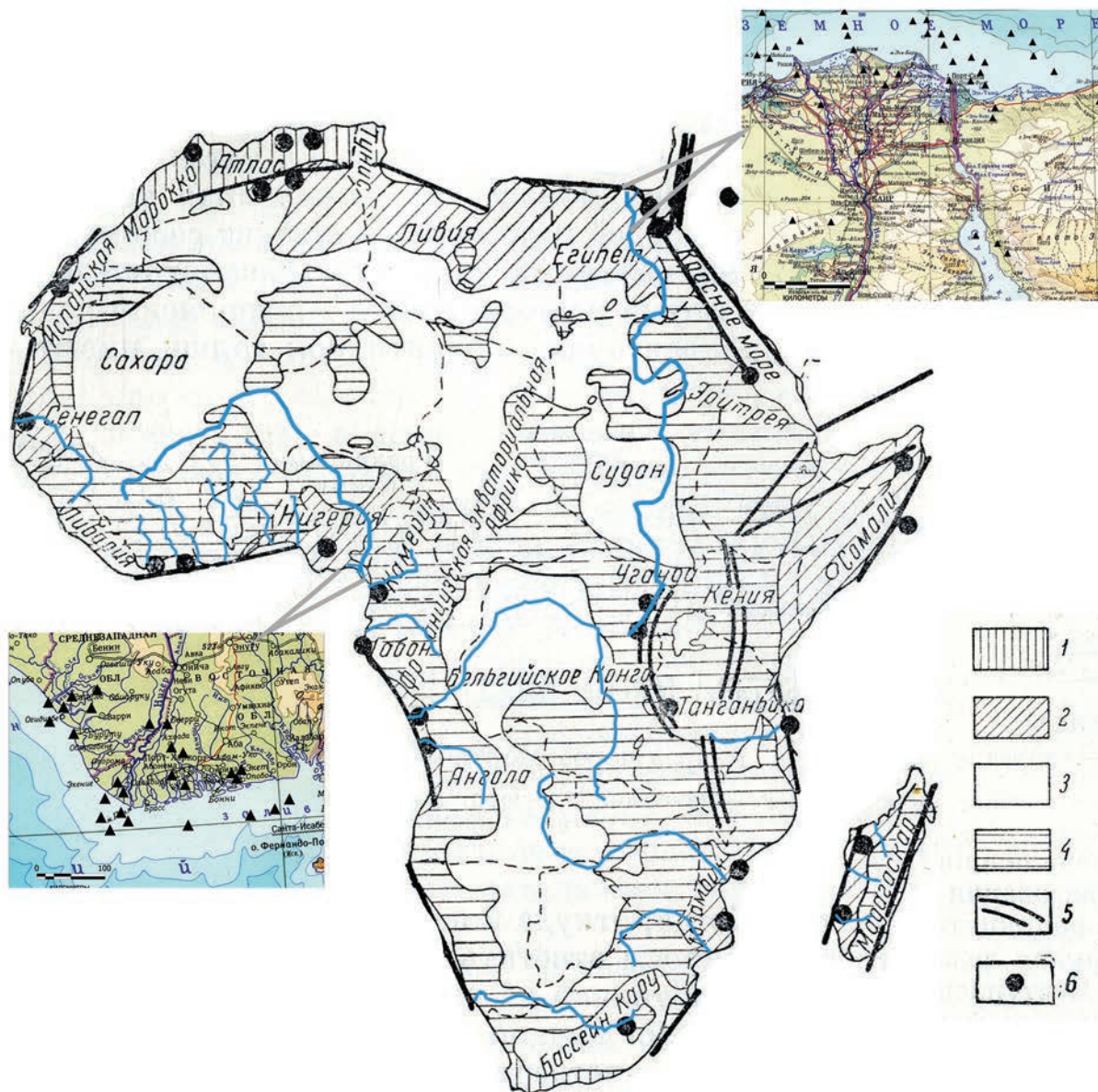


Рис. 3. Нефтепроявления на Африканском континенте

1 – складчатые геосинклинальные зоны; 2 – прибрежные бассейны; 3 – осадочные внутренние бассейны; 4 – преимущественно кристаллические и метаморфические породы; 5 – линии разломов; 6 – районы нефтепроявлений

Fig. 3. Oil shows on the African continent

1 – folded geosynclinal zone; 2 – coastal basins; 3 – internal sedimentary basins; 4 – predominantly crystalline and metamorphic rocks; 5 – fault lines; 6 – areas of oil shows

Одна из интереснейших объединяющих гипотез на симпозиуме высказана выдающимся ученым Н.Б. Вассоевичем [Проблема..., 1959]. Накапливающиеся в илах жидкие гидрофобные продукты распада представляют собой первичную дисперсную микронепфть, которая существенно отличается собственно от нефти и поэтому может называться зачаточной. Затем она постепенно под влиянием факторов катагенеза претерпевает дальнейшую трансформацию.

Поэтому можно считать, что зачаточная фаза происходит в донных отложениях прибрежных участков, а также на всей площади водосбора и представляет собой тип начальных УВ.

Исходя из вышеизложенного, можно было бы сделать вывод, что перспективными поиски нефтегазоносных районов в области значительных депрессий прежде всего могут быть в зонах осадочных толщ, выполненных гидрофобными продуктами распада, транспортируемыми

водными потоками в зонах инфильтрации речных систем в верхние части катагенных зон (мантии) по разломным трещинам в периоды активизации геодинамических процессов. Последние формируют транспорт гидробиогенных газовых растворов в контактные мантийные области, выполняющие роль материнской среды и процессов зарождающихся сложных УВ компонентов, о чем свидетельствует фактический набор геохимических элементов УВ. Набор микроэлементов в нефтях унаследован не от нефтематеринских пород, а дает все основания утверждать, что источником микроэлементов не могут выступать пластовые воды. Практически для всех нефтей мировых нефтегазоносных регионов можно выделить однородные группы элементов: V, Na, Mg, Ca, Al, Ni, Fe, J, Br, Si, Zn, U, Ra, а из газов – He, H.

В своем выступлении М.Ф. Двали охарактеризовал эволюцию взглядов В.Б. Порфирьева о происхождении нефти (УВ) в виде окончательного погружения в магму [Проблема..., 1959]. На наш взгляд, В.Б. Порфирьев, как убежденный сторонник в разное время двух парадигм, не сумел объединить биогенное начало УВ с материнскими мантийными условиями зарождающихся УВ.

Смелый и неоднозначный вывод В.Б. Порфирьева о возможном круговороте между гидросферой и глубинными зонами Земли и пополнении гидросферы ювенильными водами не может не вызывать удивления, так как в периоды тектонических процессов в ложах океанов вместе с ювенильными водами, транспортерами нефтей в процессах подводных изменений ювенильных вод, должны были бы изливаться и громадные количества нефти. Однако в течение последующих лет таких наблюдений сделано не было.

И еще одну замечательную идею высказал М.Ф. Двали, оставшуюся незамеченной: «Нет также и современных данных, что глубоководные илы океанов имеют хотя бы местами повышенную углеводородонасыщенность или битуминозность». Это дало ответ еще на одну сомнительную гипотезу о существовании так называемых газогидратов [Проблема..., 1959].

Ниже мы сделаем отступление и приведем пример опубликованных противоречивых статей с выкладками достоверных данных о «значительных научных достижениях», подтвержденных ссылками на программы многих научных

институтов, авторитетных ученых, а также успешных разработок, которые проведены геологической службой США, Канады, Японии и т.д. Авторами упоминаются поистине фантастические цифры, не укладывающиеся в понятийные представления о ресурсах и объемах залежей, а также сравнивается приоритетный характер изучения газогидратов наравне с изучением космической и ядерной энергии.

Навязчивая идея газогидратного мифа с японскими засекреченными технологиями многие десятилетия не дает покоя целой плеяде ученых.

В.Х. Геворкьян в статье «Метаногидраты – перспективные ресурсы углеводородного сырья» [Геворкьян, 2016] приводит факты о засекреченных японских поисковых технологиях, исследованиях и картировании газогидратных проявлений Japan Petroleum Exploration Co. Ltd и рядом других японских промышленных компаний. Заканчивая статью, автор утверждает: «...газогидраты могут обеспечить потребности Украины в энергоносителях на долгое время».

Как грустное продолжение победных реляций представлена статья О.М. Русакова «В погоне за призраком биогенных углеводородов в Черном море» [Русаков, 2016].

В 2011-2016 гг. в Турецкой, Болгарской и Румынской эксклюзивных экологических зонах завершено бурение 11 поисковых скважин на шельфе в переходной зоне и глубоководной котловине, из которых 10 по различным причинам признаны бесперспективными. Только на обустройство месторождения Домино потребовалось примерно 5 млрд долл. На бурение скважин в Турции потрачено более 1 млрд долл. При заложении скважин многочисленными авторитетными американскими, канадскими, японскими и другими фирмами исходили из концепции биогенного происхождения УВ, т.е. газогидратов, метаногидратов, названных О.М. Русаковым «призраком» биогенных УВ, что привело к катастрофическому коэффициенту успешности менее 0,1.

Удивительная инерция научных взглядов, даже если они отрицательные, прогнозировать и закладывать скважины по одному прямопоисковому признаку не позволяет прогнозировать наличие нефтегазовой системы как на суше, так и в морских акваториях только по прямым индикаторам УВ, в данном случае газовым фонтанам, сипам.

По такой же неудачной схеме были заложены скважины в Сильянском кратере с аналогичными фантастическими затратами.

Дискуссия на симпозиуме в рамках проблем миграции нефти и формирования скоплений нефти и газа практически традиционно не касалась прогнозно-поисковых вопросов. А к этому в конечном счете должен быть направлен весь огромный научный потенциал двух львовских и последующих научных симпозиумов академической и научной общественности, представляющих нефтегазовую отрасль и несущих бремя огромных потерь в материальном и моральном плане, постоянно оставляя в заложниках авторитет академической науки.

Подводя итоги совещания, в докладе Н.А. Кудрявцева с новой силой разгорелась дискуссия, отражающая бесперспективность двух существующих направлений в отношении поисков нефти и газа [Проблема..., 1959].

Однако доводы представителей органической школы И.О. Брода, А.Н. Снарского, Н.Б. Еременко, В.А. Долицкого, В.А. Соколова, Н.Б. Вассоевича и др., утверждающих, что теория нефтепроизводящих – материнских пород представляет собой наиболее прогрессивную теорию в отношении поисков УВ, что только с нею можно искать нефть и что все нефтяные и газовые месторождения открыты с ее помощью, ссылаясь в доказательствах на открытие нефти в Сибири, претерпели поражение: «Искали фации, а первая же скважина дала фонтан нефти. Большого провала, чем потерпела теория нефтепроводящих пород в Сибири и лучшего подтверждения глубинного происхождения нефти трудно себе вообразить» [Проблема..., 1959].

Характерно и очень убедительно для всего симпозиума прозвучал ответ самого Н.А. Кудрявцева на вопрос противоборствующей стороны: «...от меня потребовали представители органической школы, где бурить на кристаллические породы... Пусть они сами указывают, если находят нужным, бурить в них... Что касается меня, то я никогда не рекомендовал поиски нефти в кристаллических породах». Однако в ответе Н.А. Кудрявцева прослеживается тезис: «В соответствии с практическими следствиями из гипотезы глубинного происхождения нефти я рекомендовал и рекомендую искать нефть в нижних горизонтах осадочной толщи, если она есть в верхних, и если в этих же нижних

горизонтах имеются коллекторы и могут быть ловушки, в которых и могут быть сосредоточены основные ее запасы. В кристаллическом фундаменте необходимо лишь углублять скважины, выясняя по керну, обнаружена ли нефть для дальнейших исследований» [Проблема..., 1959]. Так была заложена поисковая основа труб дегазации УВ [Валяев, 2006].

Закрывая симпозиум знаменитых геологов, В.Б. Порфирьев отметил: «У сторонников противоположного происхождения нефти нет никаких оснований утверждать, что теория их, действительно принимаемая большинством геологов, оправдала себя на практике и подтверждена результатами специальных научных исследований. *И результаты этих исследований оказались отрицательными... Мы, геологи, можем делать прогнозы перспектив только в очень широком плане, только в масштабе целых регионов. Направлять поиски и разведку в конкретных районах на основе теоретических представлений об условиях образования нефти и принципов ее миграции они еще не могут. Попытки же отдельных товарищей утверждать, что промышленная нефтеносность того или иного региона была открыта на основе указанной той или иной теории происхождения, или наивны, или недобросовестны*» [Проблема..., 1959].

Выводы докладов на симпозиуме названы «тревожными и парадоксальными»: «парадоксальными» потому, что они не вытекали из геохимических представлений и противоречат им, а «тревожными» потому, что они поворачивают на 180° основные, казалось незыблемые, представления в области нефтяной геологии. Однако они не являются логическими следствиями некой априорной теоретической схемы, как это представляется некоторым ученым.

В.Б. Порфирьев подчеркивает: «Действительно, за основу разработанной концепции образования нефти, как одной из линий превращения органического вещества в ископаемом состоянии, берется химический состав нефти и исходного вещества.

Не вызывают сомнения принципы, на которых построена химическая схема высокотемпературного образования нефти из гомогенных и высокообводненных скоплений органического вещества и совершенно ясно, что если где-нибудь и когда-нибудь создаются требуемые этой схемой условия, то ничего другого, кроме нефти,

из этого скопления органического вещества не получится. Комбинация условий, требуемая этой схемой, не может считаться вполне обычной. Она довольно сложна и не может быть распространена повсеместно.

И потому задача, непосильная одному геологу и даже группе их, может быть окончательно разрешена только в результате широких исследований, направленных на обоснование разновекторных теорий, которые еще не нашли убедительного геологического подтверждения.

Поэтому представленной совокупности фактов не были противопоставлены факты противоположного значения. Наоборот, ряд геологов привел материал, подтверждающий концепцию глубинного происхождения нефти».

В.Б. Порфирьев обращает внимание, что в настоящее время перед нефтяной геологией стоит задача тщательного рассмотрения нефти в аспекте органического и неорганического ее синтеза и установления истинного значения каждого из них в явлении природного нефтеобразования.

Однако в последних фразах замечательных ученых Н.А. Кудрявцева, В.Б. Порфирьева, И.О. Брода, укладывающихся в объединяющую концепцию Н. Куна, прозвучали идеи, дающие надежды на новые открытия и их внедрения не только в рамках происхождения УВ, но и создания объединенной концепции их происхождения и на их основе предложить высокоэффективные технологии.

И.О. Брод. «Проблема заключается в изучении условий перемещения и преобразования рассеянных органических веществ в их соотношениях с водой в толщах осадочных пород» [Проблема..., 1959].

Н.А. Кудрявцев. «Задачей нашего доклада было показать, что в настоящее время перед нефтяной геологией стоит задача тщательного рассмотрения нефти (УВ) органического и неорганического синтеза и установления истинного значения каждого из них в явлении их природного образования» [Проблема..., 1959].

В.Б. Порфирьев. «Поэтому представленным мною совокупностям фактов не были противопоставлены факты противоположного значения. Единственно правильным методом решения всякого крупного вопроса является использование всей совокупности относящихся к нему факторов» [Проблема..., 1959].

Разработка идей углеводородной дегазации Земли тесно связана с парадигмами происхождения УВ. Из этих идей вытекают важнейшие теоретические и практические последствия, связанные с прогнозными оценками нефтегазоносности, с выбором новых направлений и изменением действующей неэффективной на сегодняшний день поисковой стратегии нефтегазоносных структур.

Современная нефтегазоносная поисковая наука постоянно сталкивается с необходимостью более эффективного решения чрезвычайно затратных практических задач.

Постоянная противоречивость геологических и геохимических исследований при наличии разновекторных парадигм в вопросе генезиса УВ привела к возникновению различных гипотез, а с ними и к противостоянию идей и технологий, сталкивая фундаментальные труды на раздорожье, поворачивая нефтегазовую науку к разброду и хаосу.

Такое положение дел, при отсутствии единой концепции происхождения УВ, на наш взгляд, является вынужденной причиной изменения парадигм на основе существующих фундаментальных противоборствующих наработок двух научных концепций и школ.

По Т. Куну, в основе каждой зрелой парадигмы лежит совокупность знаний, которые в течение достаточно длительного времени признаются сообществом научных школ, объединяющихся на совместных теоретических и технических средствах, что дает возможность внедрять данные научно-практические разработки в практику [Кун, 2009].

В своем развитии все науки (парадигмы) переживают кризисные состояния. Их преодоление в рамках внедрения – важнейшая задача каждой из этих гипотез.

Отсутствие общепризнанной парадигмы, по Т. Куну, ставит под сомнение не только методические и технологические разработки и эффективность их внедрения, но и само существование данной науки. Иногда совокупный результат внедрений вряд ли имеет сходство с наукой вообще.

По Т. Куну, формулируются два следующих требования, которых мы добросовестно придерживались при создании концепции новой парадигмы происхождения УВ. Во-первых, эта концепция решает спорную и в целом осознанную проблему и не выясняется другим способом,

а во-вторых, сохраняет лучшие идеи, накопленные в предыдущих фундаментальных научных достижениях.

Опираясь на соответствующие требования, на неоспоримые аргументы биогенной и абиогенной теорий происхождения УВ, как будет приведено ниже, мы руководствовались открытиями представителей химических и гидробиологических теорий Д.И. Менделеева и В.И. Вернадского, которые подвели надежный фундамент под явление газового обмена в земной коре, носителями которых служила вода [Вернадский, 1994, 2003; Менделеев, 1952].

В изложенной гипотезе Д.И. Менделеева образование УВ происходит в периоды горообразовательных (геодинамические периоды – землетрясения) геологических процессов; по образованным трещинам и разломам проникает вода. Просачиваясь в недра под действием высоких давлений и температур в мантии Земли (геотермики), образуются нефтепродукты, о чем свидетельствует широкий спектр тяжелых углеводородных молекул, которые присутствуют в нефти и которые являются маркерами высокого давления и температур генерации, наличия в нефтях цезия, рубидия, стронция, циркония, платиноидов, а также урана, титана, иттрия, гафния, тория. Это дает все основания предполагать участие мантийных процессов в ее происхождении. В одном из главных выводов гипотезы было отмечено, что по тем же разломам в разные по знаку геодинамические циклы новые соединения поднимаются в верхние слои земной коры и насыщают пористые породы [Менделеев, 1952].

Конечным путем, который имел в виду Д.И. Менделеев, на наш взгляд, и являлась мантийная среда, несшая соответствующие ингредиенты УВ и другие химические элементы, которыми так богата мантийная среда, на обратном пути, образуя месторождения УВ в кристаллических породах и осадочном чехле.

Исходя из вышеизложенного, следует отметить, что только на одну деталь не обратил внимания великий химик XIX ст. Одним из компонентов, который не учел выдающийся ученый, был водогазовый элемент, сопровождающий водогазорастворенные биогенные соединения при отсутствии качественных и соответственно количественных элементов биологического синтеза, присущих по количественным водогазовым характеристикам речным бассейнам,

расположенным в зонах континентальных прогибов. Так, отсутствие геохимического элемента, постоянно восстанавливающегося, не позволяло принять такую гипотезу в виде обоснованной парадигмы происхождения УВ.

Следующим наиболее удачным объединяющим шагом, который фактически приблизил две действующие парадигмы к общему знаменателю, послужила идея В.И. Вернадского о глобальном геохимическом круговороте вещества.

Основным геохимическим критерием, постоянно воспроизводимым во времени и пространстве, двигателем и транзитером в системе круговорота выступает вода и биолого-геохимические процессы (газоводорастворенные составляющие). Это в конечном счете подтверждается феноменальными наработками В.И. Вернадского – «глобальным геохимическим круговоротом», главным носителем и катализатором в котором выступает вода. По закону биогенной миграции природного круговорота В.И. Вернадского «...миграция химических элементов на земной поверхности и в биосфере в целом проходит при непосредственном участии органического вещества (водно-биогенной миграции как тех, что в настоящее время населяют биосферу, так и тех, что действовали на Земле на протяжении всей геологической истории)»; пополнение углеводородных месторождений происходит не за миллионы лет, а постоянно. При этом сами ловушки размещаются в пределах осадочных бассейнов и непосредственно приурочены к речным долинам, которые дренируют осадочные отложения в процессе газопреобразования биоты – главного аккумулятора водометаногенерированных и растворенных субстратов, «мигрирующих менделеевскими трещинами» разломных зон, секущих земную кору в прямом и обратном направлениях [Вернадский, 2001].

Опираясь на арсенал доказательной базы гидрологических, гидрогеологических количественных характеристик биогенно-газорастворенных субстратов, впервые можно на основе ГГСБМТ дать ответ по проблеме формирования разноранговых по объемам УВ месторождений и географии их размещения, согласно критериям, предусмотренным Д.И. Менделеевым и В.И. Вернадским. В процессе круговорота требуется постоянный источник газово-метанового материала (вода, органические остатки, термогеохимические и геодинамические процессы), генерирующий и транспортирующий водогазо-

растворенные соединения УВ, отвечающий размерам стоковых и гумусо-биологических объемов каждого речного бассейна в процессе постоянного круговорота газонефтеобразования, подтверждая единство гениальных взглядов выдающихся ученых Д.И. Менделеева и В.И. Вернадского на единой биогенных-мантийной основе происхождения УВ.

Приведенный анализ формирования размеров разноранговых месторождений (от малых до гигантских) отражает связь с особенностями вышеприведенных факторов в свете гидро-геосинергетической биогенно-мантийной гипотезы происхождения УВ.

Наиболее гигантские месторождения УВ расположены в дельтах крупнейших рек и прилегающих морских акваториях, которые замыкают площади артезианских гидрологических бассейнов Амазонки, Мексиканского залива, северо- и южноамериканских речных бассейнов, а также рек Нил, Ганг, Хуанхэ, Тигр, Евфрат, Нигер и т.д.

Особый интерес вызывают нефтегазовые гиганты Персидского залива. По данным американских специалистов, практически на всем восточном побережье США происходит подземный сток в Атлантический океан и Мексиканский залив. Только в одном месте о-ва Лонг-Айленд (штат Нью-Йорк) подземный сток в океан оценивается в 25 млн м³/год (чуть меньше 1 м³/с). В этой части шельфа в 37 км от берега (против устья р. Делавэр) скважиной вскрыты подземные воды, имеющие значительный напор.

Богато подводными выходами подземных вод Средиземное море, где субмаринные источники связаны с трещинами и карстовыми каналами в горных породах. Субмаринные источники хорошо известны на кавказском шельфе Черного и Каспийского морей. На фоне синей морской воды контрастно выделяются светлые пятна, а многочисленные пузырьки метанонасыщенных газовых фонтанов быстро лопаются, создавая обманчивое представление кипящей воды.

Источники, связанные с разгрузкой трещинно-жильных вод, приурочены обычно к системам крупных тектонических нарушений в изверженных и метаморфических породах.

На наш взгляд, наиболее интересными являются гидролого-гидрогеологические условия разгрузки пресных газонасыщенных подземных вод Бахрейна и Персидского залива. В прибрежной части происходит фронтальная разгрузка в зоне субмаринных источников с

условно солоноватой водой (общая минерализация около 4 г/дм³), область питания которых находится на материке в районе Саудовской Аравии. Подземные воды, насыщенные газом, распространены почти на всей площади, преодолевают путь более 100 км под морским дном, фронтально разгружаются под значительным седиментационным чехлом Тигра и Евфрата, сохраняя достаточный напор для разгрузки в виде источников. Это создает почти идеальные условия для накопления УВ в гигантских масштабах в зонах развития системы разломов.

Многочисленные субмаринные источники связаны с подземными каньонами, которые часто представляют собой подводно-дельтовое продолжение устья рек. От устья р. Ганг в Бенгальском заливе протянулся подводный каньон длиной более 1600 км, шириной около 700 км и глубиной около 70 км, в котором найдены выходы субмаринных подземных вод. На Атлантическом побережье США, на континентальном склоне Мексиканского залива, вскрыты пресные слабо минерализованные загазованные субмаринные воды, которые имеют значительный напор.

На данной стадии развития науки с учетом конкретных вопросов практики можно сформулировать два направления исследований субмаринных вод:

- изучение взаимодействия морских и подземных вод и их газового состава в прибрежных районах;

- изучение влияния подземных вод на формирование месторождений полезных ископаемых на дне морей и океанов и роли количественных характеристик субмаринного подземного стока в геологических процессах.

Проведенный гидрологический анализ условий (включая климат) прадолин этих территорий подтверждает наличие водобиогенных, водогазовых условий значительных распресненных субмарин, формирующих газовые фонтаны, грязевые вулканы, а при соответствующих условиях и месторождения УВ.

Таким образом, выполненный анализ расположения и размеров месторождений УВ в речных бассейнах, дельтах рек, их каньонах вплоть до подножия континентального склона дает все основания утверждать про прямую зависимость нефтегазоносности от размеров площадей водосбора, водности, количественных характеристик, наличия биогенно-гумусовых субстратов. Эти процессы и подходы необходимо

освещать в аспекте геологического времени, изменений климата, биоландшафтов, геологических эпох и их процессов.

В такой совокупности двух взаимодополняющих идей и единства биогенных-мантийных процессов мы предлагаем рассматривать гидрогеосинергетическую биогенно-мантийную концепцию как единую формирующую парадигму происхождения УВ и на этой основе принять новую прямопоисковую технологию (СТАГГТ), что в конечном счете учитывает практически весь генетический комплекс глобального круговорота и, как было описано выше, позволяет аргументированно использовать объединяющие генетические основы действующих парадигм, которые не противоречат, а дополняют друг друга. Главным механизмом генезиса УВ выступает глобальный круговорот вещества в природе – вода, биота и геологические процессы (геодинамика, геохимия, геотермика), что соответствует прогнозно-поисковой технологии на нефтегазоносных площадях суши, приморских склонов, шельфовых зон, угленородных бассейнов [Багрий, 2013; Багрий, 2016] (рис. 4).

По результатам комплексных исследований СТАГГТ, созданной на основе гидро-геосинергетической биогенно-мантийной концепции, были разработаны и внедрены предложения и рекомендации по прогнозным оценкам нефтегазоперспективности и дальнейшего освоения отдельных объектов. Учитывая полученные результаты реализации исследований СТАГГТ, их экспрессность и малозатратность, мы считаем необходимым подчеркнуть важность обязательного комплексного использования нетрадиционных приповерхностных структурно-термо-атмо-геохимических, гидрологических методов с геофизическими работами и имеющимися результатами глубокого параметрического бурения [Гожик та ін., 2010].

Результаты проведенных прогнозно-поисковых работ на УВ более чем на 90 объектах Украины (суша, море) подтвердили правомерность концепции и эффективность традиционных и нетрадиционных месторождений континентальных прогибов, морских акваторий, а также угленородных массивов с коэффициентом успешности почти 100% (рис. 5).

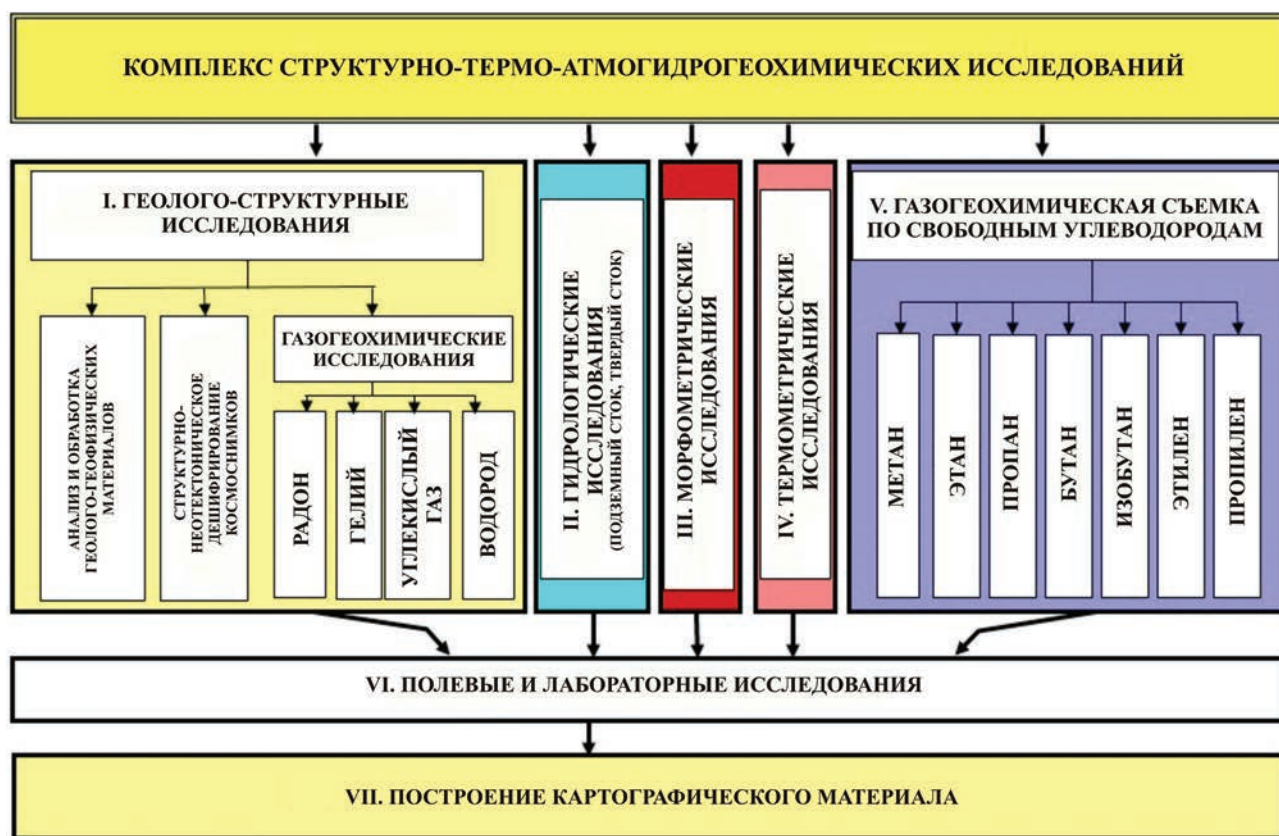


Рис. 4. Принципиальная прямопоисковая схема структурно-термо-атмо-гидролого-геохимических исследований (СТАГГИ) на УВ

Fig. 4. Schematic diagram of structural-thermal-atmo-hydro-geochemical technology (STAHGR) for hydrocarbons

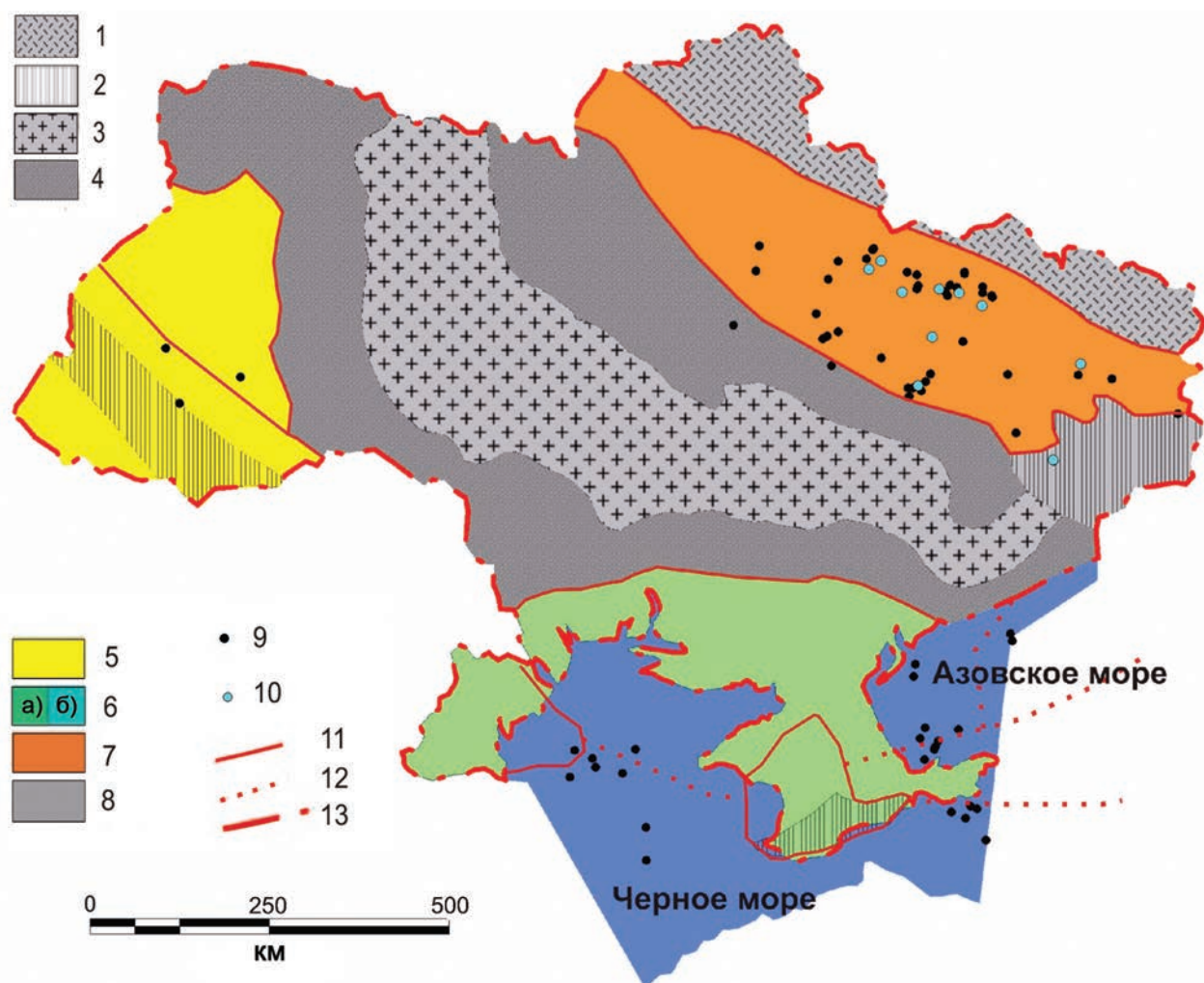


Рис. 5. Схема расположения объектов СТАГГИ на поиски УВ в Украине

Основные геологические и геоморфологические элементы: 1 – юго-западный склон Воронежской антеклизы, 2 – складчатые системы, 3 – Украинский щит, 4 – склоны Украинского щита; нефтегазоносные регионы: 5 – западный, 6 – южный: а) суша, б) море, 7 – восточный; 8 – территория, на которой отсутствует количественная оценка нефтегазоносности; 9 – объекты (полигоны, участки, структуры) проведения СТАГГИ; 10 – объекты, на которых результаты СТАГГИ внедрены; 11 – граница нефтегазоносных провинций; 12 – граница нефтегазоносных областей; 13 – граница Украины

Fig. 5. Location scheme of STANGR objects for hydrocarbons search in Ukraine

Basic geological and geomorphological elements: 1 – the south-western slope of the Voronezh anticline, 2 – fold systems, 3 – Ukrainian shield, 4 – slopes of Ukrainian shield; petroleum-gas regions: 5 – western, 6 – southern: a) land, b) sea, 7 – eastern; 8 – the territory in which there is no quantitative assessment of oil and gas content; 9 – objects (polygons, areas, structures) of STANGR; 10 – objects in which the results of STANGR was implemented; 11 – boundary of the oil and gas provinces; 12 – boundary of the oil and gas regions; 13 – Ukrainian border

Таким образом, в настоящее время обоснование направлений дальнейших прогнозно-поисковых работ на единой генетической основе происхождения УВ по прямопоисковой СТАГГТ и решение задач наращивания прироста запасов УВ стало особенно важным для восстановления энергетической независимости Украины.

Внедрение новой высокоэффективной мало-затратной СТАГГТ, созданной на основе ГГСБМТ происхождения УВ, дает возможность переинтерпретации результатов проведенных ранее

работ и исследований в зонах не только разведанных структур, перспективных комплексов концентраций месторождений УВ, а также позволяет целенаправленно научно обосновать освоение новых прогнозно-продуктивных структур в зонах континентальных прогибов, речных бассейнов, их дельт и каньонов морских акваторий, углепородных массивов.

Основной целью создания новой концепции-парадигмы происхождения УВ автор статьи ставил разработку новой высокоэффективной

поисковой технологии на нефть и газ из пород осадочного чехла и фундамента на площадях, соответствующих их научному обоснованию согласно ГГСБМТ [Багрий, 2016].

В рамках фундаментальных и прикладных исследований в области гидрогеологии и гидрологии отработана и внедрена комплексная технология картирования перспективных участков для заложения водозаборов подземных вод, обеспечивающих питьевое и промышленное водоснабжение практически на всей территории Украины, в условиях осадочного чехла и кристаллических пород [Багрий, Лисиченко, Шестопалов, 1988; Багрий, 2012; Патент..., 2013] (рис. 6).

В зависимости от геологических и гидрогеологических условий конкретного района исследований методика поисковых работ нами применена в различных модификациях (рис. 7).

Результаты работ позволили выделить более 175 перспективных участков заложения водозаборов для водоснабжения и определить границы их санитарной охраны. Эффективность предложенных нами объектов для эксплуатации была подтверждена геофизическими исследованиями и бурением. Более 155 из них сейчас успешно эксплуатируются.

Впервые в истории нефтяной геологии реально наметился процесс создания единой универсальной концепции происхождения УВ на

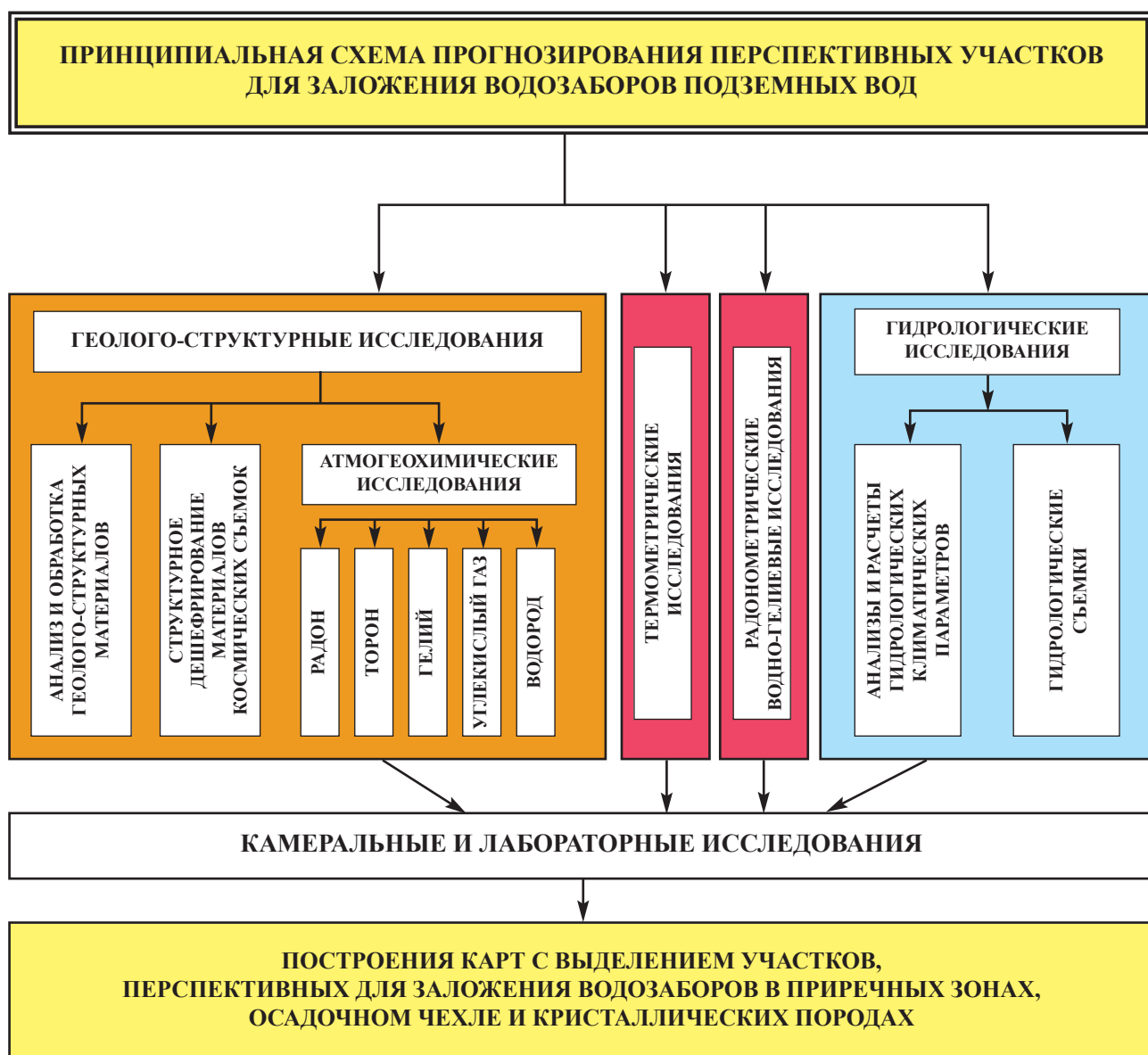


Рис. 6. Комплекс методик по поиску перспективных участков для заложения водозаборов подземных вод
Fig. 6. Complex of techniques to find promising sites for the laying of underground water intakes

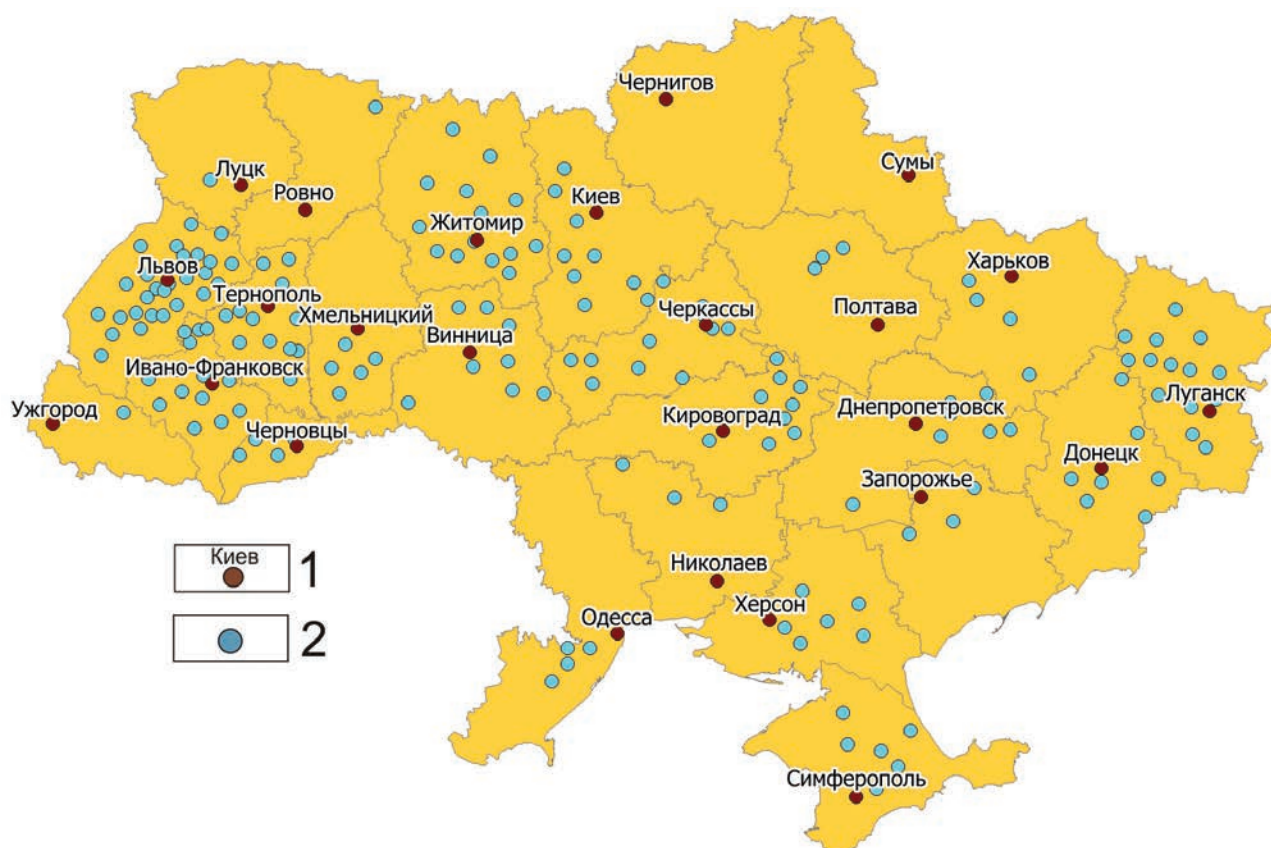


Рис. 7. Схема расположения объектов СТАГГИ на поиски воды в Украине

1 – областные центры Украины; 2 – места проведения работ

Fig. 7. Location scheme of STANGR objects to water search in Ukraine

1 – regional centers of Ukraine; 2 – areas of work

основе круговорота вещества, геоструктурных условий, экзогенно-гидробиологических субстратов и мантийных процессов.

Именно такой путь, предложенный нами, позволяет наконец-то ответить на вопрос о происхождении, формировании и размещении месторождений УВ в свете кругооборота водометановых субстратов. На этой основе разработать и создать новую прямопоисковую малозатратную высокоэффективную СТАГГТ с целью прогнозирования перспективных зон и объектов на поиски традиционных и нетрадиционных месторождений УВ зон континентальных прогибов, морских акваторий, астроблем, углепородных массивов на основе ГГСБМТ происхождения УВ.

При разработке и внедрении комплексной прямопоисковой СТАГГТ мы руководствовались следующим правилом В.И. Вернадского и П.Н. Кропоткина: если формирующие условия в гидрогеологическом (стратиграфическом) разрезе находятся на поверхности, то они обяза-

тельно будут и на глубине – в кристаллическом фундаменте (трубы дегазации).

Методологически – это разработка обобщающей концепции прогноза с применением ряда методов: гидролого-гидрогеологического, тектонического, стратиграфического, литологического, геофизического, геохимического, аэрокосмогеологического, геотемпературного.

По СТАГГТ выполнен анализ пространственного распределения термо-атмо-геохимических аномалий, выяснены особенности разломно-блокового, морфоструктурного, стратиграфического, литолого-фациального, формационного, геодинамического строения полигонов. При интерпретации материалов использована имеющаяся фактологическая база детальных разработок по тектонике, геохимии, стратиграфии, литологии, аэрокосмогеологическим методам, геофизике. В частности, впервые применены данные детальных сейсморазведочных 3D работ. Анализ информации указанных выше методов позволил создать доказательную базу по

обосновательной характеристике особенностей геологического строения объектов, с которыми связаны залежи УВ и воды.

Методологические разработки СТАГГТ по вопросам прогнозирования и поисков подземных вод и УВ включают детальный анализ следующих критериальных признаков: гидрологических, гидрогеологических, гидробиологических, структурно-тектонических, геохимических, геотермических, литолого-стратиграфических, фациальных, корреляционных. Определяющим в работе является анализ структурно-тектонических критериальных признаков. Особый акцент сделан на уточнении разломно-блокового каркаса, который обуславливает структурный план размещения перспективных участков и активно влияет на формирование ловушек УВ.

Для обоснования перспектив нефтегазоносности по тектоническим показателям использованы современные и палеоструктурные планы, схемы разрывных нарушений, выделены зоны перерывов, некомпенсированного прогиба дислоцированных разрезов, связанные с дислокациями и флюидогенными деформациями. Оконтурированы участки, благоприятные для аккумуляции УВ, в частности положительные структуры, проведен комплексный анализ существующей наукометрической базы этих структур.

По анализу геолого-геофизической, сейсмологической информации, как интерпретационной основы при термо-атмо-геохимических построениях, были исследованы дизъюнктивные

структуры фундамента и осадочного чехла, с которыми связаны пути миграции УВ, а также особенности стратиграфического строения и литологии осадочной толщи, рассматриваемой как зоны нефтегазоаккумуляции.

Разработанная СТАГГТ ориентирована на системный анализ с уточнением геологического строения, модели разломно-блокового каркаса перспективных площадей, выявление флюидопроницаемых неотектонических активных зон повышенной проницаемости, которые обуславливают современную приповерхностную разгрузку флюидо-газовых потоков и пути наиболее активной миграции подземных вод и УВ – прямых индикаторов их залежей.

Предложенные комплексы исследований являются оптимальными для определения геолого-структурно-термо-атмогеохимических критериев прогнозного районирования перспективных участков и оценки их перспектив на залежи подземных вод и УВ. Наиболее информативным является интегрирование геолого-структурных исследований с газово-эманационной и термометрической съемками.

Следующим направлением использования СТАГГТ с целью получения рекомендаций по выявлению флюидопроницаемых зон на континентальном склоне и в глубоководных котловинах является картирование гидродинамических типов месторождений УВ, которые могут быть связаны с руслами прарек и каньонов.

Список литературы / References

1. **Бабинец А.Е.** Подземные воды юго-запада Русской платформы / А.Е. Бабинец. – Киев: Изд-во АН УССР, 1961. – 378 с.

Babinets A.E., 1961. Groundwater of the southwestern part of Russian platform. Kiev: Izdatelstvo AN USSR, 378 p. (in Russian).

2. **Бабинец А.Е.** Естественные ресурсы подземных вод зоны интенсивного водообмена Украины / А.Е. Бабинец, Г.А. Белявский. – Киев: Наук. думка, 1973. – 111 с.

Babinets A.E., Bielawski G.A., 1973. Natural ground-water resources within intense water exchange zone. Kiev: Naukova Dumka, 111 p. (in Russian).

3. **Багрий И.Д.** Гидро-геосинергетическая биогенно-мантийная гипотеза образования углеводородов и ее роль при обосновании прямопоисковой технологии / И.Д. Багрий // 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).

4. **Багрий И.Д.** Новые технологии прогноза месторождений нефти, газа, подземных вод / И.Д. Багрий. – Киев: Логос, 2012. – 55 с.

Bagriy I.D., 2012. New technologies of forecast for oil, gas, groundwater. Kiev: Logos, 55 p. (in Russian).

5. **Багрий И.Д.** Комплексирование методов при изучении взаимосвязи подземных и речных вод / И.Д. Багрий, Г.В. Лисиченко, В.М. Шестопалов // 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. In: Water exchange

in hydrogeological structures of Ukraine. Methods of studying the water cycle. Kiev: Naukova Dumka, p. 223-239 (in Russian).

6. Багрій І.Д. Розробка геолого-структурно-термо-атмогеохімічної технології прогнозування пошуків корисних копалин та оцінки геоecологічного стану доквілля / І.Д. Багрій. – К.: Логос, 2013. – 510 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, 512 p. (in Ukrainian).

7. Багрій І.Д. Прогнозування розломних зон підвищеної проникності гірських порід для вирішення геоecологічних та пошукових задач / І.Д. Багрій. – К.: ТОВ «Видавничий 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 "Vydavnychiy Dim Dmytra Burago", 150 p. (in Ukrainian).

8. Баренбаум А.А. Нефтегазоносность недр: эндогенные и экзогенные факторы: дис. ... д-ра геол.-минерал. наук: 25.00.12 / А.А. Баренбаум. – М., 2007. – 253 с.

Barenbaum A.A., 2007. Oil- and gas-bearing capacity of the earth's depths: internal and external factors. Dissertation Abstract of geol.-miner. sci.: 25.00.12. Moscow, 253 p. (in Russian).

9. Баренбаум А.А. Решение проблемы происхождения нефти и газа на основе биосферной концепции нефтегазообразования / А.А. Баренбаум // Урал. геол. журн. – 2013. – № 2 (92). – С. 3-27.

Barenbaum A.A., 2013. Solving the problem of the origin of oil and gas on the basis of biosphere concept of oil and gas formation. *Uralskiy geologicheskii zhurnal*, № 2 (92), p. 3-27 (in Russian).

10. Валяев Б.М. Углеводороды и жизнь: жизнь на потоках углеводородных флюидов // Дегазация Земли: Геофлюиды, нефть и газ, парагенезы в системе горючих ископаемых: Тез. Междунар. конф. (Москва, 30 мая - 1 июня 2006 г.) / Б.М. Валяев. – М.: Изд-во ПК ГЕОС, 2006. – С. 71-74.

Valiayev B.M., 2006. Hydrocarbons and life: life in the flows of hydrocarbon fluids. *The degassing of the Earth: geofluids, oil and gas, parageneses in the system of fossil fuels: Proceedings of Intern. Conf.* (Moscow, 30 May - 1 June, 2006). Moscow: GEOS, p. 71-74 (in Russian).

11. Вассоевич Н.Б. Происхождение нефти / Н.Б. Вассоевич. – Л.: Гостехиздат, 1955. – 186 с. – (Тр. ВНИГРИ; Вып. 83).

Vassoyevich N.B., 1955. Petroleum origin. Leningrad: Gostekhizdat, 186 p. (Trudy VNIGRI; Iss. 83) (in Russian).

12. Вернадский В.И. История природных вод / отв. ред. С.Л. Шварцев, Ф.Т. Яншина. – М.: Наука, 2003. – 750 с.

Vernadskiy V.I., 2003. The history of natural waters. (Eds. S.L. Shvartsev, F.T. Yanshina). Moscow: Nauka, 750 p. (in Russian).

13. Вернадский В.И. Труды по геохимии / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1994. – С. 69-89.

Vernadskiy V.I., 1994. Proceedings on geochemistry. Moscow: Nauka, p. 69-89 (in Russian).

14. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 2001. – 376 с.

Vernadskiy V.I., 2001. The chemical structure of the Earth's biosphere and its environment. Moscow: Nauka, 376 p. (in Russian).

15. Геворкьян В.Х. Метаногидраты – перспективные ресурсы углеводородного сырья / В.Х. Геворкьян. // Геология и полез. ископаемые Мирового океана. – 2016. – № 4 (46). – С. 108-118.

Gevorkyan V.H., 2016. Methane hydrates – promising hydrocarbon resources. *Geologiya i poleznye iskopaemye Mirovogo Okeana*, № 4 (46), p. 108-118 (in Russian).

16. Гожик П.Ф. Геолого-структурно-термо-атмогеохімічне обґрунтування нафтогазоносності Азово-Чорноморської акваторії / П.Ф. Гожик, І.Д. Багрій, З.Я. Войцицький та ін. – К.: Логос, 2010. – 420 с.

Gozhik P.F., Bahriy I.D., Voytsytskyy Z.YA. et al., 2010. Geological and structural-thermal-atmo-geochemical substantiation of oil and gas potential of Azov-Black Sea waters. Kyiv: Logos, 420 p. (in Ukrainian).

17. Колодий В.В. Подземные воды нефтегазоносных провинций и их роль в миграции и аккумуляции нефти (на примере Юга СССР) / В.В. Колодий. – Киев: Наук. думка, 1983. – С. 246.

Kolodiy V.V., 1983. Underground water of oil and gas provinces and their role in migration and accumulation of oil (on the example of the South of USSR). Kiev: Naukova Dumka, 246 p. (in Russian).

18. Кун Т. Структура научных революций / Т. Кун. – М., 2009. – 310 с.

Kuhn T., 2009. The Structure of Scientific Revolutions. Moscow, 310 p. (in Russian).

19. Лукин А. Прямые поиски нефти и газа: причины неудач и пути повышения эффективности / А. Лукин // Геолог Украины. – 2004. – № 3. – С. 18-46.

Lukin A.E., 2004. Direct search for oil and gas: the causes of failures and ways to increase efficiency. *Geolog Ukrainy*, № 3, p. 18-43 (in Russian).

20. Менделеев Д.И. Сочинения / Д.И. Менделеев. – Л.; М., 1952. – Т. 23. – 205 с.

Mendeleev D.I., 1952. Works. Moscow, vol. 23, 205 p. (in Russian).

21. Патент України № 82422 на кор. модель МПК (2013.01) G01V 9/00. Спосіб виділення місць закладання водозабору підземних вод / Багрий І.Д., Лисиченко Г.В.; заявник і власник Ін-т геол. наук НАН України. У 201306022; 15.05.2013; опубл. 25.07.2013, бюл. № 14, 2013 р.

Patent of Ukraine on utility model № 82422, IPC (2013) G01V 9/00. The method of selection of places to lay underground water intake / Bagriy I.D., Lysyuchenko G.V.; applicant and owner Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine. U 201306022; 15.05.2013; publ. 25.07.2013, Bul. № 14, 2013 (in Ukrainian).

22. Порфирьев В.Б. Вопросы миграции нефти / В.Б. Порфирьев, В.Ф. Линецкий. – 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).

23. Проблема миграции нефти и формирования нефтяных и газовых скоплений: (Материалы львовской дискуссии 8-12 мая 1957 г.) / под ред. акад. В.Б. Порфирьева и проф. И.О. Брода. – М.: Гостоптехиздат, 1959. – 423 с.

The problem of oil migration and formation of oil and gas accumulations: (Proceedings of Lviv discussions, 8-12 May, 1957). (Eds. academician V.B. Por-

firiev and professor I.O. Brod). Moscow: Gostoptekhizdat, 1959, 423 p. (in Russian).

24. Проблема неорганического происхождения нефти / отв. ред. В.Б. Порфирьев. – Киев: Наук. думка, 1971. – 203 с.

Porfiriev V.B., 1973. The problem of the inorganic origin of oil. (Ed. V.B. Porfiriev). Kiev: Naukova Dumka, 203 p. (in Russian).

25. Русаков О.М. В погоне за призраком биогенных углеводородов в Черном море / О.М. Русаков // Геология и полез. ископаемые Мирового океана. – 2016. – № 4 (46). – С. 118-128.

Rusakov O.M., 2016. In pursuit of the ghost of biogenic hydrocarbons in the Black Sea. *Geologiya i poleznye iskopaemye Mirovogo Okeana*, № 4 (46), p. 118-128 (in Russian).

26. Чебаненко І.І. Розломні зони підвищеної проникності гірських порід та їх значення для виявлення екологонебезпечних ділянок / І.І. Чебаненко, В.М. Шестопапов, І.Д. Багрий, В.М. Палій // Доп. НАН України. – 2000. – № 10. – С. 136-139.

Chebanenko I.I., Shestopalov V.M., Bagriy I.D., Paliy V.M., 2000. Fault zones of increased permeability of rocks and their significance for identifying ecologically hazardous areas. *Dopovidi NAN Ukrainy*, № 10, p. 136-139 (in Ukrainian).

Статья поступила
08.02.2017

В.Н. Андрейчук

К НОВОЙ ПАРАДИГМЕ КАРСТА

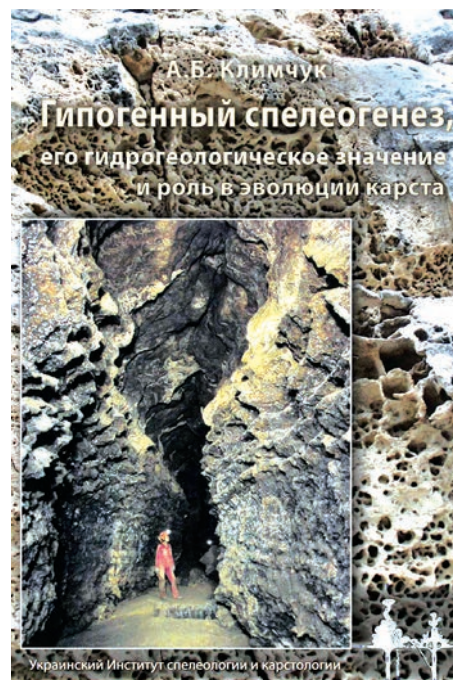
Климчук А.Б. Гипогенный спелеогенез, его гидрогеологическое значение и роль в эволюции карста / А.Б. Климчук. – Симферополь: Изд-во ДИАЙПИ, 2013. – 180 с. – ISBN 978-966-491-380-2.

В 2013 г. вышла из печати настоящая монография А.Б. Климчука, посвященная гипогенному спелеогенезу. Масштаб затронутых вопросов и характер их переосмысления делают книгу выдающимся научным событием последних лет в области исследований карста и пещер, выходящим за пределы интересов этих областей знания. Однако выход этой публикации, уже получившей рецензии и высокие оценки за рубежом (например, P. Bella, Slovensky Kras 51/2, 2013), остался не отмеченным в отечественной специальной литературе. Возможно, книга опередила свое время, но может быть также, что карстологическая и спелеологическая общественность на постсоветском пространстве оказалась не совсем готова к ее адекватному восприятию. Отмеченные выше обстоятельства побудили меня к написанию настоящей рецензии.

Не побоюсь задекларировать, что книга венчает собой, хотя и не резкий, но все же переход спелеологии и карстологии в новый статус – от малозначимых дисциплин об экзотических карстовых явлениях, остающихся вне магистральных трендов развития гидрогеологических и геологических воззрений, в статус полноценных наук, способных существенно влиять на другие основные дисциплины геологического цикла. Этот переход открывает новые горизонты и перспективы как в самих исследованиях карста и пещер, так и в их взаимодействии с другими науками о Земле. Все больше и чаще мы наблюдаем, как глубоко и многосторонне карстология и спелеология взаимодействуют с другими основными науками о Земле и участвуют в решении их научных и практических задач. Настоящая монография является прекрасным примером такого взаимодействия и влияния.

Книга уже в самом начале ориентирует нас на ведущую роль спелеологии (спелеогенеза) в связке «карстология – спелеология», что нарушает традиционную последовательность рассмотрения и соподчиненность таких понятий. Это не случайно и не «безобидно» для упомянутой связки. Из последующего анализа со всей очевидностью следует примат «подземного» над «поверхностным»: именно развитие процессов под землей является спусковым крючком и главным механизмом развития того, что со временем отражается на поверхности и что мы называем карстом.

© В.Н. Андрейчук, 2017



В монографии в довольно сжатом концептуальном виде рассмотрены существенные аспекты гипогенного спелеогенеза с выходом в более общие поля карстолого-спелеологической науки, касающиеся ее наиболее важных разделов – сущности карста, его развития и эволюции.

Гипогенный спелеогенез рассматривается на фоне карста вообще – с раскрытием его существенной гидрогеологической природы на основе синергетических позиций, чему посвящены первые три главы работы. В последующих главах последовательно анализируются региональные гидрогеологические закономерности и обстановки гипогенного спелеогенеза, механизмы растворения пород в гипогенных условиях, структурно-функциональные и морфологические особенности гипогенного спелеогенеза, критерии его идентификации, генетические и эволюционные типы карста, распространение гипогенного карста в Украине и мире, а также прикладные аспекты теории. Книга реализует, таким образом, два основополагающих логических принципа: от общего к частному и от теории к практике.

Монография состоит из введения, 10 глав, выводов, списка литературы и словаря специальных терминов, изложенных на 179 страницах текста, а также содержит 79 иллюстраций.

Во *Введении* автор отмечает кризисную ситуацию, сложившуюся в конце XX ст. в карстологии и спелеологии, анализирует ее причины, а также указывает на необходимость смены научной

парадигмы, которая смогла бы обеспечить дальнейшее развитие карстолого-спелеологической науки. Парадигмы, которая не только учла бы в полной мере многочисленные современные достижения – теоретические модели, эмпирические и экспериментальные данные, комплексные региональные наработки, но и стала бы надежным научно-теоретическим фундаментом – каркасом, органически интегрирующим накопленные до сих пор данные и появившиеся новые представления, зеркалом, отражающим современное состояние науки, в том числе имеющиеся тематические пробелы и ниши, и тем самым определяющим векторы ее дальнейшего развития. Не будет преувеличением отметить, что рецензируемая книга собственно и предлагает такую парадигму и представляет ее в наиболее законченном – из имеющихся на сегодняшний день воззрений – виде. Автор, правда, не формулирует поставленные перед книгой задачи как представление новой парадигмы карста (через широко понимаемый спелеогенез), тем не менее после ее внимательного прочтения сведущий читатель поймет, что дело обстоит именно так.

В первом разделе – *Развитие представлений о карсте* – автор кратко, но емко характеризует ограничения так называемой эпигенной (преимущественно геоморфологической) парадигмы карста, которая не в состоянии адекватно интерпретировать проявления глубинного карста, рассматривая его как экзотический частный феномен, связанный с особыми локальными гидрогеохимическими и гидрогеотермическими обстановками или оценивая через призму развития (в прошлом) в открытых гидрогеологических условиях. Отсюда недооценка масштабов и характера глубинных карстопоявлений и ошибочность выводов относительно их генезиса.

Появившиеся в последние десятилетия новые данные о характере и масштабах глубинного закарстования, новые модели водо- и флюидообмена в более глубоких (чем приповерхностные) горизонтах земной коры, а также спелеологические открытия и концепции, в том числе автора книги, по-новому объясняющие происхождение пещер определенного типа, позволили взглянуть на проблему шире, что и привело к появлению новой теории – так называемого гипогенного карста (карста глубинного и «происходящего из глубины»), в дополнение и противовес «эпигенному» – «происходящему от поверхности» – карсту). Широкий научный интерес к проблеме, а также лавинообразный поток новых эмпирических

данных, в том числе на основе пересмотра традиционных взглядов касательно генезиса пещер и ряда спелеопродуктивных карстовых форм, были инспирированы изданной в США в 2007 г. англоязычной монографией А.Б. Климчука по данной теме. Это привело к тому, что концепция гипогенного карста в очень короткое время превратилась (или превращается) в полноценную научную теорию, в возникновении и становлении которой ведущую роль сыграли именно работы и научные инициативы А.Б. Климчука.

Второй раздел – *Примат водообмена и спелеогенеза в формировании карста* – является ключевым разделом книги. В нем обсуждаются категориальный базис карстологии, базовые характеристики и основные особенности гидрогеологии карста, а также современные представления о генезисе и эволюции структур карстовой каналовой проницаемости. На этой основе раскрывается гидрогеологическая сущность карста и обосновывается новый подход к его определению. Базируясь на понимании карста как водообменной системы, ключевые свойства которой индуцируются процессом развития каналовых структур (спелеогенной самоорганизацией), автор утверждает примат водообмена и спелеогенеза в формировании карста. Из анализа логически вытекает вывод, что спелеогенез (спелеогенная организация структуры проницаемости) является центральным, сущностным звеном в развитии карста и его эволюции.

Анализируя начальные этапы процесса спелеогенеза, А.Б. Климчук выделяет и подробно описывает – обобщая опыт многочисленных экспериментальных исследований и численного моделирования – его главные стадии: протоспелеогенеза, спелеогенного инициирования и спелеогенного развития. Детальное рассмотрение упомянутых вопросов имеет большое научное значение. Ранние стадии спелеогенеза оставались до недавнего времени наиболее загадочным и проблематичным разделом науки о пещерах. Весьма продуктивным представляется также рассмотрение спелеогенеза и карстовой эволюции водообменной системы с позиций синергетики и неравновесной термодинамики – в контексте идей И. Пригожина. Современные исследования в ведущих научных дисциплинах, касающиеся вопросов развития и эволюции тех или иных явлений и систем, со всей очевидностью показывают, что самоорганизация является двигателем и сущностью каждого процесса развития сложных динамических систем. Приложение в данном

случае современных общенаучных взглядов и подходов к решению карстолого-спелеологических задач открывает, несомненно, новые исследовательские перспективы.

В третьей главе рассматриваются главные *Типы спелеогенеза* в узком (карстовом) его понимании. Ими являются эпигенный и гипогенный спелеогенез, представляющие собой два основных механизма формирования карста: эпигенный – под действием нисходящих и латеральных потоков, в тесной связи с внешними (ландшафтными) факторами, и гипогенный – вне связи с такими факторами, в условиях восходящего водообмена под воздействием исключительно геологических и гидрогеологических факторов и обстоятельств. Показано, что основные различия в генезисе карстовых каналово-полостных структур определяются гидродинамическими особенностями напорных и безнапорных водообменных систем и общим вектором водообмена. Бóльшее внимание уделено гипогенному спелеогенезу. Детально обоснованы и рассмотрены его генетическая связь с восходящим водообменом, а также особенности, определяемые относительной изолированностью спелеогенеза от поверхностных контуров питания и разгрузки. Показана и обоснована фундаментальная генетическая причина отличий гипогенного спелеогенеза от эпигенного, состоящая в действии внешнего (проницаемостью смежных нерастворимых толщ) гидравлического контроля за расходом в развивающихся карстовых каналах – механизма ослабления обратной связи в системе «водообмен – растворение». Ею обуславливаются различия в структуре и морфологии формирующихся каналово-полостных систем. Как и в предыдущем разделе, выводы, касающиеся гипогенного спелеогенеза (его артезианского варианта), подкреплены результатами численного моделирования. В итоговой части главы значительное внимание уделено вопросу предпосылок и условий реализации гипогенного спелеогенеза, в том числе в специфической прибрежно-островной обстановке (галоклинный спелеогенез).

Четвертая глава посвящена *Региональным гидрогеологическим закономерностям и обстановкам гипогенного спелеогенеза* в верхних горизонтах земной коры. Последовательно рассмотрены гидродинамические режимы и стадии водообмена, гидрогеологическая этажность и гидродинамическая зональность, а в завершение – обстановки гипогенного спелеогенеза, привязанные главным образом к внутрикратонным

артезианским бассейнам. Показано, что гипогенный спелеогенез, как и другие постседиментационные процессы, контролируется геофлюидным режимом осадочных бассейнов и локализуется в зонах разгрузки и взаимодействия водообменных систем разных типов и уровней. Как отдельное, специфическое явление, гипогенный спелеогенез рассматривается на фоне стадий развития внутриконтинентальных осадочных бассейнов – с приписанием ему соответствующих пространственно-временных (место и время проявления) координат.

Рассмотрение гипогенного карста в подобном ключе – на фоне более широкого по масштабу класса геологических явлений и структур – позволяет лучше понять его сущность, условия и причины развития, а также эволюционные тренды. Такой подход существенно отличается от традиционного, когда при объяснении формирования полостного пространства (как правило, пещеры или группы пещер) во внимание принимаются лишь локальные особенности водообмена – вне регионального, бассейнового и другого контекста. Применение автором такого более широкого и генетического, по своей сути, подхода показало свою эффективность при выяснении условий и закономерностей спелеогенеза (и карстогенеза) в ряде регионов, прежде всего Украины (Волыно-Подольский артезианский бассейн, Причерноморский бассейн, Предгорный Крым и т.д.). Выход за рамки локальных условий позволил ему оспорить старые схемы и по-новому подойти к осмыслению особенностей и закономерностей их подземного закарстования.

В главе широко представлены и охарактеризованы обстановки гипогенного спелеогенеза, связанные с разного типа обстановками разгрузки подземных вод (краевыми, внутренними, сводовыми, тектонически-локализованными) в осадочных структурах платформенного типа. Детализацией и одновременно обобщением является представление в конце главы типизации обстановок гипогенного спелеогенеза по гидродинамическим условиям формирования восходящих потоков подземных вод. В главе показано также – что важно – не только влияние регионального фона водообмена на локализацию и развитие гипогенного карста, но и обратное влияние – гипогенного карста на эволюцию гидрогеологических систем и структур, которое может существенно изменять структуру водообмена в различных масштабах, вплоть до регионального.

Таким образом, карст описывается в главе как неотъемлемое явление (свойство, особенность), присущее геологической и гидрогеологической эволюции осадочных бассейнов платформ. Автор неразрывно связывает гипогенный спелеогенез с региональной гидрогеологией и эволюцией водообмена.

В пятой главе, озаглавленной *Механизмы растворения в гипогенном спелеогенезе*, рассматриваются вопросы растворения пород мигрирующими сквозь толщи «вдоль и поперек» (т.е. сквозьформационно и латерально) водными (водно-газовыми) флюидами. Выделено и детально проанализировано девять гидрохимических (и гидрогеохимических) механизмов, таких как углекислотное растворение, сернокислотное растворение, растворение с участием органических кислот, растворение при охлаждении углекислых термальных вод, растворение с участием сероводорода, растворение при смешивании вод разного состава, растворение эвапоритов, растворение в смешанных сульфатно-карбонатных толщах и растворение в жестких термобарических условиях больших глубин (в том числе солянокислотное). Отмечается, что в гипогенном спелеогенезе могут участвовать одновременно (в комбинации) или стадийно (при изменении граничных условий) несколько из перечисленных выше механизмов. Показано, что «палитра» физико-химических и гидрогеохимических процессов растворения в гипогенном карсте несравненно богаче, чем в эпигенном, развивающимся в гораздо более однородной по условиям и стабильной термобарически среде.

Глава о механизмах растворения существенно углубляет наше понимание развития, а также огромного внутреннего потенциала гипогенного карста. Становится понятным, что явление это имеет огромные масштабы и охватывает гораздо более значительные части земной коры, чем «внешний» эпигенез, моделирующий только ее «бровку» на контакте с атмосферой и метеорными водами. Отсюда также понятно, что проявления гипогенного карста гораздо более разнообразны, чем эпигенного, как по видовому характеру, так и по распространению.

Глава смещает также акценты с геохимического (локально обусловленного, редкостного, экзотического) понимания механизмов растворения-развития гипогенного карста на его гидрогеохимическое и гидрогеодинамическое понимание, подразумевающее вездесущность, динамичность, изменчивость и разнообразие

процессов химического взаимодействия подземных вод с горнопородной средой.

Шестая – одна из наиболее крупных глав книги – знакомит со *Структурно-функциональными и морфологическими особенностями гипогенного спелеогенеза*. В ней гипогенный спелеогенез анализируется «изнутри» – в своих спелеоморфологических проявлениях-следствиях. Анализируется роль исходной структуры проницаемости (фильтрационные сети), структура гипогенных каналово-полостных систем, морфология и размеры гипогенных полостей, а также их постгипогенная модификация в эпигенных (приоткрытых и открытых) условиях. На многочисленных, хорошо иллюстрированных примерах показано, что структурно-функциональные, морфологические и морфометрические особенности гипогенного спелеогенеза обусловлены структурой первичной проницаемости пород, напорным характером и восходящим вектором движения подземных вод, действием внешнего гидродинамического контроля расхода, а также общей эволюцией водообменной системы. Для исследования структурных предпосылок гипогенного спелеогенеза в неоднородных средах автор вводит понятие о каркасе преимущественной фильтрации (КПФ), с помощью которого описывает исходную (доспелеогенную) структуру проницаемых элементов (трещиноватость) и производных от них каналово-полостных систем. Структура(ы) последних систематизирована в отдельной сводной таблице типов структур гипогенных каналово-полостных систем. Таблица представляет собой ценное обобщение, так как по-своему классифицирует типы широко понимаемой пустотности, причем в генетической увязке с различными геолого-структурными (формационными) условиями-предпосылками спелеогенеза. Приведенные в таблице типы спелеоморфогенетических структур детально охарактеризованы во втором подразделе главы и иллюстрированы наглядными примерами.

Важное научное значение имеет подраздел, посвященный морфологии гипогенных полостей, в котором их мезоэлементы увязываются со структурными предпосылками и гидродинамической функцией, присущей им на активном этапе спелеогенеза. Такая «идентификация» морфоэлементов весьма ценна как с познавательной, так и с методической (диагностика) точек зрения, поскольку может помочь исследователям разобраться в каждом конкретном случае со своим региональным (местным) материалом.

Диагностические возможности такого сравнительного метода основываются на морфологическом сходстве элементов, «продуцируемых» сходными условиями спелеогенеза (общностью функции) независимо от типа пород и обстановок.

Концовка раздела рассматривает модификацию морфологии гипогенных пещер при гидрогеологическом раскрытии напорных водоносных систем и переходе гипогенного спелеогенеза в эпигенную стадию.

Седьмая – наиболее краткая глава, озаглавленная *Критерии идентификации гипогенного спелеогенеза*, посвящена познавательному «инструменту» для определения гипогенного генезиса пещер и полостей. Таковым инструментом является комплексный подход к выявлению свидетельств гипогенного спелеогенеза, включающий три группы критериев: 1 – гидростратиграфические, палеогидрогеологические, палеогеографические и геоморфологические, 2 – спелеоморфогенетические и 3 – минералого-геохимические и спелеоседиментологические. Знание вопроса, т.е. особенностей гипогенного спелеогенеза, и последовательное (но в комплексе) применение упомянутых критериев позволяет однозначно идентифицировать гипогенное происхождение исследуемой пещерной системы или регионального кластера разобщенных полостей. Однако в данном контексте, нам кажется, весьма полезными были бы (особенно для начинающих исследователей и практикующих спелеологов) несколько более развернутые характеристики проявлений-свидетельств гипогенного спелеогенеза, а также интегрирование последних в некий «диагностический ключ». Это помогло бы избежать ошибочной гипогенной трактовки ситуаций, где для уверенного диагностирования гипогенного спелеогенеза требуются определенный опыт и специальные знания.

Подходя к рассмотрению гипогенного спелеогенеза и карстогенеза с синергетических позиций, автор по-новому (стадийно-эволюционно) освещает проблему типологии карста. Этим вопросам посвящена восьмая глава – *Генетические и эволюционные типы карста*. Основные генетические типы карста определяются типом спелеогенеза (гипогенным и эпигенным). Рассматривая противоречия существующих типологий, автор показывает эффективность эволюционного подхода к типологии, базирующегося на рассмотрении типов карста как стадий развития карстовых систем в нормальном цикле эволюции осадочных формаций

и гидрогеодинамических систем. В предложенной классификации эволюционных типов карста основные категории отражают последовательные стадии его эволюции и интегрально характеризуют наиболее существенные свойства карстовых систем. Это открывает хорошие возможности для решения широкого круга научных и практических задач, связанных с карстом.

Следует отметить, что проблема типологии карста является очень многоаспектной и ее «решения» всегда сопровождаются некими допускаемыми условностями. Не лишена недостатков и предложенная схема, однако по отношению к типологиям она, несомненно, является наиболее обоснованной, концептуально целостной и глубоко разработанной. Весьма интересен последний подраздел главы, описывающий временные, генетические и пространственные взаимоотношения карста и поверхностного геоморфогенеза и наглядно иллюстрирующий эвристический потенциал эволюционно-синергетического подхода к проблеме типологии.

Девятая глава посвящена вопросу *Распространения гипогенного карста в Украине и в мире*. Последовательно и детально проанализированы условия его развития и особенности проявления под землей и на поверхности, главным образом, в пределах Украины. Материал главы наглядно показывает, насколько разнообразны и контрастны могут быть условия развития и характер проявления гипогенного карста даже в пределах одной страны. Гипогенным карстом – современным или реликтовым – могут быть охвачены разные части геологических разрезов, в том числе сложенные слабокарстующимися в эпигенных условиях породами. Делается вывод, что гипогенный карст имеет глобальное распространение, намного более широкое, чем распространение эпигенного карста, традиционно принимаемого за «собственно карст», в частности за счет широкого развития в днище Мирового океана. Материал главы имеет не только познавательное, но и практическое значение, по-новому представляя некоторые проблемы региональной геологии, гидрогеологии и генезиса полезных ископаемых – серы, нефти, газа, минеральных вод и т.д.

Последняя, десятая глава книги касается *Прикладных аспектов теории гипогенного спелеогенеза*. Показана роль гипогенного спелеогенеза в формировании коллекторов и месторождений углеводородов, рудных полезных ископаемых, серы, геотермальных ресурсов, а также в формировании карстовой опасности. Из

главы явственно следует, что гипогенный спелеогенез и сопутствующие ему процессы создают предпосылки или непосредственно «ответственны» за формирование широкого спектра видов минерального сырья, в том числе наиболее востребованных сегодня. Представление в работе практических приложений теории гипогенного спелеокарстогенеза делает книгу комплексным, логически завершенным теоретическим исследованием с отчетливым обозначением полей практического применения ее положений и выводов.

Выводы в сжатой, но емкой форме подытоживают содержание охарактеризованных выше глав.

Заканчивает книгу обширный список литературы, изложенный на 15 страницах и содержащий почти равное количество позиций русскоязычных и зарубежных авторов. Такой список обладает самостоятельной ценностью, поскольку представляет собой обстоятельную сводку материалов по исследуемой проблематике.

Весьма полезным представляется размещение в конце текстовой части монографии *Словаря специальных терминов*, касающихся проблематики гипогенного спелеогенеза и карста. Некоторая часть определяемых терминов – это новые, недавно вошедшие в научный обиход, другая же часть – это наново сформулированные определения традиционных понятий, закономерно вытекающие из представленной в книге концепции.

Очень важным моментом проведенного исследования является его независимый и исчерпывающий (по полноте охвата проблемы) характер. Автор свободно владеет английским, и ему была доступна ведущая англоязычная (мировая по сути) литература по исследуемому вопросу. Будучи одним из инициаторов и организаторов международных баз карстолого-спелеологических данных, А.Б. Климчук имел доступ практически ко всем публикуемым по теме материалам. Отмеченные обстоятельства позволили ему не быть «скованным» национальными, западными, восточными и другими научными школами и концепциями, хотя основополагающие гидрогеологические воззрения базируются на работах советских и украинских исследователей.

Весьма положительное впечатление оставляет техническая сторона книги – твердая эффективная обложка, цветные иллюстрации, сама организация материала. Рисунки выполнены на высоком техническом уровне, понятны и выразительны, не только подкрепляют те или иные тек-

стовые положения, но и существенно дополняют их. Полезным приемом, еще редким в отечественных публикациях, является размещение в начале каждой главы вступительных синопсисов, информирующих о главных обсуждаемых в главе положениях и подготавливающих, тем самым, к восприятию нижеизлагаемого материала.

Конечно, как это бывает в случае пионерских работ, обобщающих передовые достижения данной науки и существенно расширяющих горизонты научной реальности данной дисциплины, многие положения книги требуют конкретизации и уточнения, некоторые, вероятно, придется подкорректировать и т.д. Однако ясно, что изложенные в книге взгляды представляют новое видение не только спелеогенетической, но и карстологической проблематики в целом, связывают их в единую концепцию со всеми признаками парадигмы и открывают широкие и четко обозначенные перспективы для дальнейших исследований, а также практики. Монография, несомненно, является одной из лучших в своем «жанре», т.е. книг, посвященных проблемам спелеологии и карстологии за все время их существования как таковых.

Монография вышла сравнительно небольшим тиражом (200 экз.), но ее доступность обеспечивается размещенностью электронной версии в открытом интернет-доступе, как на сайте Украинского Института спелеологии и карстологии (http://institute.speleoukraine.net/libpdf/Klimchouk_2013_Hypogene_Speleogenesis_inRussian.pdf), так и на международных порталах “Speleogenesis” и “ResearchGate”. Со времени издания прошло уже 3 года, что не так мало – на фоне современных темпов развития науки. Мощный поток информации о гипогенном карсте разных регионов земного шара еще более возрос. Усилия автора рецензируемой монографии по развитию этого направления исследований продолжают организацию и редактированием крупной международной коллективной монографии «Гипогенный карст Мира», запланированной издательством «Шпрингер» к выходу в 2017 г. Несомненно, что в скором времени потребуются расширенное переиздание рецензируемой монографии с новым обобщением этой бурно развивающейся проблематики, но стержневая концепция и основные положения настоящей книги надолго останутся определяющими современными основы карстологии и спелеологии.

ВИДАТНИЙ ГЕОЛОГ-НАФТОВИК, АКАДЕМІК ГРИГОРІЙ НАЗАРОВИЧ ДОЛЕНКО

(До 100-річчя від дня народження)

М.М. Шаталов



В історії розвитку геологічної думки другої половини ХХ ст. творчість відомого нафтовика, академіка Григорія Назаровича Доленко (1917–1991) посідає почесне місце. В Україні і колишньому СРСР він був одним з фундаторів нафтового напрямку в геологічній науці. Ним розроблені важливі теоретичні проблеми нафтогазової геології: походження нафти і газу, їх міграція, закономірності утворення і розміщення нафтових і газових родовищ у різновікових тектонічних структурах України, Росії та Австрії. В історію розвитку нафтової науки нашої країни Г.Н. Доленко увійшов також як сильний і компетентний керівник виробничої геологічної галузі. За його активної і безпосередньої участі відкрито ряд нафтових і газових родовищ у Поволжі, Прикарпатському прогині, Дніпровсько-Донецькій западині, Криму та Віденському басейні.

Григорій Назарович Доленко народився 24 лютого 1917 р. у сім'ї селянина у с. Гаївка Кіровоградської (нині Кропивницької) області. У 1935 р. закінчив середню школу в м. Макиївка, а в 1940 р. – геолого-географічний факультет Харківського державного університету. З 1941 по 1942 р. був на фронті. Потім був демобілізований і направлений на роботу в Поволжя. Там за його участі були відкриті нафтогазове родовище Заглядине і газові родовища Султангулове і Тарханівка. З жовтня 1943 р. дослідник працював у тресті «Укрнафта» на посаді головного геолога Бориславської контори буріння.

У 1945 р. Г.Н. Доленко був відряджений до Австрії, де під його керівництвом було відкрито найбільше в Європі родовище нафти

Матц, родовище Адерклаа і газові родовища Шонкірхен і Цвендорф. Після повернення в Україну був призначений головним геологом тресту «Укрнафтогазрозвідка» об'єднання «Укрнафта» (м. Львів). Накопичені знання в галузі геології, геофізики, геохімії нафти і газу дозволили Григорію Назаровичу успішно провести пошуки і розвідку нафтових родовищ у Передкарпатті. У числі інших геологів-нафтовиків він стає першовідкривачем Долинського, Північно-Долинського, Новобитківського, Орів-Уличанського і Струтинського родовищ.

У 1952 р. Г.Н. Доленко перейшов на роботу в Інститут геології корисних копалин АН УРСР (нині Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України). Тут вчений приділяв

велику увагу фундаментальній науці, галузевим науково-технічним розробкам і впровадженню їх у практику робіт нафтогазової галузі. По суті, вся його робота в інституті базувалася на науковому аналізі тектоніки, геологічної будови і нафтогазоносності різних регіонів України. У львівському Інституті геології корисних копалин АН УРСР в 1953 р. Григорій Назарович захистив кандидатську дисертацію, присвячену аналізу умов формування нафтових родовищ західної частини Карпатської геосинклінальної зони, і був затверджений на посаді старшого наукового співробітника. У 1958 р. він призначається заступником директора з наукової роботи цього інституту.

У 1961 р. вчений успішно захистив докторську дисертацію *«Умови формування і закономірності розміщення нафтових і газових родовищ Карпат»*, а в наступному році створив відділ геології нафти і газу, який очолював до кінця життя.

У 1963 р. Г.Н. Доленку присуджено вчене звання професора, в 1964 р. обрано членом-кореспондентом АН УРСР, а в 1979 р. – академіком АН УРСР.

У 1964 р. вченого назначають директором Інституту геології і геохімії горючих копалин АН УРСР. Одночасно він очолює в цьому інституті відділ геології нафти і газу. Під його керівництвом розгорнулися безпрецедентні дослідження по різних теоретичних і прикладних проблемах нафто- і газоносності України. Завдяки Г.Н. Доленку і надхненному колективу співробітників і співавторів його робіт (А.І. Пориляк, І.П. Копач, Л.Т. Бойчевська, І.В. Кілін, Б.М. Улізло, А.С. Щерба, В.М. Щерба, Б.І. Ярош, Б.П. Різун, Ю.М. Сеньковський, Є.І. Чиж, А.П. Медведєв, М.В. Бойчук, С.А. Варічев, І.В. Височанський, Н.І. Галабуда, В.В. Кравець, З.М. Ляшкевич, Р.Ф. Сухорський, П.М. Лагола, М.І. Павлюк, О.С. Ступка, В.В. Колодій, Б.І. Малюк, Г.Н. Широкова, Г.М. Мицько, В.Г. Осадчий, А.Гр. Стрельковська, М.А. Альохіна, Т.В. Зав'ялова та ін.) незабаром цей інститут став одним з найбільших центрів нафтової науки не тільки в Україні, але і в колишньому СРСР.

Без перебільшення можна сказати, що Григорій Назарович був видатним Вченим і Людиною епохи розквіту нафтової геології в Україні. В результаті проведених геологічних

вишукувань і фундаментальних наукових досліджень була створена потужна мінерально-ресурсна база, яка є гарантією економічної і, значною мірою, національної безпеки України. Основним напрямом наукових досліджень Г.Н. Доленка є геологія нафти і газу, а також розробка теоретичних питань нафтогазової геології. Їм особисто і в співавторстві з колегами були опубліковані численні монографії, які увійшли в золотий фонд геологічної науки. Зокрема, широкою популярністю в Україні та за кордоном користується його фундаментальна монографія *«Геологія нафти і газу Карпат»*, яка вийшла в світ у 1962 р. у видавництві «Наукова думка». У ній детально охарактеризовані умови нафтогазоносності Віденського і Трансильванського басейнів і прилеглих прогинів Західних Карпат, Румунських Східних і Південних Карпат. У першому розділі роботи *«Розвиток поглядів на утворення Карпатської нафти і формування її покладів»* вчений дає загальні уявлення про умови утворення і характер залягання нафти в Карпатах. Він підкреслює, що нафтові родовища Карпат є найстарішими в Європі – *«сто років тому були висловлені уявлення про те, що нафта в Карпатах генетично пов'язана з породами менілітової серії»*. Далі Григорій Назарович висловив свою точку зору на існуючі теорії *«віку нафти»* – міоценову, менілітову та юрську. У другому розділі монографії *«Геологічна будова і умови формування нафтових і газових родовищ нафтогазоносних провінцій Карпат»* Г.Н. Доленко розглядає стратиграфію, тектоніку, історію геологічного розвитку, історію розвідки і відкриття нафтових і газових родовищ, дає характеристику нафтоносності стратиграфічного розрізу порід і закономірностей в зміні властивостей нафт у розрізі родовищ і по площі, а також наводить опис структурних типів родовищ та форм нафтових і газових покладів. У третьому розділі роботи *«Закономірності розміщення нафтових і газових родовищ»* Григорій Назарович висвітлює закономірності просторового розміщення нафтових і газових родовищ. Для цього детально характеризуються умови накопичення і закономірності поширення порід-колекторів нафти і газу, розглядається формування різних типів структур і розподіл їх по площі, з'ясовується роль тектонічних розривів у формуванні

нафтових і газових покладів та визначається час їх утворення. В якості практичних висновків дається характеристика зон нафтогазонакопичення на території Передгірського прогину Українських Східних Карпат.

Підсумком багаторічних досліджень видатного українського геолога-нафтовика Г.Н. Доленка стали його монографії *«Походження нафти і газу і нафтогазонакопичення в земній корі»* (1986) та *«Геологія і геохімія нафти і газу»* (1990). У першій вчений виклав історію розвитку поглядів на походження нафти і газу, їх міграцію й акумуляцію в покладах, проаналізував дані досліджень осадово-міграційної теорії походження нафти і газу, розробив сучасну теорію мінерального синтезу нафти і газу в умовах астеносфери мантії Землі. У другій монографії Г.Н. Доленко висвітлив найважливіші питання геології і геохімії нафти і газу, закономірності нафтогазонакопичення в земній корі, геологічну будову і нафтогазонаосність найбільш вивчених нафтогазонаосних провінцій земної кулі, соляний тектогенез нафтогазонаосних басейнів і гідрогеологічні умови нафтогазонаосності. Характеризуються також склад нафти, її походження, міграція й акумуляція в покладах.

Широко відомі також особисті і колективні монографії вченого: *«Геологічна будова і умови формування нафтових покладів Долинського нафтопромислового району»* (1957); *«Геологія нафтових родовищ України»* (1959); *«Закономірності розміщення родовищ нафти і газу Дніпровсько-Донецької нафтогазонаосної провінції»* (1968); *«Нафтогазонаосність Криму»* (1968); *«Закономірності нафтогазонаосності Передкарпатського і Закарпатського прогинів»* (1969); *«Розломна тектоніка Передкарпатського і Закарпатського прогинів і її вплив на розподіл покладів нафти і газу»* (1976); *«Геологія і нафтогазонаосність Волино-Подільської плити»* (1980); *«Геологічні формації нафтогазонаосних провінцій України»* (1984); *«Нафтогазонаосні провінції України»* (1985); *«Походження нафти і газу і нафтогазонакопичення в земній корі»* (1986); *«Розломна тектоніка і нафтогазонаосність України»* (1989); *«Геологія і геохімія нафти і газу»* (1990); *«Геологія і нафтогазонаосність Дніпровсько-Донецької западини. Ендогенні процеси і нафтогазонаосність»* (1991).

Всі ці монографії побудовані на аналізі та узагальненні величезного фактичного матеріалу, насичені спільною ідеєю про генетичну взаємообумовленість зв'язку нафтогазонаосності нафтогазонаосних провінцій з історією їх геотектонічного розвитку. Вчений поглибив і розширив вчення про умови утворення нафтогазонаосних провінцій і формування в них нафтових і газових родовищ, розвинув вчення про поздовжню і поперечну тектонічну зональність нафтогазонаосних провінцій. При цьому їм всебічно обґрунтовано значення древніх піднятих і депресій, які позначаються в історії геологічного розвитку на літофаціальних і структурно-тектонічних особливостях нафтогазонаосних провінцій – основних чинників утворення та розміщення родовищ нафти і газу.

Під науковим керівництвом Г.Н. Доленка підготовлено та видано ряд багатоаспектних наукових збірників. У цих публікаціях висвітлені матеріали республіканських нарад з проблеми *«Походження нафти і газу, їх міграція і закономірності розміщення нафтових і газових родовищ»*, які проводилися під його керівництвом.

Чимала заслуга Григорія Назаровича у відкритті ряду великих родовищ нафти і газу та в інших розробках, присвячених взаємозв'язку тектоніки і седиментації в нафтогазонаосних провінціях, актуальним проблемам геології і геохімії горючих копалин. Зокрема, за наукове обґрунтування і відкриття нафтових і газових родовищ на великих глибинах в Дніпровсько-Донецькій западині та Передкарпатському прогині Г.Н. Доленка, в числі інших, було удостоєно звання лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки. Цикл його робіт з проблеми *«Закономірності нафтогазонакопичення в земній корі»* відзначено Премією ім. В.І. Вернадського. За розробку наукових основ розвідки нових родовищ нафти і газу в Дніпровсько-Донецькій, Передкарпатській і Кримській нафтогазонаосних провінціях вченого було нагороджено Дипломом ВДНГ УРСР. Здійснена їм розробка оригінальної схеми утворення нафтогазонаосних провінцій і формування нафтових і газових родовищ була удостоєна в 1980 р. Диплома ВДНГ колишнього СРСР. Вчений входив до складу редакційних колегій «Геологічного журналу», «Геологічного збірника» Львівського геологічного

товариства і редагував республіканський між-відомчий збірник «Геологія і геохімія горючих копалин». Він був редактором також окремих томів «Геологічної вивченості СРСР».

Наукова спадщина Г.Н. Доленка величезна. Вчений опублікував 15 монографій, відредагував 25 монографічних збірників, видав понад 400 наукових робіт. Завдяки численним друкованим працям і особистому спілкуванню з іноземними діячами науки на міжнародних симпозиумах і конгресах Григорій Назарович був широко відомий не тільки в Україні, а й за

кордоном. У наукових відрядженнях він побував у багатьох країнах світу – Болгарії, Угорщини, Польщі, Чехословаччини, Югославії, Австрії, Англії, Канаді, ФРН, Франції, Росії, США, Японії та ін. Заслуги видатного геолога-нафтовика України, академіка Г.Н. Доленка були відзначені високими державними нагородами та грамотою Президії Верховної Ради УРСР.

Стаття надійшла
06.02.2017

УДК (55:528.8):061.6(477)

ДО 25-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ ЗАСНУВАННЯ ДЕРЖАВНОЇ УСТАНОВИ «НАУКОВИЙ ЦЕНТР АЕРОКОСМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗЕМЛІ ІНСТИТУТУ ГЕОЛОГІЧНИХ НАУК НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ»



**В.І. Лялько, М.О. Попов, О.Д. Федоровський,
В.Є. Філіпович, С.М. Єсипович, О.В. Седлерова**

ДУ «Науковий Центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України» (ЦАКДЗ, або Центр) як самостійну юридичну установу було створено в 1992 р. (Постанова Президії АН України від 20.05.1992 р., № 150) на базі відділу тепломасопереносу в земній корі Інституту геологічних наук НАН України та Київського науково-дослідного інституту космоаерометодів колишнього Міністерства нафтової і газової промисловості СРСР та АН СРСР.



Упродовж майже 25 років директором ЦАКДЗ незмінно був один з його засновників, академік НАН України, доктор геолого-мінералогічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України Вадим Іванович Лялько. Сьогодні В.І. Лялько є Почесним директором Центру.

У грудні 2016 р. директором Центру обрано доктора технічних наук, професора, заслуженого діяча науки і техніки М.О. Попова. Учений секретар – кандидат геологічних наук О.В. Седлерова.

Організаційно ЦАКДЗ складається з п'яти відділів:

1. Енергомасообміну у геосистемах (завідуючий відділом – академік НАН України В.І. Лялько).
2. Геоінформаційних технологій у дистанційному зондуванні Землі (ДЗЗ) (завідуючий відділом – доктор технічних наук М.О. Попов).
3. Аерокосмічних досліджень у геології (завідуючий відділом – доктор геологічних наук С.М. Єсипович).

4. Системного аналізу (завідуючий відділом – член-кореспондент НАН України О.Д. Федоровський).
5. Аерокосмічних досліджень в геоекології (завідуючий відділом – кандидат геологічних наук В.Є. Філіпович).

У складі Центру працює понад 80 співробітників, з них дві третини – науковці, серед яких академік НАН України, член-кореспондент НАН України, вісім докторів наук, 22 кандидати (геологічних, географічних, фізико-математичних, технічних і біологічних наук), навчається шість аспірантів.

У Центрі розвивається наукова школа «Енергомасообміну в геосистемах». Досліджуються процеси енергомасообміну в геосистемах та їх вплив на фізико-хімічні та біологічні механізми, які відповідають за формування спектрального відгуку природних об'єктів. Дослідження мають фундаментальний та водночас прикладний характер. Сформовані і плідно працюють наукові групи системного аналізу і геоінформаційних технологій в ДЗЗ.

© В.І. Лялько, М.О. Попов, О.Д. Федоровський, В.Є. Філіпович, С.М. Єсипович, О.В. Седлерова, 2017

Головне завдання Центру – проведення фундаментальних та прикладних наукових досліджень Землі дистанційними методами з метою одержання нових наукових знань і практичного впровадження цих знань в інтересах інноваційного розвитку країни та задоволення економічних, соціальних та оборонних потреб.

Основні наукові напрями та завдання Центру такі:

- удосконалення теоретико-методичних основ аерокосмічного моніторингу довкілля, створення і дослідження фізико-математичних моделей генерування, відбиття та розсіювання електромагнітного випромінювання земними утвореннями (рослинність, ґрунт, вода) та антропогенними об'єктами;

- розроблення методів і технологій аерокосмічного моніторингу екологічного стану природного середовища, дистанційного вирішення природоресурсних завдань, а також завдань подвійного призначення, спостереження за глобальними змінами у геосфері (пошуки корисних копалин, кліматичні зміни, стан та зміни лісів, опустелювання тощо);

- розроблення методів і технологій аерокосмічного агромоніторингу з оцінюванням стану сільськогосподарських культур та прогнозуванням урожайності, дистанційного спостереження за поновлюваними природними ресурсами (ґрунти, ліси, водойми);

- обґрунтування вимог до технічних засобів ДЗЗ, розроблення методів калібрування бортових сенсорів і валідації супутникових даних і технологій;

- створення вітчизняної нормативно-понятійної бази ДЗЗ з гармонізацією її до відповідних міжнародних норм і стандартів;

- міжнародна кооперація досліджень з ДЗЗ з метою залучення передового зарубіжного досвіду, апаратури і технологій для потреб економіки та охорони навколишнього середовища в Україні.

Основні завдання наукових досліджень Центру:

1. Оцінювання та менеджмент природних ресурсів:

- деталізація геологічної структури територій (вивчення активних екзогенних процесів, виявлення та локалізація активних розломних зон, похованих плікативних структур тощо);

- оцінювання територій і шельфової зони з метою пошуку родовищ нафти та газу;

- оцінювання екологічного стану та космічний моніторинг територій видобування корисних копалин (бурштину, ільменіту, вуглеводнів та ін.);

- визначення вологості ґрунтів та рівня ґрунтових вод, пошук підземних водних резервуарів;

- оцінювання стану та картування лісових угідь;

- розроблення дистанційної основи та складання на її підґрунті тематичних карт за Державною програмою „ГДП-200”.

2. Екологічний моніторинг навколишнього середовища:

- оцінювання та прогнозування кліматичних змін і парникового ефекту на підставі даних ДЗЗ та полігонних досліджень;

- оцінювання морських акваторій і внутрішніх водоймищ – швидке виявлення розливів нафти і нафтопродуктів на водній поверхні, аналіз еколого-санітарного стану та якості води у водоймищах, виявлення промислових забруднень, контроль розподілу суспендованих речовин, зелених водоростей та ін.;

- оперативний моніторинг паводків, підтоплень, заболочування, пожеж на торфовищах, лісових пожеж та інших природних катаклізмів;

- оцінювання територій, забруднених важкими металами, радіонуклідами, пестицидами та іншими токсичними речовинами;

- вивчення міських агломерацій – динаміка розвитку і забудови міста, антропогенний вплив промисловості на довкілля, оцінювання розвитку “теплових островів” та їх вплив на якість життя.

3. Застосування даних ДЗЗ у сільському господарстві:

- інвентаризація посівів;

- оцінювання стану сільськогосподарських угідь – фенологічні спостереження, забезпеченість посівів добривом, вологою, визначення біомаси та продуктивності;

- прогнозування врожаю;

- аналіз параметрів стану ґрунтів.

4. Обґрунтування складу і характеристик бортових засобів ДЗЗ, оцінювання ефективності ДЗЗ-технологій на основі методів системного аналізу:

- обґрунтування складу бортового навантаження супутників ДЗЗ;
- оцінювання ефективності бортових видо-вих технічних засобів ДЗЗ;
- розроблення методів калібрування бортових сенсорів і валідації супутникових даних і технологій;
- системний аналіз ефективності функціонування системи ДЗЗ (з урахуванням космічних апаратів і наземної інфраструктури).

5. Розроблення алгоритмів і програмного забезпечення для створення технологій подвійного використання.

У Центрі розроблені нові ефективні космічні методи й технології для вирішення ряду актуальних для України завдань раціонального природокористування, зокрема для:

- пошуків нафтогазових покладів на суходолі та шельфі, що дозволило майже вдвічі підвищити результативність відповідних робіт. Цю технологію практично апробовано не лише в Україні, але й у Російській Федерації, Туркменістані та Об'єднаних Арабських Еміратах;
- оцінювання стану та врожайності агрокультур;
- аналізу екологічного стану територій і акваторій у режимі моніторингу;
- космічного моніторингу тепловтрат на урбанізованих територіях;
- космічного моніторингу (аудиту) балансу парникових газів.

Відділ енергомасообміну в геосистемах.

Завідувач відділу – академік НАН України В.І. Лялько. До 1992 р. відділ був підрозділом Інституту геологічних наук НАН України і мав назву «Відділ тепломасопереносу в земній корі». Його було створено з метою проведення науково-дослідних робіт з вивчення енергомасообміну в геосистемах на основі комп'ютерного моделювання сучасних супутникових технологій; формування і реалізації єдиної наукової та науково-технічної політики Центру; вирішення актуальних наукових проблем; підвищення його наукового потенціалу. У відділі виконано значний обсяг теоретико-методичних і практичних досліджень: створено моделі процесів формування ресурсів та гідрогеологічних умов охорони підземних вод; розроблено методи розрахунку тепло- і масопереносу в земній корі; обґрунтовано доцільність захоронення

токсичних промислових стоків у надра; розроблено критерії геотермічних пошуків корисних копалин, у тому числі підземних вод та вуглеводневої сировини; узагальнено теоретико-методичні засади застосування матеріалів космічного знімання для вирішення актуальних завдань раціонального природокористування, наприклад: пошуків нафтогазових покладів на шельфі, оцінювання фітосанітарного стану та пожежонебезпечності лісів, прогнозування стану й урожайності зернових культур та екологічної ситуації в екосистемах. Розроблено та застосовано нові ефективні методи й технології синергетичної інтерпретації матеріалів сучасних аерокосмічних гіперспектральних знімачів. Уперше на основі матеріалів багатоспектральних космічних знімачів експериментально визначено основні балансові складники формування парникового ефекту в межах території України з метою виявлення кількісних показників для обґрунтування виділених нашої державі квот парникових газів відповідно до Кіотського протоколу. Передбачено довготермінові сценарії кліматичних та екологічних змін на регіональному і локальному рівнях. Визначено стратегії адаптації, зокрема у зв'язку з прогнозованою ескалацією природних катастроф.

Грунтуючись на вказаних теоретико-методичних дослідженнях, відділ впровадив багато результатів у вигляді укладених договорів на виконання певних робіт із низкою виробничих організацій, Міністерством екології та природних ресурсів України, Державною службою України з надзвичайних ситуацій, НАК «Нафтогаз України», з державними адміністраціями Києва, Херсона тощо.

Відділ геоінформаційних технологій у дистанційному зондуванні Землі. Завідувач відділу – доктор технічних наук М.О. Попов. Відділ створено у 2004 р. з метою інформаційно-методичного та алгоритмічного забезпечення робіт із ДЗЗ.

Основні напрями досліджень – інформаційно-методичне та алгоритмічне забезпечення робіт із ДЗЗ, а саме: методичне й алгоритмічне забезпечення інтерпретації аерокосмічних зображень; обґрунтування вимог щодо обліку перспективних бортових комплексів ДЗЗ; розроблення методів оцінювання якості та

інформаційних властивостей цифрових багатогіперспектральних аерокосмічних зображень; опрацювання методології тестування супутникових технологій на основі геоінформаційних технологій і польових полігонних вимірювань; створення вітчизняної понятійно-нормативної бази у галузі ДЗЗ, її вдосконалення і гармонізація з відповідними міжнародними стандартами та нормами.

Учені відділу розробляють теоретико-методичні основи оброблення та аналізу багатогіперспектральних аерокосмічних зображень для вирішення різноманітних тематичних завдань ДЗЗ, нові ефективні алгоритми автоматизованої інтерпретації аерокосмічних зображень.

Результати проведених досліджень впроваджуються при вирішенні задач реальної економіки та оборонної тематики.

Відділ аерокосмічних досліджень у геології. Завідувач відділу – доктор геологічних наук С.М. Єсіпович. Підрозділ сформовано на базі колишнього Київського відділу Інституту геології і розвідки горючих копалин Міністерства нафтової і газової промисловості СРСР (1976 р.). На початку 1992 р. він трансформувався в Інститут космоаерометодів, який у травні 1992 р. увійшов до складу ЦАКДЗ. Науковий напрям відділу – розроблення методологій вирішення геологічних завдань на базі широкого використання матеріалів аерокосмічних зйомок у комплексі з геолого-геофізичними, геохімічними та іншими даними.

За допомогою матеріалів космічного знімання створено нові технології пошуку покладів вуглеводнів на суходолі та шельфі; апробовано супутникову технологію прогнозування покладів нафти і газу в межах Дніпровсько-Донецької западини, а на окремих її нафтогазопшукових площах оцінено перспективи нафтогазоносності. Результати апробації демонструють високу достовірність цієї технології і відкривають перспективи для прогнозування нових родовищ вуглеводнів, що дозволить значною мірою вирішити паливно-енергетичну проблему України, використовуючи власну сировинну базу. Застосування зазначеної технології дає змогу підвищити геологічну й економічну ефективність геологорозвідувальних робіт щодо виявлення покладів нафти і газу, збільшити

обсяг приросту запасів вуглеводневої сировини на фоні зниження фінансових витрат. За допомогою дистанційних методів розроблено методику аналізу нафтогазового потенціалу шельфу Чорного моря; здійснено рейтингове оцінювання нафтогазоперспективних об'єктів на шельфі, визначено структурно-геоморфологічні та геолого-геофізичні критерії для північно-західного шельфу Чорного та акваторії Азовського морів. Створено модернізований комплекс методів прогнозування нафтогазоперспективних об'єктів Дніпровсько-Донецької западини, який включає регіональний, зональний і детальний рівні, кореляцію поверхневих і глибинних аномалій.

Відділ системного аналізу. Завідувач відділу – член-кореспондент НАН України О.Д. Федоровський. Підрозділ створено у 2002 р. з метою проведення науково-дослідних робіт у напрямі наукового обґрунтування і впровадження методів системного аналізу для вирішення геоекологічних і природоресурсних завдань на основі аерокосмічної інформації ДЗЗ.

Основні напрями досліджень – виконання науково-дослідних робіт, передбачених державними і відомчими замовленнями; фундаментальних, пошукових та прикладних науково-дослідних робіт за такими спрямуваннями: розроблення наукових основ системного моделювання процесу одержання інформації космічними системами ДЗЗ, визначення їхньої оптимальної структури, параметрів та ефективності використання; опрацювання системної методології розвитку та підвищення ефективності космічного геомоніторингу для вирішення ресурсних і екологічних завдань природокористування.

У відділі створено наукові основи для моделювання процесу одержання інформації космічними системами ДЗЗ, визначено їхню оптимальну структуру, параметри та ефективність використання. Сформовано системну методологію розвитку та підвищення ефективності аерокосмічного геомоніторингу для вирішення проблем природокористування в процесі збільшення обсягу виконуваних тематичних завдань (зростання ризику надзвичайних ситуацій, розширення пошуку корисних копалин, аграрний комплекс, сталий розвиток міських агломерацій,

якість води та водопостачання, екологічний стан довкілля, оборонний комплекс) та вдосконалення аерокосмічних систем ДЗЗ.

Відділ аерокосмічних досліджень у геоекології. Завідувач відділу – кандидат геологічних наук В.Є. Філіпович. Підрозділ було засновано у 1992 р. з метою організації і проведення науково-дослідних робіт у напрямі розроблення теорії та методів використання матеріалів багатоспектрального аеро- і космічного знімання для вирішення геоекологічних проблем. Основними завданнями та функціями відділу є створення нових методів і технологій комп'ютерного оброблення та інтерпретації аерокосмічних зображень для вирішення природоохоронних геоекологічних проблем, розроблення методології екологічного моніторингу в умовах сучасної трансформації урбанізованих територій на основі новітніх супутникових технологій ДЗЗ.

У відділі опрацьовано методичні принципи і технології використання матеріалів дистанційної інформації під час виконання геолого-знімальних робіт в Україні; запропоновано, на основі використання космічних даних, модернізацію методики оцінки шкоди, нанесеної державі внаслідок нелегального видобування бурштину. На основі дистанційних даних побудовано просторово-часові моделі підтоплення територій ґрунтовими водами в умовах міських агломерацій; за допомогою наземного спектрометрування та використання матеріалів ДЗЗ розроблено методичні прийоми виявлення техногенного забруднення урбанізованих територій важкими металами, а також джерел забруднень водного середовища. Створено методичні основи оцінювання геоекологічного стану промислових центрів (для Нікополя, Борислава, Києва, Кривого Рогу, Запоріжжя, Херсону, Миколаєва, Маріуполя). На основі розробленої геоінформаційної системи (ГІС), використання космічної інформації, аналізу цифрових моделей рельєфу та геолого-геоморфологічних даних дано обґрунтування прогнозу розвитку зсувонебезпечних процесів на окремих ділянках Придніпровської зсувної зони м. Київ. Розроблено методику аналізу теплового поля урбанізованих територій за даними космічної зйомки та наземних термометричних досліджень (на прикладі м. Київ).

Розроблено методичні основи застосування космічних даних у тепловому діапазоні для оцінки і прогнозування реакції міського середовища на зміни клімату. Створено просторово-часові ряди теплового поля м. Київ, що дозволяє у моніторинговому режимі аналізувати динаміку теплового навантаження на місто, визначати ділянки з підвищеним тепловим забрудненням, проводити районування території міста за ступенем комфортності проживання населення, та дано рекомендації щодо прийняття управлінських рішень з метою поліпшення містобудівного планування. Розроблено методичні основи застосування космічних і наземних даних у тепловому діапазоні для оцінки тепловтрат у місті по лінії „місто-район-окремих будинок”. Результати проведених робіт стосовно Києва використовують природоохоронні та комунальні структури Київської міської держадміністрації. Розробки відділу з використання дистанційних даних для геології та геоекології впродовж останніх 15 років регулярно впроваджуються у підприємства Державної геологічної служби України.

НАН України та Державне космічне агентство України (ДКАУ) визначили ЦАКДЗ головною організацією з науково-методичного керівництва дослідженнями з ДЗЗ, які виконуються установами НАН України. На базі Центру працюють наукова рада НАН України з проблеми “Вивчення природних ресурсів дистанційними методами” та спеціалізована рада із захисту докторських і кандидатських дисертацій у галузі технічних та геологічних наук за спеціальністю «Дистанційні аерокосмічні дослідження». ЦАКДЗ – перша в Україні наукова організація, яка свого часу була прийнята до Європейської асоціації лабораторій дистанційного зондування (EARSel). Центр плідно співпрацює з Європейським космічним агентством (ESA), а також із космічними агентствами й установами США, Німеччини, Франції, Японії, Угорщини, Польщі, Білорусі, зокрема в межах програм GEOSS-GMES та ін.

У науковому доробку Центру – атласи «Україна з Космосу» та «Космос – Україні», комп'ютерно дешифровані космознімки українсько-російського космічного апарата «Океан-О», українського супутника «Січ-1»; підготовлено аналогічні матеріали знімків супутника «Січ-2», в яких показано можливість їх вико-

ристання для вирішення актуальних для України природоресурсних і природоохоронних завдань.

Разом із Міжнародним інститутом прикладного системного аналізу (IIASA) та Міжнародною програмою «Партнерські ініціативи в галузі наук про Землю з вивчення Північної Євразії» (NEESPI) у 2010 та 2012 рр. опубліковано російсько-англомовний варіанти монографії «Зміни земних систем у Східній Європі», передмову до яких написав президент НАН України академік НАН України Б.Є. Патон.

Центр неодноразово посідав перші місця у Відділенні наук про Землю НАН України за кількістю одержаних патентів.

Упровадження розроблених у ЦАКДЗ новітніх супутникових технологій дозволило провести оцінку врожайності на полях Новобузького, Миколаївського та Новоодеського районів Миколаївської області під врожай 2012 р.; Фастівського району Київської області під урожай 2013 та 2014 рр.; південно-східних районів Київської області під урожай 2015 та 2016 рр. Матеріали передані ДУ «Держгрунтоохорона» та ТОВ «Баришівська зернова компанія».

На основі розроблених технологій космічного геомоніторингу створено комплект цифрових карт (ГІС-технологія) порушених територій Олевського району Житомирської області в результаті нелегального видобування бурштину. Передані матеріали будуть використані Центром екологічної освіти та інформації для проєкту ПРООН/ГЕФ «Рекультивация земель, порушених внаслідок незаконного видобування корисних копалин на цінних природних територіях» для моніторингу екологічного стану та рекультивации земель, що зазнали знищення ґрунтово-рослинного шару внаслідок нелегального видобування бурштину.

Казенному підприємству спеціального приладобудування «Арсенал» передано робоче програмне забезпечення для субпіксельної обробки зображень, що отримуються матричною знімальною камерою космічної системи «Січ» (2013 р.), та спеціалізований програмний модуль субпіксельної обробки кадрів поверхні Землі, які формуються сканером дальнього інфрачервоного діапазону (СДІЧ) у 2016 р., який буде використано для розробки програмного забезпечення для наземної обробки супутникових

зображень, що формуються бортовою знімальною апаратурою перспективної супутникової системи ДЗЗ «Січ-2М».

До Департаменту житлово-комунальної інфраструктури Київської міської державної адміністрації (КМДА) передано базову ГІС для супутникового моніторингу при контролі розвитку зсувонебезпечних процесів на Правобережжі м. Київ. За матеріалами космічних зйомок проведено моніторингові дослідження розвитку зсувів упродовж останнього десятиріччя (2005-2015 рр.). Результати досліджень можуть бути використані при плануванні протизсувних заходів у м. Київ, наповненні муніципальної ГІС, коректуванні містобудівного планування та екологічної політики Київської Держадміністрації.

Результати дослідницької діяльності Центру високо поціновані в Україні. Вченим Центру присуджено Державні премії України в галузі науки і техніки:

- у 2004 р. – В.І. Ляльку (як співавторові) за цикл робіт під назвою «Наукові основи формування ресурсів підземних вод як джерела якісного водопостачання та раціонального господарського водокористування»;

- у 2005 р. – О.Д. Федоровському, М.О. Попову та О.І. Сахацькому (як співавторам) за цикл робіт під назвою «Розв'язання проблем раціонального природокористування методами аерокосмічного зондування Землі та моделювання геодинамічних процесів»;

- у 2011 р. – С.А. Станкевичу (як співавтору) за цикл наукових праць, присвячених технології дешифрування космоснімків.

Академік НАН України В.І. Лялько, членкореспондент НАН України О.Д. Федоровський і професор М.О. Попов відзначені почесним званням «Заслужений діяч науки і техніки України».

Перспективи розвитку наукових досліджень Центру пов'язані зі створенням єдиної теорії ДЗЗ, в основу якої мають бути покладені сучасні уявлення наук про Землю, теорія енергомасообміну в геосистемах, досягнення в теорії систем; удосконалення моделей фізичних процесів, що відбуваються на суходолі та шельфі, у контексті досліджень нафтогазоперспективності територій; розроблення теоретико-методичних підходів, моделей, алгоритмів, демонстраційного програмного забезпечення

та пілотних технологій комплексного геоінформаційного аналізу матеріалів аерокосмічних спостережень Землі і наземних даних, а також наукові рекомендації щодо впровадження цих розробок у практику; створення системи глобального та регіонального космічного екологічного моніторингу, зокрема моніторингу екологічного стану урбанізованих територій, аудиторського моніторингу балансу парникових газів для надійного обґрунтування та уточнення їхніх квот для різних країн та оцінювання потенційних можливостей продажу квот, зокрема Україною.

Результати досліджень Центру за 25-річний період його роботи відображені майже в 800 публікаціях у вітчизняних і зарубіжних виданнях, насамперед у 17 монографіях. Найбільш значущі з них такі: «Аэрокосмические методы в геоэкологии», «Космос – Україні: Атлас дешифрованих знімків території України з КА «Океан» та інших космічних апаратів», «Информатизация аерокосмічного землезнавства», «Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування», «Изменения земных систем в Восточной Европе», «Earth Systems Change over Eastern Europe», «Спутниковые методы поиска полезных ископаемых», «Парниковий ефект і зміни клімату в Україні: оцінки та наслідки», навчальний посібник «Аерокосмічні знімальні системи» та науково-методичний посібник «Аерокосмічні дослідження геологічного середовища».

Публікації

1. *Космическая информация в геологии* / под ред. В. Г. Трифонова и др. – М.: Наука, 1983. – 536 с.

2. *Аэрокосмические методы в геоэкологии* / В.И. Лялька, Л.Д. Вульфсон, В.Ю. Жарый. – Киев: Наук. думка, 1992. – 206 с.

3. *Україна з космосу* (Атлас дешифрованих знімків території України з космічних апаратів): 2-ге вид. / за ред. В.І. Лялька, О.Д. Федоровського. – К., 1999. – 34 с.

4. *Космос – Україні* (Атлас дешифрованих знімків території України з КА «Океан» та інших космічних апаратів) / за ред. В.І. Лялька, О.Д. Федоровського. – К., 2001. – 106 с.

5. *Нові методи в аерокосмічному землезнавстві* / за ред. В.І. Лялька. – К.: 1999. – 262 с.

Робота Центру п'ять разів розглядалась на засіданнях Президії НАН України, кожного разу одержано високі оцінки.

Нині Науковий Центр аерокосмічних досліджень Землі динамічно розвивається, вирішує актуальні наукові та прикладні проблеми, сприяючи тому, щоб наукові здобутки його співробітників посіли належне місце у вітчизняній та світовій науці та зробили гідний внесок у вирішення актуальних для України задач реальної економіки та оборони.

Концептуально стратегія розвитку досліджень в ЦАКДЗ ІГН НАН України в перспективі до 2020 р. полягатиме в реалізації (з урахуванням науково-прикладної спеціалізації установи) основних положень розвитку світового суспільства, визначених рішеннями ООН зі сталого безконфліктного розвитку людства шляхом забезпечення його перш за все трьома необхідними складовими життєдіяльності, а саме – продовольством, питною водою та енергоресурсами.

У вирішенні цієї планетарної проблеми суттєву роль відіграватиме розробка сучасних методів та технологій використання матеріалів гіперспектральних прицельних аерокосмічних зйомок та комп'ютерного моделювання процесів енергомасообміну в геосферах Землі з метою розробки рекомендацій для вибору сценаріїв раціонального природокористування в умовах збалансованого соціо-економічного розвитку різних країн при відповідних взаємних гарантіях оборонного характеру та міжнародної безпеки.

6. *Информатизация аерокосмічного землезнавства* / ред. С.О. Довгий, В.І. Лялька. – К.: Наук. думка, 2001. – 606 с.

7. *Словник із дистанційного зондування Землі* / за ред. В.І. Лялька, М.О. Попова. – К.: СМІ «АВЕРС», 2004. – 170 с.

8. *Державний стандарт України ДСТУ 4220-2003 «Дистанційне зондування Землі з космосу. Терміни та визначення понять»*. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 18 с.

9. *Державний стандарт України ДСТУ 4758: 2007 «Дистанційне зондування Землі з космосу. Оброблення даних. Терміни та визначення понять»*. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 12 с.

10. *Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування* /

за ред. В.І. Лялька, М.О. Попова. – К.: Наук. думка, 2006. – 358 с.

11. *Аерокосмічні знімальні системи*. Навчальний посібник / Х.В. Бурштинська, С.А. Станкевич. – Львів: «Львівська політехніка», 2010. – 292 с.

12. *Изменения земных систем в Восточной Европе* / ред. В.И. Лялько. – Киев: ПП «Фолиант». 2010. – 581 с., за участю провідних фахівців ключових дослідницьких установ України, країн Європи (Міжнародний інститут прикладного системного аналізу — ПАСА), а також США (Міжнародна програма з вивчення північної Євразії — NEESPI).

13. *Аерокосмічні дослідження геологічного середовища*. Науково-методичний посібник / А.Г. Мишак, В.Є. Філіпович, В.Л. Приходько та ін.; Міністерство охорони навколишнього природного

середовища України, Державна геологічна служба. – К., 2010. — 246 с.

14. *Earth Systems Change over Eastern Europe* / P. Groisman, V. Lyalko (Eds). — К.: Akadempriodyka, 2012. – 488 p.

15. *Спутниковые методы поиска полезных ископаемых* / под ред. акад. НАН Украины В.И. Лялько и д-ра техн. наук М.А. Попова. – К.: Карбон-Лтд, 2012. – 436 с.

16. *Инфраструктура спутниковых геоинформационных ресурсов и их интеграция*: Сб. науч. ст. / под ред. д-ра техн. наук М.А. Попова и д-ра техн. наук Е.Б. Кудашева. – К.: ООО Карбон-Сервис, 2013. – 192 с.

17. *Парниковий ефект і зміни клімату в Україні: оцінки та наслідки* / за ред. Лялька В.І. – К.: Наук. думка, 2015. – 283 с.

ДУ «Науковий Центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України», Київ

Стаття надійшла
05.12.2016

**ПАМ'ЯТІ
АНДРІЯ ЮРІЙОВИЧА МОІСЕЄВА**

27 листопада 2015 р. пішов з життя старший науковий співробітник відділу гідрогеологічних проблем Інституту геологічних наук (ІГН) НАН України, кандидат біологічних наук

Андрій Юрійович МОІСЕЄВ



А.Ю. Моїсеєв народився 19 квітня 1965 р. у Києві. В 1988 р. закінчив інженерно-фізичний факультет Київського політехнічного інституту. Працював у Фізико-технологічному інституті металів та сплавів НАН України, Інституті експериментальної патології, онкології та радіобіології ім. Р.Є. Кавецького (ІЕПОР), де захистив дисертацію та отримав ступінь кандидата біологічних наук. З 2009 р. став до роботи у відділі гідрогеологічних проблем ІГН НАН України, де у 2015 р. здобув звання старшого наукового співробітника.

Наукова діяльність А.Ю. Моїсеєва вдало поєднувала в собі його фахову фізичну освіту, досвід проведення біологічних експериментів, набутий в ІЕПОР, та бажання всебічного дослідження особливостей складу та біологічної дії лікувальних мінеральних вод попередньо на організм піддослідних тварин, а в подальшому – на організм людини.

У відділі гідрогеологічних проблем ІГН НАН України сформувався коло наукових інтересів А.Ю. Моїсеєва:

- вивчення особливостей макро- та мікрокомпонентного складу мінеральних вод, умов їх формування, структури, пошук нових їх проявів, насамперед у Карпатському регіоні України;
- прогнозування нових лікувальних властивостей та розширення області застосування мінеральних вод;
- вивчення радіопротекторної та радіомодифікуючої дії природних мінеральних вод, можливостей їх широкого застосування для оздоровлення населення, що мешкає на забруднених територіях;

• розробка наукових засад раціонального використання родовищ мінеральних вод, оцінка їх екологічного стану;

• визначення критеріїв фізіологічної повноцінності природних питних вод.

За участю А.Ю. Моїсеєва були отримані пріоритетні дані про нові прояви та хімічний склад мінеральних вод Закарпатського, Прикарпатського та Волино-Подільського регіонів України, вивчені нові типи вод – селеністі, літєві, поліметальні. Встановлені особливості біологічної дії мінеральних вод різних класів, відкриті нові бальнеологічні властивості ряду відомих лікувальних мінеральних вод – залізистих, з підвищеним вмістом органічної речовини тощо. Розроблені рекомендації щодо нормування вмісту мікроелементів в кондиційних мінеральних водах, проведені роботи з оцінки попадання мікроелементів у організм з водним раціоном, розроблена технологія розливу мінеральних вод типу «Нафтуса».

А.Ю. Моїсеєв є автором понад 50 наукових праць, серед яких дві монографії та три патенти на винахід.

Підготовлена ним дисертація на здобуття ступеня доктора геологічних наук готується до друку як монографія за редакцією В.М. Шестопалова та Н.П. Моїсеєвої під назвою «Особливості хімічного складу та перспективи бальнеологічного використання природних підземних мінеральних вод західних регіонів України».

Андрій Юрійович завжди підходив до роботи системно. Працюючи над проблемою мінеральних вод, він вивчав не тільки вітчизняний, але і повною мірою світовий досвід подібних досліджень та привносив свій «біологічний» досвід

у вивчення впливу мінеральних вод на організм людини. Йому була притаманна логічність та чіткість викладення матеріалу, всебічна обробка та точність експериментальних даних. Як вчений секретар редакційної колегії шостого тому Вибраних наукових праць академіка В.І. Вернадського «Історія природних вод», А.Ю. Моїсєєв не тільки

сприяв виходу в світ цієї фундаментальної монографії, але і вніс до неї свої сучасні коментарі.

Андрій Юрійович Моїсєєв був неординарною, обдарованою, високоінтелектуальною, приязною та душевною людиною, завжди готовою допомогти колегам. Таким він і залишиться назавжди у серцях тих, хто знав і працював разом із ним.

Редколегія «Геологічного журналу»

ПАМ'ЯТІ ВОЛОДИМИРА ГРИГОРОВИЧА ПРОКОПЕНКА

З глибоким сумом сповіщаємо, що 26 грудня 2016 р. на 78-му році життя перестало битися серце Володимира Григоровича ПРОКОПЕНКА, нашого колеги, кандидата технічних наук, заступника директора з науково-технічної роботи Державної установи “Науковий Центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України”.



Володимир Григорович народився 1 серпня 1939 р. у м. Бешенковичі Бешенковицького району Вітебської області в сім'ї робітника. Пізніше родина переїхала в Україну. В 1957 р. він закінчив середню школу в Іванкові Київської області. Після року роботи секретарем-бібліотекарем в Сукачівській семирічній школі Іванківського району у серпні 1958-го був призваний до лав Радянської армії. Строкову військову службу проходив у Групі Радянських військ у Німеччині, спочатку на посаді рядового, а закінчив її у липні 1961-го року сержантом.

У цьому ж році В. Г. Прокопенко вступив на механіко-технологічний факультет Київського політехнічного інституту, який успішно закінчив у 1966-му році за спеціальністю “Фізика металів”. Був направлений на роботу в Інститут металофізики Академії наук УРСР, де спочатку працював інженером, а потім – молодшим науковим співробітником. Активно і плідно опановував науку, підготував і захистив кандидатську дисертацію.

У вересні 1977 р. Володимир Григорович був запрошений на роботу до апарату Президії АН УРСР науковим співробітником-консультантом. На цій посаді багато зробив для упорядку-

вання та покращання науково-організаційної роботи в установах Академії.

З лютого 1988 р. був переведений на посаду заступника директора Дослідного підприємства Інституту геологічних наук (ІГН) АН УРСР, а з вересня 1992 р. став заступником директора ІГН НАН України з виробництва.

З лютого 1995 р. Володимир Григорович – заступник директора Державної установи “Науковий Центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України”. Сфера його відповідальності – загальні питання, науково-технічна робота. Саме тут розкрились організаційні якості цієї талановитої людини, вміння підбирати людей, вчити їх разом плідно і результативно працювати.

Володимир Григорович був яскравою особистістю, людиною, яка завжди працювала на результат і вмiла його досягати. Йому були притаманні виняткова порядність і відповідальність.

В. Г. Прокопенко дуже любив і цінував життя в усіх його проявах, був добрим сім'янином, чудовим батьком, дідом і прадідом, намагався зробити і робив все можливе для своїх близьких.

Світлий образ цієї людини назавжди залишиться у серцях його колег і друзів

Колектив співробітників Державної установи “Науковий Центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України”

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:pbov.gov.ua/node/869](http://www.pbov.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). Рисунків – 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 **СІ**.

Список літератури / References складається в алфавітному порядку. Під одним пунктом літератури подається описання джерела спочатку мовою оригіналу (відповідно до ДСТУ ГОСТ 7.1: 2006 «Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складення»), 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 посилення 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.