

Міністэрства прыродных рэсурсаў і аховы навакольнага асяроддзя Рэспублікі Беларусь

Рэспубліканскае ўнітарнае прадпрыемства «Навукова-вытворчы цэнтр па геалогіі»

ЛІТАСФЕРА

2 (61)

Часопіс уваходзіць у Пералік навуковых выданняў Рэспублікі Беларусь для апублікавання вынікаў дысертацыйных даследаванняў і ўключаны ў базу даных Расійскага індэкса навуковага цытавання (РІНЦ)

РЕДАКЦИОННАЯ КАЛЕГИЯ

А. А. Махнач (галоўны рэдактар), М. П. Аношка (намеснік галоўнага рэдактара),
С. У. Дзямідава (намеснік галоўнага рэдактара), Г. М. Бубнава (адказны сакратар),
М. А. Багдасараў, А. М. Галкін, Р. Г. Гарэцкі, Р. Э. Гірын, Я. Г. Грыбкі, В. Г. Жогла, У. І. Зуй,
А. В. Кудзельскі, Я. А. Кухарык, А. В. Мацвееў, А. П. Мох, В. І. Пашкевіч, Г. В. Трацякова,
У. М. Шымановіч, П. А. Сахарук (тэхнічны рэдактар)

МІЖНАРОДНЫ РЕДАКЦЫЙНЫ САВЕТ

А. А. Махнач (старшыня, Беларусь), М. К. Абсаметаў (Казахстан), К. Я. Дзегцяроў (Расія),
С. К. Кузняцоў (Расія), А. Я. Лукін (Украіна), Л. Маркс (Польшча),
Т. Перыт (Польшча), А. У. Пятроў (Расія), С. Шляўпа (Літва)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

А. А. Махнач (главный редактор), С. В. Демидова (заместитель главного редактора),
М. П. Оношко (заместитель главного редактора), А. М. Бубнова (ответственный секретарь),
М. А. Богдасаров, А. Н. Галкин, Р. Г. Гарецкий, Р. Э. Гирин, Я. Г. Грибик, В. Г. Жогло,
В. И. Зуй, А. В. Кудельский, Е. А. Кухарик, А. В. Матвеев, О. П. Мох, В. И. Пашкевич,
А. В. Третьякова, В. М. Шиманович, П. О. Сахарук (технический редактор)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

А. А. Махнач (председатель, Беларусь), М. К. Абсаметов (Казахстан), К. Е. Дегтярёв (Россия),
С. К. Кузнецов (Россия), А. Е. Лукин (Украина), Л. Маркс (Польша), Т. Перит (Польша),
О. В. Петров (Россия), С. Шляупа (Литва)

EDITORIAL BOARD

A. Makhnach (Editor-in-Chief), M. Anoshka (Deputy Editor-in-Chief), S. Dziamidava (Deputy Editor-in-Chief),
A. Bubnova (Executive secretary), M. Bahdasarau, A. Galkin,
R. Garetsky, R. Giryn, Ya. Gribik, A. Kudzelsky, Ya. Kukharyk, A. Matsveeu, A. Mokh,
V. Pashkevich, U. Shymanovich, H. Tratsiakova, V. Zhogla, U. Zui, P. Sakharuk (technical editor)

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

A. Makhnach (Chairman, Belarus), M. Absametov (Kazakhstan), K. Degtyaryov (Russia),
S. Kuznecov (Russia), A. Lukin (Ukraine), L. Marks (Poland), T. Peryt (Poland),
O. Petrov (Russia), S. Shliaupa (Lithuania)

Фота на вокладцы: гарызонт асноўнай марэны дняпроўскай стадыі прыпяцкага зледзянення
з зонай асіміляцыі флювіягляцыяльных адкладаў, парушаны крыягеннымі структурамі.
Кар'ер паблізу в. Юзэфіны, раўніна Загароддзе. Фота А. А. Каліны

© Рэспубліканскае ўнітарнае прадпрыемства
«Навукова-вытворчы цэнтр па геалогіі», 2024

ЗМЕСТ

30 ГАДОЎ ЧАСОПІСУ «ЛІТАСФЕРА»	4
■ ГЕАЛОГІЯ	
Н. С. Пятрова, Н. Ю. Дзянісава, Н. У. Глаз, К. У. Шастакоў ПРАГНОЗНА-МІНЕРАГЕНІЧНАЕ РАЯНАВАННЕ СЯРЭДНЕВЕРХНЕФАМЕНСКАЙ КАЛІЕНОСНАЙ СУБФАРМАЦЫІ Ў МЕЖАХ ТЭРЫТОРЫІ ПРЫПЯЦКАГА ПРАГІНУ	5
У. І. Талсташэў, П. А. Сахарук СТРУКТУРА ПАВЕРХНІ АДКЛАДАЎ ВЕРХНЕВІЗЭЙСКАГА ПАД'ЯРУСА НІЖНЯГА КАРБОНУ ПРЫПЯЦКАГА ПРАГІНУ І СУМЕЖНЫХ ТЭРЫТОРЫІ	20
З. М. Абдузімава, А. Я. Калдыбекаў, Б. Р. Сорыеў, А. Х. Лукмонаў ГЕАДЫНАМІЧНЫЯ І ПАЛЕАГЕАГРАФІЧНЫЯ АБСТАНОЎКІ Ў ПАЛЕАЗОІ НА ТЭРЫТОРЫІ КІТАБСКАГА НАЦЫЯНАЛЬНАГА ПАРКУ (РЭСПУБЛІКА УЗБЕКІСТАН)	32
■ ГЕАФІЗІКА	
А. Ф. Кузьмянкова, Я. І. Маісееў, А. А. Кулікоў, А. В. Беяшоў, Т. В. Васкабойнікава ВУЛКАНІЧНЫЯ ПАБУДОВЫ ПОЗНЯГА ДЭВОНУ ПАЎНОЧНА-УВАРАВІЦКАЙ ПЛОШЧЫ (БЕЛАРУСЬ) У ГЕАФІЗІЧНЫХ ПАЛЯХ	41
А. П. Гусеў ГЕАЭЛЕКТРЫЧНЫЯ МЕТАДЫ ПРЫ ВЫВУЧЭННІ ТЭХНАГЕННАГА ЗАБРУДЖВАННЯ ГЕАЛАГІЧНАГА АСЯРОДДЗЯ ГАРАДОЎ	55
В. М. Сілуянаў, І. Р. Захарыя, А. В. Кандраценка АПЕРАТЫЎНАЯ АЦЭНКА КАЛЕКТАРСКІХ УЛАСЦІВАСЦЯЎ ПАРОД ПА ДАДЗЕННЫХ АКУСТЫЧНАГА КАРАТАЖУ	63
■ ГЕАХІМІЯ	
А. А. Талкачыкава, А. А. Піскун, М. П. Гурыновіч, Е. А. Александровіч МІНЕРАЛАГА-ГЕАХІМІЧНЫЯ АСАБЛІВАСЦІ ПАРОД РУДАПРАЯЎЛЕННЯ «АЗЁРЫ» (КРЫШТАЛІЧНЫ ФУНДАМЕНТ ЗАХАДУ БЕЛАРУСІ)	80
■ КАРЫСНЫЯ ВЫКАПНІ	
К. Ю. Балашоў, К. Г. Лайко, В. І. Пашкевіч, У. П. Самадурэў ГІДРАГЕАЛАГІЧНАЯ ХАРАКТАРЫСТЫКА АБВАДНЕННЫХ ІНТЭРВАЛАЎ РАЗРЭЗУ ГЛІНІСТА-МЕРГЕЛЬНАЙ ТОЎШЧЫ ПОЗНЕДЭВОНСКАГА УЗРОСТУ Ў МЕЖАХ ПРАМПЛЯЦОЎКІ ПЕТРЫКАЎСКАГА РУДАЎПРАЯЎЛЕННЯ ААТ «БЕЛАРУСКАЛІЙ»	95
■ КАРОТКІЯ ПАВЕДАМЛЕННІ	
М. М. Мірхамдамаў, М. М. Пірназараў, С. К. Мухамедаў ГЕАХІМІЯ РУДАПРАЯЎЛЕННЯ ДЖАНГАКЛЫ (МАЛЫГУЗАРСКІЯ ГОРЫ, УЗБЕКІСТАН)	107
■ ЮБІЛЕІ	112
Галіна Уладзіміраўна Зінавенка (да 90-годдзя з дня нараджэння) Анатоль Віктаравіч Кудзельскі (да 90-годдзя з дня нараджэння) Іван Апанасавіч Слабадзянюк (да 90-годдзя з дня нараджэння) Уладзімір Мікалаевіч Макаравіч (да 90-годдзя з дня нараджэння) Марыя Пятроўна Аношка (да 80-годдзя з дня нараджэння) Валерый Мікалаевіч Бескапыльны (да 80-годдзя з дня нараджэння)	122
■ СТРАТЫ НАВУКІ	126
Ядвіга Казіміраўна Яловічава (05.06.1946 – 09.08.2024) Альберт Аляксандравіч Багдасараў (13.05.1935 – 25.08.2024)	126
■ ПАМЯЦІ ВУЧОНАГА	131
Ніна Веньямінаўна Аксентава (да 90-годдзя з дня нараджэння) Глеб Георгіевіч Дамінікоўскі (да 90-годдзя з дня нараджэння) Уладзімір Антонавіч Багіна (да 90-годдзя з дня нараджэння) Віктар Іванавіч Пушкін (да 80-годдзя з дня нараджэння)	131
■ ХРОНІКА	137
■ НАВІНКІ ЛІТАРАТУРЫ	139
■ ПРАВІЛЫ ДЛІА АЎТАРАЎ	139

СОДЕРЖАНИЕ – CONTENT

30 ЛЕТ ЖУРНАЛУ «ЛІТАСФЕРА»	4
■ ГЕОЛОГИЯ – GEOLOGY	
Н. С. Петрова, Н. Ю. Денисова, Н. В. Глаз, К. В. Шестаков ПРОГНОЗНО-МИНЕРАГЕНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ СРЕДНЕВЕРХНЕФАМЕНСКОЙ КАЛИЕНОСНОЙ СУБФОРМАЦИИ В ПРЕДЕЛАХ ТЕРРИТОРИИ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА	5
В. И. Толстошеев, П. О. Сахарук СТРУКТУРА ПОВЕРХНОСТИ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХНЕВИЗЕЙСКОГО ПОДЪЮСА НИЖНЕГО КАРБОНА ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ	20
З. М. Абдулзимова, О. Я. Колдидбеков, Б. Р. Сориюв, О. Х. Лукмонов ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ В ПАЛЕОЗОЕ НА ТЕРРИТОРИИ КИТАБСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА (РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН)	32
■ ГЕОФИЗИКА – GEOPHYSICS	
О. Ф. Кузьменкова, Е. И. Моисеев, А. А. Куликов, А. В. Беляшов, Т. В. Воскобойникова ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ПОСТРОЙКИ ПОЗДНЕГО ДЕВОНА СЕВЕРО-УВАРОВИЧСКОЙ ПЛОЩАДИ (БЕЛАРУСЬ) В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЯХ	41
А. П. Гусев ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ГОРОДОВ	55
В. Н. Силуянов, И. Р. Захария, А. В. Кондратенко ОПЕРАТИВНАЯ ОЦЕНКА КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ ПОРОД ПО ДАННЫМ АКУСТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА	63
■ ГЕОХИМИЯ – GEOSCHEMISTRY	
А. А. Толкачикова, О. А. Пискун, М. П. Гуринович, Е. А. Александрович МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД РУДОПРОЯВЛЕНИЯ «ОЗЕРЫ» (КРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ФУНДАМЕНТ ЗАПАДА БЕЛАРУСИ)	80
■ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ – MINERAL RESOURCES	
К. Ю. Балашов, Е. Г. Лайко, В. И. Пашкевич, В. П. Самодуров ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБВОДНЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ РАЗРЕЗА ГЛИНИСТО-МЕРГЕЛЬНОЙ ТОЛЩИ ПОЗДНЕДЕВОНСКОГО ВОЗРАСТА В ПРЕДЕЛАХ ПРОМПЛОЩАДКИ ПЕТРИКОВСКОГО РУДОУПРАВЛЕНИЯ ОАО «БЕЛАРУСЬКАЛИЙ»	137
■ КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ – RESEARCH BRIEFS	
М. М. Мирхамдамов, М. М. Пирназаров, С. К. Мухаммедов ГЕОХИМИЯ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ ДЖАНГАКЛЫ (МАЛЫГУЗАРСКИЕ ГОРЫ, УЗБЕКИСТАН)	107
■ ЮБИЛЕИ – ANNIVERSARIES	112
Галина Владимировна Зиновенко (к 90-летию со дня рождения) Анатолий Викторович Кудельский (к 90-летию со дня рождения) Иван Афанасьевич Слободянюк (к 90-летию со дня рождения) Владимир Николаевич Макаревич (к 90-летию со дня рождения) Мария Петровна Оношко (к 80-летию со дня рождения) Валерий Николаевич Бескопильный (к 80-летию со дня рождения)	
■ ПОТЕРИ НАУКИ – OBITUARIES	122
Ядвига Казимировна Еловичева (05.06.1946 – 09.08.2024) Альберт Александрович Богдасаров (13.05.1935 – 25.08.2024)	
■ ПАМЯТИ УЧЕНОГО – IN MEMORIAM	126
Нина Вениаминовна Аксаментова (к 90-летию со дня рождения) Глеб Георгиевич Доминиковский (к 90-летию со дня рождения) Владимир Антонович Богоино (к 90-летию со дня рождения) Виктор Иванович Пушкин (к 90-летию со дня рождения)	
■ ХРОНИКА – CHRONICLE	131
■ НОВИНКИ ЛИТЕРАТУРЫ – NEW LITERATURE	137
■ ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ – AUTHOR GUIDELINES	139

30 ЛЕТ ЖУРНАЛУ «ЛІТАСФЕРА»

В ноябре 1994 г. был основан научный журнал «Літасфера», что стало большим событием в геологии Беларуси: в стране появилось периодическое научное геологическое издание. А сейчас вы держите в руках уже шестьдесят первый его выпуск, и за эти 30 лет был пройден большой путь.

Основателем и первым издателем «Літасферы» выступил Институт геологических наук АН Беларуси (№ 1–20, 1994–2004 гг.; после переименования в 2004 г. – Институт геохимии и геофизики НАН Беларуси, № 21–28, 2004–2008 гг.). Впоследствии, в результате реорганизации института и передачи его в ведомство Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, журнал стал издаваться вначале Белорусским научно-исследовательским геологоразведочным институтом (№ 29–38, 2008–2013 гг.), а затем – республиканским унитарным предприятием «Научно-производственный центр по геологии» (начиная с № 39, 2013 г. – по настоящее время).

За время существования в журнале опубликованы 919 научных статей (включая краткие сообщения), которые охватывают широкий спектр геологических наук и посвящены различным вопросам стратиграфии и палеонтологии (163), геотектоники и геодинамики (113), общей и региональной геологии (127), минералогии (92), геохимии (91), геофизики (90), петрологии и вулканологии (67), литологии (50), гидрогеологии (41), геоэкологии (39), инженерной геологии (27), истории и методологии науки (11), минералогии и кристаллографии (4), проблемам образования (2), популяризации науки (2). Помимо научных статей и кратких сообщений, в журнале за 30 лет опубликовано множество материалов, включающих рецензии, хронику важных событий в геологической науке и практике, в т.ч. сведения о конференциях, защищенных диссертациях, памятных датах и др.

Белорусскими авторами написано 789 статей, зарубежными – 60, белорусскими и зарубежными совместно – 70. Авторами статей и коротких сообщений, опубликованных в журнале, стали более 400 белорусских ученых и специалистов. В десятку самых активных из них вошли: Р. Г. Гарецкий (39 статей), А. В. Матвеев (36), Г. И. Каратаев (35), С. А. Кручек (32), Д. П. Плакс (30), В. С. Конищев (28), А. В. Кудельский (26), А. А. Махнач (26), В. А. Кузнецов (25), Р. Е. Айзберг (24). Авторами статей выступили также более 160 представителей 85 организаций из Великобритании, Венесуэлы, Германии, Грузии, Израиля, Ирана, Казахстана, Латвии, Литвы, Нидерландов, Польши, России, США, Узбекистана, Украины, Финляндии, Франции, Швеции. Лидерами по числу публикаций среди зарубежных ученых являются: Б. Г. Покровский, Геологический институт РАН (11 статей); Ю. Л. Войтеховский, Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена (4); А. А. Носова, Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (4); В. П. Палиенко, Институт географии НАН Украины (4); В. З. Кислик, Дортмунд, Германия (3).

Наибольшее количество публикаций (361) подготовлено с участием сотрудников Института геологических наук НАН Беларуси (с 2004 г. – Институт геохимии и геофизики НАН Беларуси). Ученые и специалисты геологических научно-исследовательских и производственных организаций Минприроды Республики Беларусь были авторами 283 статей, в т.ч. на долю авторов из Белорусского научно-исследовательского геологоразведочного института приходится 124 публикации, из Государственного предприятия «НПЦ по геологии» – 121 (из них от филиала «Институт геологии» – 103). Остальные белорусские учреждения и предприятия распределяются по этому показателю следующим образом: Институт природопользования НАН Беларуси – 113; РУП «ПО «Белоруснефть» – 45 (из них БелНИПИнефть – 40); Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины – 39; Белорусский государственный университет – 38; Витебский государственный университет им. П. М. Машерова – 21; Белорусский национальный технический университет – 20; Центр геофизического мониторинга НАН Беларуси – 14; ОАО «Белгорхимпром» – 14; Белорусское государственное научно-исследовательское геологическое предприятие «БелГЕО» – 11; Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина – 8; Институт радиологии МЧС Республики Беларусь – 6; ГП «Белтрансгаз» – 5; Белорусский государственный технологический университет – 4; Государственный педагогический университет им. Максима Танка – 4; Институт истории НАН Беларуси – 3; Научно-производственное республиканское унитарное предприятие «Космоаэрогеология» – 2; Белорусский государственный университет физической культуры – 2. В число белорусских авторов публикаций в журнале вошли также сотрудники НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам, Института технической кибернетики НАН Беларуси, Института тепло- и массообмена НАН Беларуси, Института радиобиологии НАН Беларуси, РНТЦ «Экомир», УП «Геосервис», РУП «БелНИЦ «Экология», Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, Гомельского государственного технического университета им. П. О. Сухого, НИРУП по строительству «Институт БелНИИС», РУП «Управление военного проектирования».

Главными редакторами «Літасферы» были Р. Г. Гарецкий (1994–2008), А. А. Махнач (2008), А. И. Лобов (2009), Н. В. Аксаментова (2009–2010), А. М. Ковхута (2011–2015), С. О. Мамчик (2015), В. Н. Астапенко (заместитель) (2016), О. А. Березко (2016–2018), В. Н. Астапенко (2018–2019), А. А. Махнач (2019 – настоящее время).

Журнал включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований, в базу данных Российского индекса научного цитирования и доступен на платформе eLIBRARY.RU.

Выражаем уверенность, что журнал «Літасфера» и дальше будет площадкой для обсуждения геологических фактов и гипотез, освещения важных событий в деятельности геологов – ученых и производственников Беларуси, инструментом для развития международного сотрудничества.

Искренне поздравляем всех авторов и читателей с юбилейной датой и желаем плодотворной работы на предстоящие годы!

Главный редактор
академик НАН Беларуси
А. А. Махнач

(статистическая обработка материалов выполнена О. В. Мурашко и П. О. Сахарук)

ГЕАЛОГІЯ

УДК 553.63:[549+552](476)

ПРОГНОЗНО-МИНЕРАГЕНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ СРЕДНЕВЕРХНЕФАМЕНСКОЙ КАЛИЕНОСНОЙ СУБФОРМАЦИИ В ПРЕДЕЛАХ ТЕРРИТОРИИ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

Н. С. Петрова, Н. Ю. Денисова, Н. В. Глаз, К. В. Шестаков

Государственное предприятие «НПЦ по геологии»

Филиал «Институт геологии»

ул. Академика Купревича, 7, 220084, Минск, Беларусь

E-mail: belnigri@list.ru, denisov.nat@yandex.by

В статье представлены результаты прогнозно-минерагенических исследований территории Припятского прогиба. Предложена методика прогнозно-минерагенического районирования на калийные соли (масштаб 1:200 000), основанного на структурно-формационном анализе отложений соленосной формации. Оценена калиеносность территории Припятского прогиба, разработаны методологические основы районирования Припятского калиеносного бассейна. Охарактеризованы критерии условий накопления калийных солей, обоснован набор оценочных параметров выделенных таксонов, изложена технологическая схема прогнозно-минерагенического районирования калиеносной субформации Припятского прогиба.

Ключевые слова: прогнозно-минерагеническое районирование, калийные соли, месторождения, перспективные участки, оценочные параметры.

ВВЕДЕНИЕ

Припятский калиеносный бассейн входит в состав Восточно-Европейской соленосной провинции, контролируется Припятским прогибом – палеорифтом деструктивно-дивергентной группы с единым структурно-вещественным комплексом, включающим девонские галогенные формации хлоридного вещественно-генетического типа. Структуры меньших порядков контролируют калиеносные районы, которые в соответствии с тектоническим принципом районирования соотнесены со структурными ареалами [1]. В Припятском прогибе развиты многоярусные залежи калийных солей, связанные со средневерхнефаменной и верхнефранско-нижнефаменной соленосными формациями [3; 4; 18].

Прогнозная оценка территории, обеспечивающая обоснованный выбор первоочередных площадей для постановки тех или иных видов геологоразведочных работ и определения последовательности выбора перспективных участков для дальнейшей разработки месторождений калийных солей, осуществляется на основе знания закономерностей размещения перспективных объектов и месторождений, критериев их выраженности в геологическом пространстве, а также существующих технологий разработки¹.

Основные задачи научно-исследовательских и геологоразведочных работ, решаемые в ходе прогнозно-минерагенических исследований, опре-

деляются характером и степенью изученности объектов прогноза, поисков и оценки. Геологическая изученность Северного и Центрального структурных ареалов с точки зрения оценки калиеносности различна [1; 2; 4; 5]. Для Центрального структурного ареала Припятского прогиба многие вопросы до сих пор не решены, и проведение работ на этой территории достаточно сложно.

В геологическом отношении прогноз месторождений калийных солей базируется на принципах и методах минерагенического анализа [5; 8]. Методика среднемасштабного прогнозно-минерагенического районирования определяется комплексированием геолого-геофизических материалов, полученных на основе применения геологических, геофизических и структурно-вещественных методов.

Схемы минерагенического районирования территории прогиба по калиеносности создавались неоднократно, начиная с 1966 г., специалистами Белорусского научно-исследовательского геологоразведочного института (БелНИГРИ, г. Минск) и геологами Белорусской геологоразведочной экспедиции РУП «Белгеология» (г. Слуцк) [2; 4; 6; 18; 19]. Представления постоянно уточнялись в связи с ростом информации, одновременно совершенствовались принципы районирования территорий с учетом методических руководств,

¹ Для шахтной добычи калийных солей предельная глубина залегания составляет 850–900 м, а для разработки методом подземного растворения – до 2,5 км.

разрабатываемых в головных институтах Министерства геологии СССР. В дальнейшем появились усложненные градации с учетом параметров продуктивных пластов применительно к требованиям кондиций Старобинского и Петриковского месторождений, учитывающих особенности двух различных геолого-промышленных типов калийных руд, представленных красноцветной и пестроцветной гиперсоляными ассоциациями.

Последняя прогнозная оценка калиеносности была осуществлена в рамках переоценки ресурсов и запасов твердых полезных ископаемых Беларуси в 2005–2009 гг. Со времени проведения этих обобщающих работ прошло около 15 лет. Поэтому необходимость систематизации проведенных ранее работ, обобщения существующих геолого-геофизических материалов и актуализации оценки калиеносности территории Припятского прогиба для методического обеспечения работ по обоснованию выделения, оценке и паспортизации перспективных объектов очевидна.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Подготовка геологической информации, необходимой для составления среднемасштабной схемы прогнозно-минерагенического районирования Припятского прогиба на калийные соли, включила сбор, систематизацию и обработку результатов выполненных ранее геологоразведочных и научно-исследовательских работ, уточнение расчленения калийных горизонтов, проведение корреляции продуктивных слоев и пластов, построение сводных и типовых разрезов, анализ анизотропии изменчивости морфологии и состава залежей с верификацией первичных аналитических ведомостей. На основании собранных аналитических и морфометрических данных в электронном виде сформированы структуры совместного хранения информации по калийным горизонтам разной практической значимости, включившие сведения по более чем 1000 скважин.

Верификация атрибутивных данных основана на непосредственном сопоставлении с первичной геологической документацией (зарисовками разрезов отдельных калийных слоев масштаба 1:1, ГИС-разрезами калийных залежей масштаба 1:50, ведомостями результатов анализа рядовых проб). При этом использовано более 7000 фактологических данных с сохранением структурной иерархии разбиения калийных залежей на слои и пласты и выделением продуктивных интервалов. Информация получена посредством расчленения, корреляции и синхронизации отложений с оценкой изменений мощности и качественных параметров основно-

го учитываемого при разведке калийного ритма – слоя, так как именно по нему проводится корреляция данных ГИС. Значение исследований по оценке конкретных связей с определенными частями разреза субформации или калийного горизонта возрастает с разработкой залежей на новых территориях с иным типом калийных руд.

Анализ геолого-геофизических материалов включил следующие аспекты:

- систематика рудоносных объектов с учетом геолого-промышленных типов и оценка их значимости в районе исследований;
- выяснение условий локализации с определением роли структурных факторов в процессах калийного рудогенеза и размещения месторождений или калиепроявлений;
- оконтуривание минерагенических единиц разных рангов и определение их промышленного потенциала.

Основой методики прогнозно-минерагенического районирования явились традиционные для такого рода исследований принципы, главные из которых – структурно-вещественный подход, базирующийся на формационном анализе, и принцип последовательных приближений, заключающийся в многоступенчатом минерагеническом анализе территорий с последовательной локализацией перспективных площадей от региональных к локальным и, соответственно, с использованием критериев прогнозирования в определенной очередности – от региональных к более детальным [8; 11]. Такой подход позволил связать воедино геологические и граничные экономические параметры оценки месторождений. При этом первостепенное значение имели полнота и достоверность изучения закономерностей размещения объектов полезных ископаемых прогнозируемого типа; полнота, глубинность и достоверность прогнозных построений при выделении перспективных площадей; обоснованность и достоверность оценки прогнозных ресурсов.

При оценке практической значимости калийных горизонтов рассматривалось максимальное латеральное развитие и наибольшее содержание полезного компонента. При рассмотрении перспективности калийных залежей использовались данные поисковых и разведочных скважин на калийные соли, в том числе детальные зарисовки калиеносной субформации и калийных залежей, материалы промыслово-геофизических исследований, результаты промыслово-геофизического изучения нефтепоисковых скважин, материалы площадных геофизических работ, позволяющие картировать структуру кровли соленосных отложений и отражающих горизонтов.

ОЦЕНКА КАЛИЕНОСТИ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

На основании проведенных поисково-разведочных работ на калийные соли, результатов промыслово-геофизических исследований нефтепоисковых, параметрических и других скважин в разрезе калиеносной субформации средневерхнефаменского возраста в пределах Припятского прогиба выделено более 60 калийных горизонтов и калиепроявлений, приуроченных к трем этажам калиеносности [3; 4; 18]. Их изученность до сих пор остается неравнозначной: калийные соли, приуроченные к нижней соленосной толще, изучены недостаточно, в основном по данным каротажа. В разрезе верхнефранско-нижнефаменской формации выделено четыре калийных горизонта, залегающих обычно глубже 2000 м.

Калиенасыщенность калиеносной субформации (количество и территориальная приуроченность калийных горизонтов, их качество и др.), равно как и полнота строения ее разреза, условия залегания и границы развития, в значительной степени определяются структурно-тектоническими особенностями территории Припятского прогиба (рис. 1), которые, в соответствии с новой тектонической делимостью региона (тектоническими принципами районирования), связаны с тремя структурными ареалами: Северным, Центральным и Южным [1]. На фоне унаследованного строения от структуры нижележащих структурно-вещественных комплексов в средневерхнефаменское время в Припятском прогибе выделялась система синклинальных зон и гряд, синклинальные зоны разграничивались подводными грядами, иногда с цепочками субаэрально экспонированных островных поднятий.

Распространение калиепроявлений различного типа по площади контролируется структурным планом соленосной формации. Залежи и калиепроявления обнаружены во всех структурных ареалах Припятского прогиба, однако промышленное значение в настоящее время имеют горизонты, приуроченные к Северному и Центральному ареалам структурных форм.

Северный структурный ареал отличается самой высокой калиенасыщенностью как территориально, так и в разрезе осадочного выполнения калиеносной субформации Припятского прогиба (рис. 2). В разрезе здесь присутствуют залежи в объеме всех трех этажей калиеносности (табл. 1) [3; 4]. Области максимальной калиенасыщенности свидетельствуют о приуроченности калийных залежей к синклинальным зонам, в приосевых частях которых наблюдаются наиболее полные по строению разрезы калиеносной субформации и максимальное количество калийных горизонтов. Латеральное распределение контролируется двумя показателями: естественно-

фациальной зональностью водоемов и тектоникой подсолевого ложа. Лишь на северо-западе региона, в районе Старобинского месторождения калийных солей, характерна существенно блоковая структура, осложненная разломами.

Наиболее протяженными и выраженными в рельефе Северного структурного ареала были Березинская, Речицкая, Червонослободская, Малодушинская гряды, Предберезинская, Октябрьская, Старобинская, Предречицкая, Предчервонослободская, Предмалодушинская синклинальные зоны. Ареал распространения калийных солей контролируется на северо-западе современной границей развития оресско-полесских отложений, на севере – Северо-Припятским разломом, на востоке ограничивается Копаньской, Южно-Речицкой, Малодушинской, Заозерной и Ново-Рудненской площадями.

В пределах ареала калийные соли неравномерно развиты по площади, образуя значительные и многоярусные залежи в одних зонах, менее значительные – в других и лишь спорадически встречаясь в третьих. Наиболее высокая калиеносность характерна для Старобинской, Октябрьской, Предберезинской синклинальных зон. К ним приурочены основные промышленные залежи, формирующие два месторождения (Старобинское, Октябрьское) и перспективные на калийные соли участки. Для промышленных эксплуатируемых калийных залежей на западе Северного структурного ареала, где в разрезе соленосной формации отсутствует галитовая субформация, отмечается приуроченность горизонтально залегающих пластов к структурам пликтивно-дизъюнктивного типа, на северо-востоке ареала нередко наблюдается влияние солянокупольных структур на структурно-морфологические особенности и размещение калийных пластов.

В **Центральном структурном ареале** в разрезе калиеносной субформации обычно отмечаются два этажа калиеносности. Основные объемы калийных солей сосредоточены в конседиментационных синклиналях. Превалирующее количество калийных горизонтов развито в Петриковской синклинали, однако контуры распространения основных из них в плане не совпадают. Установлено, что при слабой и нечеткой дифференциации рельефа дна бассейна, когда имелись участки, испытывавшие несколько опережающее прогибание, и участки относительно замедленного погружения, калийные соли накапливались повсеместно, образуя сплошное поле седиментации. Неровности рельефа дна сказывались на темпе седиментации, нашедшем выражение в мощности калийных слоев в горизонтах, соотношении сильвина и карналита в слоях, локализации зон контрастно высоких содержаний хлористого калия и т.д.



Рисунок 1 – Картограмма структурно-тектонического районирования Припятского прогиба по поверхности средневерхнефаменской соленосной формации [7 с авторскими уточнениями]:

1 – краевые разломы; 2 – граница распространения галитовой субформации; 3 – условные границы валов, поднятий, синклиналий; 4 – валы; 5 – криптодиопиры; 6 – соляные подушки (диопириды); 7 – несоляные поднятия; 8 – синклиналий; 9 – мульды; 10 – граница структурных ареалов Припятского прогиба

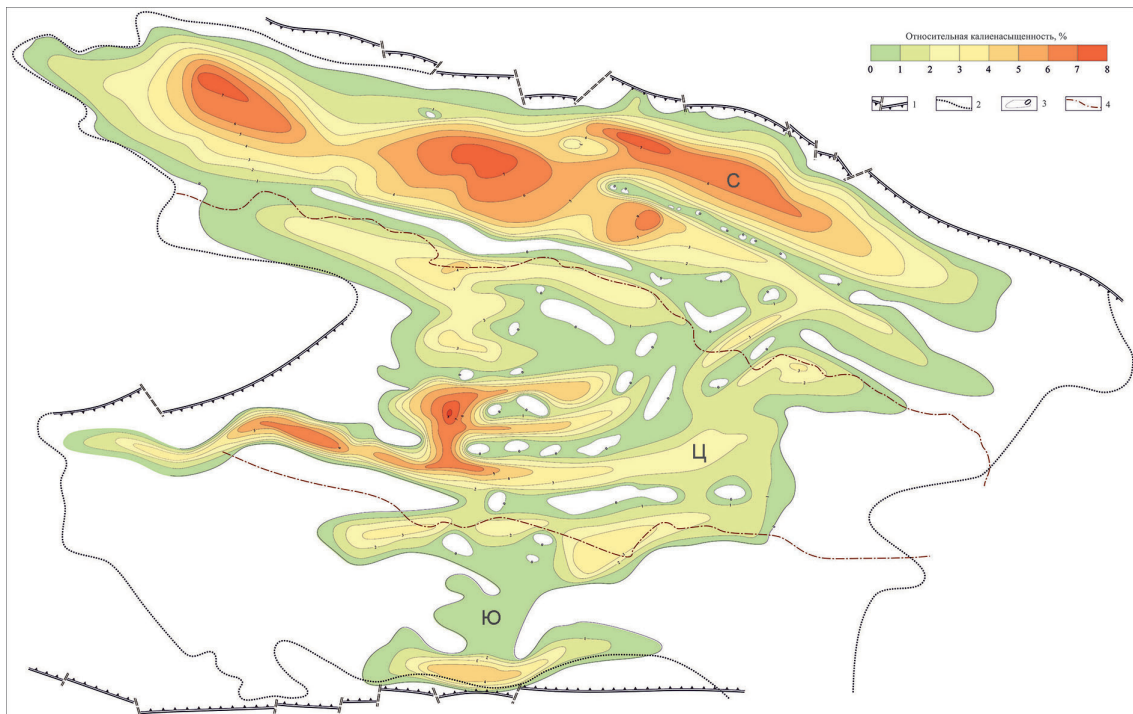


Рисунок 2 – Схематическая карта относительной калиенасыщенности разреза средне-верхнефаменской калиеносной субформации Припятского прогиба:

1 – разломы; 2 – контур верхнефаменской галогенной формации; 3 – изолинии относительной калиенасыщенности (отношение суммарной мощности калиеносных горизонтов к мощности субформации (%)); 4 – граница структурных ареалов Припятского прогиба (С – северный, Ц – центральный, Ю – южный)

Таблица 1 – Сопоставление калийных горизонтов и калиепроявлений по территории Северного и Центрального структурных ареалов

Этаж калие- ности	Ритмо- пачки	Северный структурный ареал	Перспективность	Центральный структурный ареал	Перспективность
Третий	X	0-16			
		0-15	малоперспективный		
		0-14	малоперспективный		
		0-13-1	малоперспективный		
	IX	0-13	перспективный		
		0-12	малоперспективный		
		0-11			
		0-10			
	VIII	0-9			
		0-8-2			
		0-8-1			
		0-8	высокоперспективный		
		0-7	высокоперспективный		
		0-6		0-10 п	
	VII	0-4		0-9 п	
				0-8 п	
				0-7 п	
				0-6 п	
	VI	0-3			
		0-1	малоперспективный		
		0			
Второй	V	I	промышленный		
		I-1	малоперспективный		
		I-2	малоперспективный		
		II	промышленный	0-5 п	малоперспективный
		II-1	малоперспективный	0-4 п	перспективный
				0-3 п	малоперспективный
				0-2 п	перспективный
	IV	II-4		0-1 п	малоперспективный
				0 п	малоперспективный
				1 п	малоперспективный
		II-5		II п	
				II-1 п	
	III	II-6	перспективный	III п	малоперспективный
		II-6-0		III-1 п	
				III-2 п	малоперспективный
				III-3 п	
		II-7	высокоперспективный	III-4 п	
		II-8	перспективный	IV п	промышленный
		III	промышленный	V п	малоперспективный
		III-1	малоперспективный	V-1 п	
				VI п	
				VII п	малоперспективный
		III-2	малоперспективный	VII-1 п	
				VII-2 п	
				VII-3 п	
Первый	II	III-4	малоперспективный		
	I	IV	промышленный		
		V	перспективный		
		VI	малоперспективный	VIII п	малоперспективный

Наибольшее количество калийных горизонтов, имеющих, как правило, и максимальную мощность, приурочено к областям наиболее интенсивного устойчивого прогибания в погруженных частях структур. На активно формировавшихся конседиментационных возвышенностях калийные соли обычно не накапливались. Приуроченность максимального калиенакопления к наиболее погруженным частям территории с некоторым смещением в плане сформулировано в виде концепции «пространственно-временного консерватизма» и используется в практике геологоразведочных работ при прогнозе размещения калийных залежей.

В целом калийная фация широко распространена в обширной внутренней части Припятского бассейна – до 10 % в разрезе солей составляют слои и пласты сильвинитов, сильвин-карналлитовых и карналлитовых пород. Последние не обладают выдержанностью по площади. Меняются и морфоструктурные, структурно-вещественные особенности объектов калиенакопления: характер чередования слоев, их мощность, степень выдержанности по площади; приуроченность горизонтально залегающих пластов пликативно-дизъюнктивного типа; влияние солянокупольных структур на структурно-морфологические особенности и размещение калийных пластов; характер слагающих формацию продуктивных пластов (наличие калийного горизонта, пользующегося максимальным латеральным развитием и с наибольшим содержанием полезного компонента).

Специфическими особенностями калиенакопления в Припятском прогибе являются рассеяние калиепроявлений разного масштаба по разрезу, многообразие типов калиепроявлений, а также сочетание в одном разрезе калийных руд разных гиперсоляных ассоциаций: красноцветной и пестроцветной [4; 17; 20]. Они связаны с определенными частями разреза и приурочены к определенным структурным ареалам прогиба.

Калийные горизонты обладают внутренней неоднородностью состава, строения и свойств. Изучение неоднородности залежей, их анизотропии и структуры как основы для выяснения природной изменчивости важнейших свойств необходимо для выбора методики разведки и оптимизации условий геологоразведочных работ. К сожалению, особенностям распространения различных типов калийных залежей как следствию их генетической природы уделяется недостаточное внимание. Вместе с тем при детальном анализе обнаруживается значительная, а иногда и определяющая связь с положением в пространстве и разрезе

зе соленосной формации, а также важная роль в их формировании таких факторов, как эволюция вторичных процессов, нередко связанных с флюидогеодинимикой [3; 7; 13].

В таблице 1 представлена схема расположения калийных горизонтов в разрезе калиеносной субформации Припятского прогиба, продуктивные части которых представлены соляными породами красноцветной или пестроцветной гиперсоляной ассоциации, что подразумевает изменение технологического типа калийных руд. Значение исследований по оценке конкретных связей залежей с определенными частями разреза субформации или калийного горизонта возрастает с разработкой новых территорий, на которых меняется тип калийных руд.

Специфика строения и состава калийных горизонтов красноцветной и пестроцветной гиперсоляных ассоциаций накладывает свой отпечаток и на характер каменной соли, подстилающей и покрывающей разрезы калийных горизонтов, составляющей промежуточные слои в горизонтах, а также входящей в состав калийных слоев или вмещающей прослои калийных пород. В поведении хлоридов и кластогенной части по разрезу калиеносной субформации отмечается одна интересная особенность – по мере продвижения вверх по разрезу слои каменной соли обогащаются карбонатно-глинистым материалом, а слои глинисто-карбонатных пород – хлоридами. Отличия в соленосных пачках разреза намечаются и в галопелитах, где меняется состав водорастворимой части, характер карбонатной минерализации, количество железа. Следует отметить, что при седиментационном выклинивании состав галопелитов остается характерным для галитовой стадии [3; 4; 17].

Минерагенические факторы, отражающие закономерности размещения калийных залежей, выявляются путем установления статистически устойчивых связей тех или иных элементов геологического строения. По методам выявления и изучения они подразделяются на наблюдаемые и моделируемые. Наблюдаемые факторы по своей геологической природе подразделяются на седиментационные, фациально-литологические, структурные, геоморфологические [5]. Среди моделируемых факторов выделяются геодинамические, палеогеографические, палеогидрогеологические и др. Особое значение имеют палеогеодинамические обстановки, определяющие минерагеническую зональность и локализацию оруденения. Поэтому в процессе выполнения научно-исследовательских работ были определены фациально-литологические условия, благоприятные для локализации скоплений полезного иско-

паемого, а среди структурных факторов выделены дизъюнктивные, пликативные структуры разных порядков, а также частные характеристики и элементы структурных форм, определяющие размещение минерального сырья [5].

При изучении внутреннего строения калийная залежь рассматривается как сложная система, состоящая из множества разномасштабных условно однородных структурных элементов. По вещественным диагностическим признакам выделяются собственно соленосные и хемогенно-терригенные отложения. И те и другие имеют слоистое строение, морфологические особенности их прослоев нередко одинаковы, однако механизмы формирования существенно отличаются [3; 4; 16]. В случае прерывистого протекания процесса слоеобразования при рассмотрении соляных прослоев учитывают механизмы растворения, кристаллизации, влияние температуры и состава раствора на скорость кристаллизации солей и, соответственно, мощности, несомненно свидетельствующие об изменении батиметрии дна бассейна. При рассмотрении нерастворимого и слабо растворимого осадочного материала важны изменение скорости поступления (сноса), смещение шлейфа осадков вслед за наступающей на сушу береговой линией, гранулометрический состав осадков и т.д. [3; 21].

Минеральная форма в месторождениях калийных руд хлоридного геолого-промышленного типа представлена хлоридными минералами калия, магния, натрия (галит, сильвин, карналлит). Форма выделения – оксиды (K_2O) или солевая (хлориды калия, натрия, магния). Кроме того, в подсчете запасов присутствует понятие «сырые соли», отражающее объемные показатели [5; 9].

Для классификации соляных пород по компонентному составу приняты две основные границы: 95 %, определяющая деление пород на моно- и немонолитические, и 50 %, разделяющая породы на идио- и микстолитические [15]. Среди калийных солей сильвин-галитового ряда выделяются сильвиновая порода (содержание сильвина 95–100 %), галит-сильвиновая (50–75 %), сильвин-галитовая (25–50 %), сильвинсодержащая каменная соль (5–25 %) [12; 14; 22; 23]. Из микстолитических образований могут быть рассмотрены «глинистые» соляные породы, в которых появляется третий (негалогенный) компонент, содержание которого иногда достигает 25–30 %. Промышленная классификация сильвинитов, применяемая поинтервально для расчета кондиций или подсчета запасов, остается за рамками приведенной вещественной классификации, используемой в основном в генетических целях. С другой стороны,

правильная оценка структурно-текстурных особенностей имеет большое значение при обосновании и составлении схемы технологического передела калийных руд.

Принципиально, что используемый в настоящее время термин «сильвиниты» полностью отвечает классификации калийных руд. По классификации природных разновидностей сильвинитов 5–15 % KCl содержат бедные сильвиниты, 15–25 % – рядовые, 50–75 % KCl – богатые [14; 22; 23]. При геолого-промышленной характеристике месторождений хлоридного ряда среди соляных пород выделяются: бедные руды – менее 22 % KCl (14 % K_2O), рядовые – 22–28 % KCl (14–18 % K_2O) и богатые – более 28 % KCl (18 % K_2O).

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЙОНИРОВАНИЯ

Оценка прогнозных ресурсов производится на перспективных площадях разного ранга, оконтуриваемых при прогнозных (прогнозно-минералогических) исследованиях. Выделение перспективных площадей в общем случае заключается в выяснении по геологической ситуации частей геологического пространства, в пределах которых возможно обнаружение тех или иных скоплений полезных ископаемых, и основано на приуроченности определенных типов месторождений к определенным геологическим обстановкам. При прогнозировании используется комплекс признаков (прогнозные факторы), отвечающих геологическим обстановкам нахождения месторождения и получающих отражение в характеристиках, которые выявляются не собственно геологическими методами (геофизическими, геохимическими и др.). Достоверность прогноза в первую очередь предопределяется степенью изученности территории, надежностью оценочных параметров и точностью расчетных формул, в совокупности достаточных или недостаточных для однозначных оценок.

Оценочные параметры – совокупность обоснованных аналогией, реже экономически, предельных требований промышленности к качеству и количеству руд и горнотехническим условиям их добычи, при которых обеспечиваются оптимальный вариант локализации и количественной оценки прогнозных ресурсов, принятие объективного решения о целесообразности и очередности продолжения геологоразведочных работ с целью повышения геологической изученности недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы.

Основное их назначение – локализация заключенных в недрах прогнозных ресурсов и их разделение на кондиционные и некондиционные.

Оценочные параметры не характеризуют оптимальные горно-геологические условия прогнозируемого объекта, так как не содержат характеристики среднего качества полезного ископаемого. Ими определяются только предельные значения показателей, при которых обеспечивается экономическая целесообразность продолжения геологоразведочных работ на перспективном объекте [5; 9]. Выбор показателей оценочных параметров вызывает определенные проблемы при прогнозировании и поисках полезных ископаемых по причине ограниченного объема геологической информации на ранних стадиях геологоразведочных работ, отсутствия необходимых методических разработок и недостаточного опыта проведения геолого-экономической оценки прогнозных ресурсов.

По *степени изученности* оцениваемая территория подразделяется на группы:

- хорошо изученные, где уже пробурено то или иное количество поисковых и разведочных скважин на калийные соли, довольно равномерно размещенных по всей площади или значительной ее части, причем керн этих скважин опробован, промышленные кондиции разработаны;
- изученные, где такие скважины пробурены в пределах отдельных разобнесенных участков и кое-где в других районах, промышленные кондиции обычно разработаны;
- слабо изученные, где поисковые и разведочные скважины либо отсутствуют, либо являются единичными, либо пробурены в небольшом количестве в пределах немногих участков, промышленные кондиции не разработаны.

Прогнозная оценка площадей представлена в ранжированном выражении и включает шесть градаций *степени перспективности* для шахтной разработки с учетом экспертной оценки степени сходства прогнозируемого объекта с эталонной моделью (табл. 2):

- промышленно калиеносные, в пределах которых имеются эксплуатируемые и разведанные промышленные месторождения. Прогнозные ресурсы месторождений относятся к I группе, подсчитываются по разведанным частям путем выявления в их пределах (более глубокие горизонты, недостаточно изученные участки) и на флангах новых рудных тел. Прогнозные запасы по остальной площади относятся ко II группе;
- высокоперспективные, в пределах которых имеются разведанные (или разведываемые) промышленные месторождения либо залежи калийных солей мощностью не менее 1,5 м на глубинах не более 1000–1200 м. В зависимости от степени изученности таких территорий и их калиеносности опре-

деляются прогнозные запасы либо всех трех групп, либо II и III групп, либо только III группы;

- перспективные, в пределах которых на глубинах не более 1000–1200 м установлены калиепроявления (прослои калийных солей) мощностью менее 1,5 м и с другими показателями возможной промышленной калиеносности. Для таких территорий определяются прогнозные запасы III группы;
- малоперспективные, в пределах которых соляная толща содержит редкие, преимущественно незначительные, калиепроявления и прослои калийных солей мощностью в несколько десятков сантиметров, или отвечают требованиям кондиций по мощности и качеству, но залегают на глубине более 1200 м или содержат повышенные концентрации вредных примесей, или являются возможно калиеносными в непромышленных масштабах по другим показателям;

– с невыясненной перспективой, в пределах которых развиты отложения, не обладающие пока ни прямыми, ни косвенными признаками калиеносности, однако являющиеся возможно перспективными по другим показателям;

- бесперспективные, в пределах которых практически отсутствуют поисковые признаки и минерогенические факторы калиеносности, по всем известным оценочным параметрам калиеносность не установлена и не предполагается.

Масштабы и свойства ресурсов полезных ископаемых прогнозируются по отношению к площадным или объемным элементам земной коры. При прогнозных работах среднего масштаба *по размерам и форме площади* перспективных (калиеносных) территорий обычно выделяются следующие пространственные прогнозно-минерогенические или минерогенические категории:

- поисковая площадь – структурно обособленный участок земной поверхности, характеризующийся специфическим составом и строением, обнаруживающий признаки промышленной рудности и выделяемый для дальнейшего проведения геолого-съёмочных или поисковых работ;

– перспективный участок – структурно обособленная часть рудного поля, характеризующаяся специфическим составом и строением рудовмещающих пород на уровне фаций и субфаций, содержащая признаки промышленного оруденения и расцениваемая как потенциальное месторождение. Участки выделяются и оконтуриваются с использованием прямых признаков локализации оруденения и типовых моделей месторождений. Выделение по геологической ситуации основано на приуроченности калиепроявлений к определенным геологическим обстановкам.

Таблица 2 – Категории площадей и участков по степени перспективности

Перспектив-ность	Критерии рудоносности	Прогнозно-поисковая изученность
Промышленно калиеносные	Эксплуатируемые и подготовленные к разработке объекты полезных ископаемых; определившиеся границы рудоносных площадей (участков) с оцененным промышленным потенциалом, в пределах которых имеются эксплуатируемые и разведанные промышленные месторождения. Прогнозные ресурсы последних относятся к I группе, подсчитываются по разведанным частям месторождений путем выявления новых рудных тел на флангах, в пределах недостаточно изученных участков и более глубоких горизонтов. Прогнозные запасы по остальной площади относятся ко II группе	Достаточно (для оценки) изучены с поверхности и на глубину
Высоко-перспективные	Прямые признаки промышленного оруденения – наличие объектов полезных ископаемых и их прямых поисковых признаков; практически определившиеся границы рудоносных площадей (участков) с очевидным промышленным потенциалом, в пределах которых имеются разведанные или разведываемые промышленные месторождения либо залежи калийных солей мощностью не менее 1,5 м на глубинах не более 1000–1200 м. В зависимости от степени изученности месторождений и их калиеносности определяются прогнозные запасы либо всех трех групп, либо II и III групп, либо только III группы	Недоизучены, главным образом на глубину
Перспективные	Косвенные поисковые признаки калиеносности, отдельные прямые признаки оруденения (калиепроявления и др.); недостаточно определившиеся или неопределившиеся границы калиеносных площадей (участков), в пределах которых на глубинах не более 1000–1200 м установлены калиепроявления (прослой калийных солей) мощностью менее 1,5 м и с другими показателями возможной промышленной калиеносности. Определяются прогнозные запасы III группы	Недостаточно изучены с поверхности и слабо изучены на глубину
Мало-перспективные	Соляная толща содержит редкие, преимущественно незначительные калиепроявления и прослой калийных солей мощностью не более нескольких десятков сантиметров либо является возможно калиеносной в непромышленных масштабах по другим показателям	Недостаточно изучены с поверхности и на глубину
С невыясненной перспективой	Минерагенические факторы, основанные на палеореконструкциях, геолого-тектоническом или геодинамическом моделировании и т. д.; редкие косвенные и прямые поисковые признаки; границы потенциально калиеносных площадей плохо контурируются; развитые отложения не обладают пока ни прямыми, ни косвенными признаками калиеносности, однако, возможно, являются перспективными по другим показателям	Слабо изучены с поверхности и на глубину
Бесперспективные	Поисковые признаки и минерагенические факторы калиеносности практически отсутствуют; по всем известным оценочным параметрам калиеносность не установлена и не предполагается	Достаточно изучены с поверхности и на глубину

При оконтуривании выделяются объекты прогноза с *естественными и искусственными границами*. Естественными границами служат природные геологические линии или поверхности раздела: структурно-тектонические, формационно-генетические, литолого-стратиграфические, морфологические и другие контакты между разнородными геологическими образованиями. Искусственными границами объектов прогноза являются геометрически правильные линии, проведенные для разделения общей площади или объема прогноза на отдельные элементарные участки.

Основополагающим показателем промышленной ценности калийных залежей является их качество. Основные требования промышленности к качественным показателям: мономинеральный состав; невысокое содержание вредных примесей (для

сильвинитовых руд – нерастворимого в воде остатка (н. о.) и хлористого магния) [5; 9]. Кроме того, калийные залежи подразделяются в минерагеническом отношении по обогатимости на основании прогнозно-технологической оценки (хорошо-, средне-, слабообогатимые) и по принадлежности к определенной гиперсоляной ассоциации (красноцветной, пестроцветной) [17]. В полном цикле комплексного освоения месторождений калийных солей необходимо обоснование требований к качеству вовлекаемых в эксплуатацию калийных руд, составление которых представляет в настоящее время весьма актуальную задачу. Изученность калийных горизонтов также остается крайне неравнозначной. Ряд горизонтов выявлены по каротажу в роторных скважинах и не охарактеризованы керном, характеристики

их качества отсутствуют. По **практической значимости калийных залежей** различают:

- промышленные, эксплуатируемые в настоящее время горизонты;
- горизонты, по которым утверждены запасы по категориям C_1 и C_2 ;
- калийные залежи, отвечающие основным показателям кондиций (резерв горно-химической промышленности Беларуси) [9; 10].

Оконтуриванию рудных тел залежей предшествует процедура технико-экономического обоснования кондиций. Расчетами выполняется подбор предельных параметров оруденения, при которых возможна рентабельная разработка месторождения по экономическим показателям на момент выполнения оценки: минимальное промышленное и бортовое содержание, минимальная промышленная мощность рудных тел, максимальная мощность безрудных прослоев, включаемых в промышленный контур, и т. д. [8; 9; 12].

От ранних к поздним стадиям геологоразведочного процесса обеспечивается последовательная локализация перспективных площадей. На разведочных стадиях выделяются отдельные участки, рудные тела и блоки в пределах месторождений, отличающиеся друг от друга количественными и качественными особенностями состава, строения и залегания полезного ископаемого, а также степенью разведанности. Оценка прогнозных ресурсов производится на месторождениях, перспективных площадях и проявлениях, оконтуриваемых при прогнозных (прогнозно-минерагенических) исследованиях, как правило, без пространственной геометризации тел полезного ископаемого на картах, планах и разрезах. Набор прогнозных факторов зависит от детальности прогнозно-минерагенических исследований, выражающейся в ранге перспективных площадей. Задача выделения перспективных площадей в наиболее общем случае заключается в оценке геологической ситуации частей геологического пространства, в пределах которых возможно обнаружение разного ранга рудопоявлений калийных солей. Разведанные и предварительно оцененные запасы подсчитываются в пределах геометризованных контуров тел полезного ископаемого.

В процессе проведения среднемасштабного прогнозно-минерагенического районирования на калийные соли (масштаб 1:200 000 – 1:100 000) для обеспечения последующего выхода на крупномасштабное прогнозирование уточняются границы размещения полезных ископаемых, устанавливается геологическая природа выявленных аномалий, проводится предварительная оценка прогнозных ресурсов в пределах перспективных площадей. Объектами крупномасштабного прогнозирования яв-

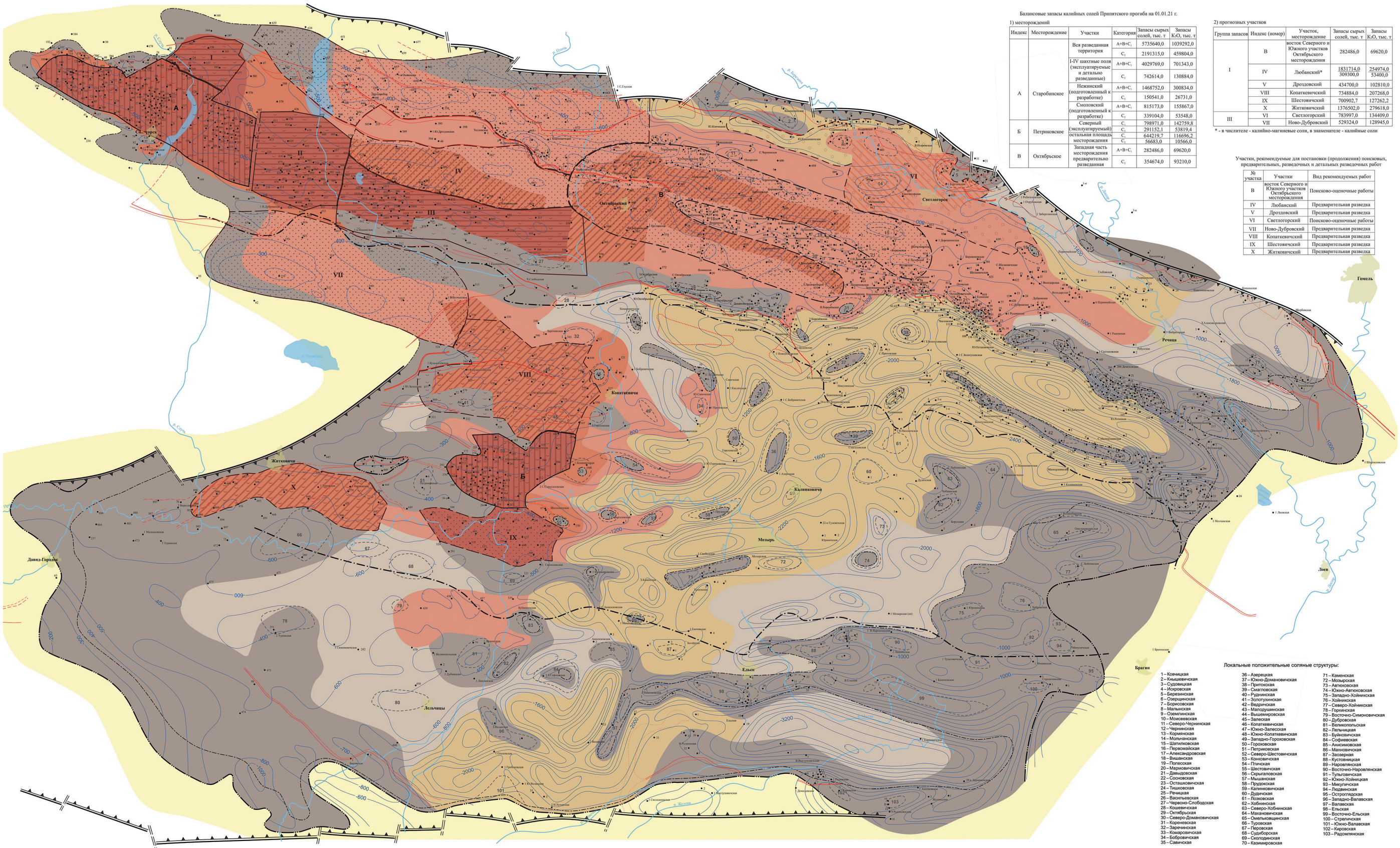
ляются уже рудные районы, перспективные на выявление проявлений полезных ископаемых. Состав показателей оценочных параметров зависит от возможности проведения оценки прогнозных ресурсов прямыми способами геометризованными рудными телами или по аналогии с перспективными площадями без геометризации рудных тел.

При определении масштабности месторождений, степень изученности которых соответствует оценочной стадии, результаты количественной оценки обычно включают приведенный потенциал (запасы категории C_2 и ресурсы категории P_1) к промышленным категориям с использованием переводных коэффициентов для категории C_2 – 0,8, для ресурсов P_1 – 0,5, P_2 – 0,3, а также сведений о категории оцененного потенциала, его величине и глубине прогноза.

В соответствии со степенью изученности калийных горизонтов и масштабности их развития в пределах рассматриваемых территорий несколько различаются в методическом плане описание и аналитическая оценка выделенных групп. В группе промышленных эксплуатируемых в настоящее время горизонтов по данным промыслово-геофизических исследований и результатам химических анализов уточняется выделение продуктивных слоев и пластов, детально рассматриваются их качественные параметры по всем опробованным скважинам. В группе высокоперспективных территорий, в пределах которых по отдельным горизонтам утверждены запасы категорий $C_1 + C_2$ и C_2 или выявлены продуктивные пласты, удовлетворяющие современным требованиям промышленности, а прогнозные запасы превышают 500 млн т сырых солей, отмечаются изменения в строении и качественном составе продуктивных элементов калийных горизонтов, а также структуры их изменчивости по площади распространения, требующие обязательного уточнения [9; 10]. В группе перспективных территорий, в пределах которых в калийных горизонтах выделяются продуктивные пласты сравнительно небольшой мощности с прогнозными запасами, как правило, 100–500 млн т, при описании отмечаются изменения в строении и составе продуктивных элементов горизонта.

СОДЕРЖАНИЕ И ЛЕГЕНДА КАРТОСХЕМЫ

Картограмма прогнозно-минерагенического районирования калиеносной субформации Припятского прогиба составлена на структурно-формационной основе с использованием генерализованного районирования геологического пространства оцениваемой территории (рис. 3).



Балансовые запасы калийных солей Припятского прогиба на 01.01.21 г.

1) месторождений

Индекс	Месторождение	Участки	Категория	Запасы сырых солей, тыс. т	Запасы К.О., тыс. т
А	Старобинское	Вся разведанная территория	A+B+C ₁	5735640,0	1039292,0
		I-IV шахтные поля (эксплуатируемые и детально разведанные)	A+B+C ₁	4029769,0	701343,0
		Нежинский (подготовленный к разработке)	A+B+C ₁	742614,0	130884,0
		Смолевский (подготовленный к разработке)	A+B+C ₁	1468752,0	300834,0
		Смолевский (подготовленный к разработке)	C ₁	150541,0	26731,0
		Смолевский (подготовленный к разработке)	A+B+C ₁	815173,0	155867,0
Б	Петриковское	Северный (эксплуатируемый)	C ₁	339104,0	53548,0
		Северный (эксплуатируемый)	C ₁	798971,0	142759,8
		Северный (эксплуатируемый)	C ₁	291152,1	53819,4
В	Октябрьское	Остатки площадей месторождения	C ₁	644219,7	116696,2
		Остатки площадей месторождения	C ₁	56683,0	10556,0
		Западная часть месторождения предварительно разведанная	A+B+C ₁	282486,0	69620,0
			C ₁	354674,0	93210,0

2) прогнозных участков

Группа запасов	Индекс (номер)	Участок, месторождение	Запасы сырых солей, тыс. т	Запасы К.О., тыс. т
I	B	восток Северного и Южного участков Октябрьского месторождения	282486,0	69620,0
	IV	Любовский*	1831714,0	254974,0
	V	Дроздовский	434700,0	102810,0
	VIII	Коптевичский	734884,0	207268,0
	IX	Шестовичский	709002,7	127262,2
	X	Житковичский	1376502,0	279618,0
III	VI	Светлогорский	783997,0	134409,0
	VII	Ново-Дубровский	529324,0	128945,0

* - в числителе - калийно-магниевые соли, в знаменателе - калийные соли

Участки, рекомендуемые для постановки (продолжения) поисковых, разведочных и детальных разведочных работ

№ участка	Участки	Вид рекомендуемых работ
B	восток Северного и Южного участков Октябрьского месторождения	Поисково-оценочные работы
IV	Любовский	Предварительная разведка
V	Дроздовский	Предварительная разведка
VI	Светлогорский	Поисково-оценочные работы
VII	Ново-Дубровский	Предварительная разведка
VIII	Коптевичский	Предварительная разведка
IX	Шестовичский	Предварительная разведка
X	Житковичский	Предварительная разведка

Локальные положительные соляные структуры:

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 1 - Ковчанская | 37 - Южно-Донецкая | 71 - Каменская |
| 2 - Ковчанская | 38 - Ритовская | 72 - Мокрая |
| 3 - Судовицкая | 39 - Силитовская | 73 - Азовская |
| 4 - Юрская | 40 - Рудинская | 74 - Южно-Азовская |
| 5 - Березинская | 41 - Золотунинская | 75 - Западно-Хойкинская |
| 6 - Сидоринская | 42 - Вадковская | 76 - Хойкинская |
| 7 - Березинская | 43 - Малапушинская | 77 - Северо-Хойкинская |
| 8 - Малинская | 44 - Вышмировская | 78 - Горинская |
| 9 - Силинская | 45 - Залеская | 79 - Восточно-Симонинская |
| 10 - Мокшевова | 46 - Колпакинская | 80 - Дубровская |
| 11 - Северо-Черниговская | 47 - Южно-Залеская | 81 - Великолепная |
| 12 - Черниговская | 48 - Южно-Коптевичская | 82 - Пыльничная |
| 13 - Коринская | 49 - Западно-Горюховская | 83 - Бульковская |
| 14 - Мокшевова | 50 - Горюховская | 84 - Софиевская |
| 15 - Шатилинская | 51 - Петриковская | 85 - Анисимовская |
| 16 - Черниговская | 52 - Северо-Шестовинская | 86 - Анисимовская |
| 17 - Александровская | 53 - Ковчанская | 87 - Золотунинская |
| 18 - Шатилинская | 54 - Пыльничная | 88 - Кустовицкая |
| 19 - Полеская | 55 - Шестовинская | 89 - Наровинская |
| 20 - Мариновская | 56 - Софиевская | 90 - Восточно-Наровинская |
| 21 - Давыдовская | 57 - Малинская | 91 - Туловинская |
| 22 - Софиевская | 58 - Пудинская | 92 - Южно-Хойкинская |
| 23 - Осташинская | 59 - Катининовская | 93 - Милутиновская |
| 24 - Тишовская | 60 - Дудинская | 94 - Подвисная |
| 25 - Ревачинская | 61 - Полеская | 95 - Остроградская |
| 26 - Васьковская | 62 - Хойкинская | 96 - Западно-Баловская |
| 27 - Марино-Слободская | 63 - Северо-Хойкинская | 97 - Валовская |
| 28 - Ковчанская | 64 - Малиновская | 98 - Ельская |
| 29 - Октябрьская | 65 - Сильковская | 99 - Восточно-Ельская |
| 30 - Северо-Донецкая | 66 - Туровская | 100 - Стрелковская |
| 31 - Коринская | 67 - Перовская | 101 - Южно-Баловская |
| 32 - Заринская | 68 - Сушиборская | 102 - Кировская |
| 33 - Комаровская | 69 - Слободская | 103 - Радоминская |
| 34 - Ебровицкая | 70 - Казимировская | |
| 35 - Савицкая | | |

Рисунок 3 – Картосхема прогнозно-минерагенического районирования калиеносной субформации Припятского прогиба

Условные обозначения к рисунку 3

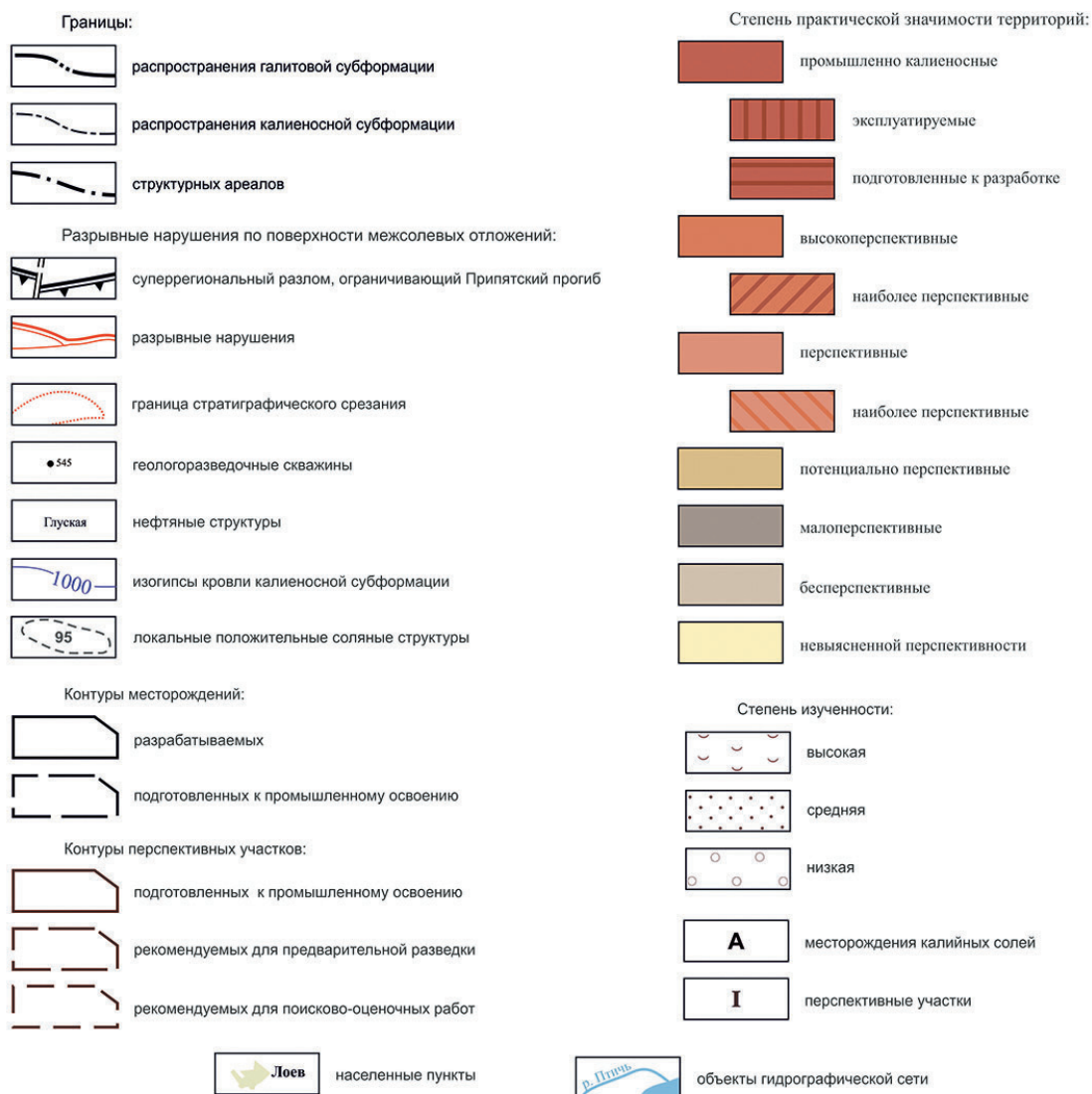


Схема расположения листов топоосновы

М-6 1:200 000

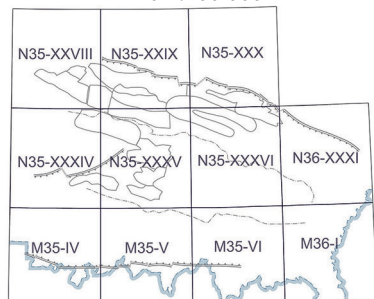
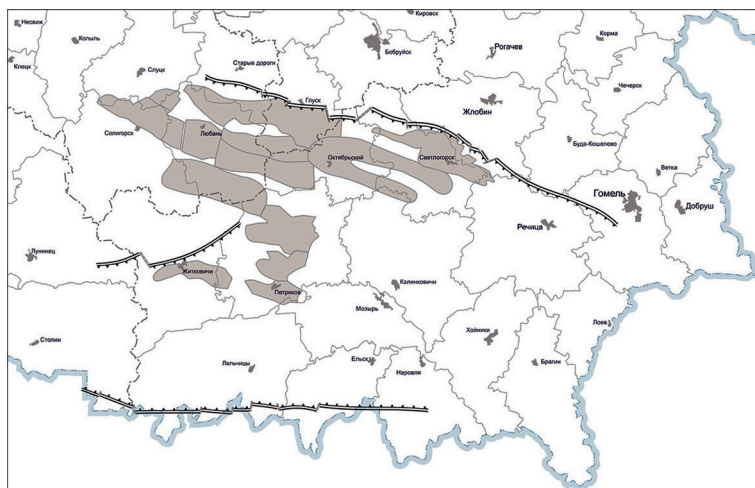


Схема административного деления



Построение заключалось в последовательном выполнении следующих операций:

- разделение территории Припятского калие-носного бассейна на отдельные элементы, отличающиеся по рангу и характеру гиперсоляных ассоциаций калиеносной субформации;
- составление классификаций элементов районирования по основным показателям (практическая значимость или перспективность, степень изученности и надежность определения перспективности, вид рекомендуемых работ и т. д.);
- установление критериев для проведения границ элементов районирования;
- оконтуривание элементов районирования основных типов.

Составление **легенды** к схеме прогнозно-минералогического районирования Припятского прогиба основывалось на типолого-географическом принципе, заключающемся в выделении определенных типов территориальных единиц того или иного порядка на основе учета свойственных им наиболее общих и существенных признаков и отказе от учета частных особенностей этих единиц. При этом характеристика прилагается не к каждому конкретному контуру, выделенному на карте, а к группе контуров данного типа. Типизация и классификация выделенных территориальных единиц может осуществляться на любом таксономическом уровне, однако на каждом этапе исследований районирование проводится применительно только к одному из них.

Разработанная структура легенды определила смысловое содержание картосхемы. Использованы авторские и традиционные решения по нагрузке, содержанию и дизайну схем прогнозно-минералогического районирования с учетом принятых методических подходов и основных задач исследования. Легенда включает условные обозначения элементов специализированной геологической информации, тематической и общегеографической основ.

Тематическая основа отображена с помощью площадного слоя прогнозно-минералогических подразделений и включает в себя показ:

- разведанных и оцененных месторождений калийных солей с указанием их геолого-промышленной принадлежности, качества, степени изученности и освоенности;
- изученных и оцененных калиепроявлений с указанием предполагаемого геолого-промышленного типа и качественных характеристик калийных солей;
- прогнозных площадей, рассматриваемых в качестве перспективных на калийные соли, с указани-

ем прогнозируемого типа калиеносности, степени калиеносности (калийные или потенциально калие-носные), геолого-промышленной специализации;

- границ месторождений и перспективных на калийные соли участков, определившихся и прогнозируемых.

При этом обязательным было решение проблемы достоверной генерализации первичной информации и построения генерализованного изображения, включая два взаимосвязанных аспекта: генерализацию легенды и генерализацию пространства картосхемы (так называемая «пространственная генерализация»). В качестве единиц прогнозно-минералогического районирования использованы месторождения и перспективные участки.

Специализированная геологическая информация максимально разгружена для нанесения основных элементов прогнозно-минералогического районирования (тематической основы). В рамках структурно-формационных комплексов, специализирующихся на исследуемых полезных ископаемых, выделены ареалы распространения галогенных формаций. В качестве отдельных элементов на схеме отражены глубинные разломы, ограничивающие Припятский прогиб; разрывные нарушения по поверхности межсольевых отложений с разделением их по рангу; границы распространения галитовой и калиеносной субформаций верхней соленосной толщи; изогипсы кровли калиеносной субформации; зоны отсутствия калиеносной субформации; локальные положительные соляные структуры.

Используемые изобразительные средства – цвет, тональность, различные типы крапа, наложенные цветные и черные штриховые обозначения, буквенная и цифровая символика, их комбинации – выбраны с таким расчетом, чтобы самые выразительные из них несли основную прогнозно-минералогическую информацию, отображая наиболее существенные закономерности размещения элементов тематической основы.

Основные материалы сопровождаются **вспомогательными данными**, помещенными в зарамочном оформлении картосхемы в форме таблиц, что позволяет наглядно сопоставить характеристики и параметры элементов прогнозно-минералогического районирования. Так, в виде таблицы приведены сведения о перспективных на калийные соли участках Припятского прогиба. В ее строении участвуют графы следующего содержания: индекс, наименование, площадь объекта, индексы и глубина залегания продуктивных горизонтов, степень изученности с указанием опосредованности и разбу-

ренности, рекомендуемые виды и масштабы работ (поисково-оценочные работы, предварительная разведка, детальная разведка). Таблица со сведениями о балансовых запасах калийных солей на 01.01.2021 г. для месторождений включает наименование месторождения, участок, категорию запасов, запасы сырых солей и запасы K_2O , тыс. т; для прогнозных участков – группу запасов, наименование и индекс участка, запасы сырых солей и запасы K_2O , тыс. т. Таблица со сведениями о прогнозных запасах калийных солей на 01.01.2021 г. содержит данные о группе запасов, балансовых и забалансовых запасах (запасах сырых солей и запасах K_2O , тыс. т).

В состав схемы прогнозно-минералогического районирования включены и элементы **общегеографической основы**. Высокий уровень их генерализации позволяет вывести на первый план тематическое содержание, сохранив определение пространственного положения объектов на местности. Вынесены гидрография и населенные пункты. Объекты рельефа и дорожная сеть для лучшего восприятия специализированной геологической информации удалены. Административное деление с указанием политико-административных границ и расположения в пределах топографических листов приведены в зарамочном оформлении картосхемы. Обязательна для показа на схеме сеть геологоразведочных скважин на калийные соли и углеводородное сырье. Приведенные на схеме положительные соляные структуры обозначены номерами с расшифровкой наименований в таблице в зарамочном поле.

В качестве дополнения к картосхеме прогнозно-минералогического районирования калиеносной субформации Припятского прогиба составлены **Паспорта перспективных участков и месторождений** калийных солей – унифицированные описания, отражающие их основные геологические, технологические и геолого-экономические характеристики,

свойства калийных руд и вмещающих пород, запасы и ресурсы полезного ископаемого, предполагаемые технологии их извлечения и переработки. Представленная в Паспортах информация распределена по четырем блокам: характеристика объекта, включая структурно-формационное и административно-территориальное положение, морфологические параметры, показатели вещественного состава, технологические показатели переработки солей; оценка прогнозных ресурсов; геолого-экономическая оценка; схема блокировки запасов.

Таким образом, картосхема прогнозно-минералогического районирования территории Припятского прогиба на калийные соли, являясь завершающим документом, с одной стороны, характеризует среднерезервуарную калиеносную субформацию по состоянию на определенную дату (в данном случае на 01.01.2021 г.), а с другой – может быть использована для решения задач эффективного освоения ресурсов калийных солей и является базой для организации рациональной разработки остаточных ресурсов полезного ископаемого региона, учитывая возможности шахтного способа разработки, а также планирования дальнейших геологоразведочных работ на калийные соли. Целесообразность и актуальность создания схемы состоит и в возможности использования ее в качестве основы для очередной плановой переоценки ресурсов калийных солей, уточнения прогноза размещения наиболее перспективных участков в Припятском прогибе на кратковременную и долгосрочную перспективу. Легенда к картосхеме представляет принципы выделения и степень обобщения отображаемых показателей и характеристик, зарамочные таблицы – основные связи между категориями ресурсов и запасов полезного ископаемого. Фактически это схема прогнозно-минералогического районирования по текущему потенциалу калиеносности Припятского калиеносного бассейна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Бескопыльный, В. Н.** Пояснительная записка к картам структурного районирования подсолевого и межсолевого комплексов Припятского прогиба для решения задач эффективного освоения ресурсов углеводородов / В. Н. Бескопыльный, Р. Е. Айзберг, Я. Г. Грибик. – Гомель, 2011. – 48 с.
2. **Вишневский, В. Н.** Отчет о результатах геологоразведочных работ по оконтуриванию Старобинского месторождения Солигорского района Минской области БССР с подсчетом запасов калийных солей по состоянию на 1.10.1966 г. / В. Н. Вишневский, И. И. Зеленцов. – Солигорск, 1966. – 760 с.
3. **Девонские** соленосные формации Припятского прогиба / Р. Г. Гарецкий [и др.]. – Минск : Наука и техника, 1982. – 208 с.
4. **Калийные** соли Припятского прогиба / Р. Г. Гарецкий [и др.]. – Минск : Наука и техника, 1984. – 182 с.
5. **Количественная** и геолого-экономическая оценка ресурсов неметаллических полезных ископаемых : метод. пособие : в 3 т. / Центр. НИИ геологии неруд. полез. ископаемых ; редкол.: Е. М. Аксенов (гл. ред.) [и др.]. – Казань : Новое знание, 2007. – Т. 1 : Агрохимическое сырье. – 207 с.

6. **Корневский, С. М.** Разработка научных основ количественного прогнозирования ископаемых минеральных солей пластовых калиеносных галогенных формаций внутренних синеклиз Русской платформы. Отчет по теме 611 за 1982–1985 гг. / С. М. Корневский, В. А. Шамахов. – Л. : ВСЕГЕИ, 1985. – 190 с.
7. **Лупинович, Ю. И.** О характере выклинивания калийных горизонтов в западной части Припятской впадины / Ю. И. Лупинович, В. З. Кислик, И. И. Зеленцов // Геология и петрография калийных солей Белоруссии. – Минск : Наука и техника, 1969. – С.140–155.
8. **Методические** рекомендации по выделению и обоснованию перспективных участков недр на твердые полезные ископаемые по результатам региональных геолого-геофизических и геолого-съёмочных работ. – СПб. : ВСЕГЕИ, 2018. – 45 с.
9. **Методическое** руководство по оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Вып. 10. Оценка прогнозных ресурсов неметаллических полезных ископаемых. – Казань, 1986. – 48 с.
10. **Методическое** руководство по оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Ч. 4. Оценка прогнозных ресурсов неметаллических полезных ископаемых. – М. : ВНИИ Зарубежгеология, 1989. – 183 с.
11. **Методическое** руководство по оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Вып. 1. Принципы и методы оценки. – СПб. : ВСЕГЕИ, 2005. – 44 с.
12. **Минеральное** сырье. Соли минеральные : справочник / Ю. В. Баталин [и др.]. – М. : ЗАО «Геоинформмарк», 1999. – 73 с.
13. **Отчет** о детальной разведке Краснослободского участка Старобинского месторождения калийных солей Солигорского и Слуцкого районов Минской области БССР, проведенной в 1984–1987 гг. (Северо-Западный объект) / В. Н. Вишневский [и др.]. – Солигорск, 1987. – 193 с.
14. **Петрова, Н. С.** О номенклатуре и классификации соляных пород калиеносных зон Припятского прогиба / Н. С. Петрова, Н. Ю. Денисова // Материалы VIII Университетских геологических чтений «Актуальные проблемы геологии четвертичных отложений», Минск, 46 апреля 2014 г. – Минск, 2014. – С. 52–54.
15. **Петрова, Н. С.** Основные особенности строения и структурно-вещественная характеристика пород IV калийного горизонта Старобинского месторождения / Н. С. Петрова, Н. Ю. Денисова, А. В. Кирикович // Вестник Белорусского государственного университета. Серия: География и геология. – 2018. – № 2. – С. 97–105.
16. **Петрова, Н. С.** Провести сравнительный анализ этапов калиенакопления в условиях Припятского прогиба с учетом особенностей сильвин-карналитообразования и формирования залежей калийных солей / Н. С. Петрова, Э. А. Высоцкий. – Минск, 2001. – 254 с.
17. **Петрова, Н. С.** Специфические особенности калиеносных зон Припятского прогиба / Н. С. Петрова, Э. В. Седун, О. К. Ляхович // Литолого-фациальные и геохимические проблемы соленакопления. – Минск : Наука, 1985. – С. 185–194.
18. **Полезные** ископаемые Беларуси. К 75-летию БелНИГРИ / редкол.: П. З. Хомич (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2002. – 528 с.
19. **Пояснительная** записка к подсчету ресурсов калийных солей Белорусской ССР по состоянию на 01.01.1988 г. – Минск : БелНИГРИ, 1988. – 71 с.
20. **Состав** и структурно-текстурные особенности сильвинитов некоторых глубокозалегающих калийных горизонтов Припятского прогиба / Н. С. Петрова [и др.] // Вещественный состав и генезис твердых полезных ископаемых. – Минск : БелНИГРИ, 1981. – С. 130–142.
21. **Шванов, Ю. Н.** Систематика и классификация осадочных пород и их аналогов / Ю. Н. Шванов. – СПб. : Недра, 1998. – 352 с.
22. **Щербина, В. Н.** Общая характеристика галитовых пород Припятского соляного бассейна / В. Н. Щербина // Труды Института геологических наук АН БССР. – 1961. – Вып. 3. – С. 259–269.
23. **Яржемский, Я. Я.** Микроскопическое изучение галогенных пород / Я. Я. Яржемский. – Новосибирск : Наука, 1966. – 63 с.

Артыкул паступіў у рэдакцыю 29.04.2024

Рэцэнзент Я. Г. Грыбік

ПРАГНОЗНА-МІНЕРАГЕНІЧНАЕ РАЯНАВАННЕ СЯРЭДНЕВЕРХНЕФАМЕНСКОЙ КАЛІЕНОСНОЙ СУБФАРМАЦЫІ Ў МЕЖАХ ТЭРЫТОРЫІ ПРЫПЯЦКАГА ПРАГІНУ

Н. С. Пятрова, Н. Ю. Дзянісава, Н. У. Глаз, К. У. Шастакоў

Дзяржаўнае прадпрыемства «НВЦ па геалогіі»
Філіял «Інстытут геалогіі»
вул. Акадэміка Купрэвіча, 7, 220084, Мінск, Беларусь
E-mail: belnigri@list.ru, denisov.nat@yandex.by

У артыкуле прадстаўлены вынікі прагнозна-мінерагенічных даследаванняў тэрыторыі Прыпяцкага прагіну. Прапанавана методика прагнозна-мінерагенічнага раянавання на калійныя солі (маштаб 1:200 000), заснавана на структурна-фармацыйным аналізе адкладаў саляноснай фармацыі. Ацэнена каліенаснасць тэрыторыі Прыпяцкага прагіну, распрацаваны метадалагічныя асновы раянавання Прыпяцкага каліеноснага басейна. Ахарактарызаваны крытэрыі ўмоў назапашвання калійных солей, абгрунтаваны ацэначныя параметры выдзеленых таксонаў, выкладзена тэхналагічная схема прагнозна-мінерагенічнага раянавання каліеноснай субфармацыі Прыпяцкага прагіну.

Ключавыя словы: прагнозна-мінерагенічнае раянаванне, калійныя солі, радовішчы, перспектывыя ўчасткі, ацэначныя параметры.

FORECAST-MINERAGENIC ZONATION OF THE MIDDLE UPPER FAMENNIAN POTASSIUM-BEARING SUBFORMATION WITHIN THE TERRITORY OF THE PRIPYAT TROUGH

N. Petrova, N. Denisova, N. Hlaz, K. Shestakov

State Enterprise "Research and Production Center for Geology"
Branch "Institute of Geology"
7 Akademika Kuprevicha St, 220084, Minsk, Belarus
E-mail: belnigri@list.ru, denisov.nat@yandex.by

The article presents the results of forecasting and mineragenic studies of the territory of the Pripjat trough. A methodology for predictive mineragenic zoning for potassium salts (scale 1:200,000), based on structural and formational analysis of salt-bearing formation deposits, is proposed. The potassium content of the territory of the Pripjat trough was assessed, and the methodological basis for zoning the Pripjat potassium basin was developed. The criteria for the conditions for the accumulation of potassium salts are characterized, a set of assessment parameters for the identified taxa is substantiated, and a technological scheme for the forecast-mineragenic zoning of the potassium-bearing subformation of the Pripjat Trough is outlined.

Keywords: predictive mineragenic zoning, potassium salts, deposits, promising areas, assessment parameters.

УДК 551.735.1(476–12)

СТРУКТУРА ПОВЕРХНОСТИ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХНЕВИЗЕЙСКОГО ПОДЪЯРУСА НИЖНЕГО КАРБОНА ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

В. И. Толстошеев, П. О. Сахарук

Государственное предприятие «НПЦ по геологии»
 Филиал «Институт геологии»
 ул. Академика Купревича, 7, 220084, Минск, Беларусь
 E-mail: polina.sakharuk@gmail.com

В статье рассмотрено строение поверхности отложений верхнего подъяруса визейского яруса каменноугольной системы Припятского прогиба и сопредельных территорий с использованием уточненной структурной карты названных образований. На карте показано распространение отложений верхнего визе, местами фрагментарное, а в тексте отмечены особенности строения поверхности изученных образований, сформировавшиеся под влиянием разломов и соляной тектоники, и приводится описание выделенных положительных и отрицательных локальных структур.

Ключевые слова: каменноугольная система, нижний отдел, верхневизейский подъярус, Припятский прогиб, Брагинско-Лоевская перемычка, Днепровско-Донецкий прогиб.

ВВЕДЕНИЕ

Представленная статья является продолжением серии публикаций по стратиграфии и тектонике отложений визейского яруса каменноугольной системы и их корреляции в разных частях Припятского прогиба и на смежных с ним структурах [23; 25–27].

В стратиграфической схеме каменноугольных отложений Беларуси [23] рассматриваемый подъярус включает тульский, алексинский, михайловский и веневский горизонты. Поверхность образований верхнего визе является эрозионной и проходит на разных стратиграфических уровнях выделенных горизонтов в зависимости от их структурного залегания в синклинальных зонах или на соляных валах и поднятиях.

Для составления структурной карты поверхности верхневизейских отложений Припятского прогиба и сопредельных территорий были проанализированы геолого-геофизические материалы, полученные в результате проведения геологических исследований прошлых лет, изучены разрезы более 1000 скважин, вскрывших отложения верхнего визе, проведено расчленение данных разрезов в соответствии с современными стратиграфическими схемами, рассчитаны абсолютные отметки поверхности изучаемых образований. Основное внимание в статье уделено особенностям залегания поверхности образований верхневизейского подъяруса, сформировавшимся под влиянием разломов и соляной тектоники.

Исследования выполнены в рамках НИР «Геологическое строение отложений визейского яруса нижнего карбона Припятского прогиба и сопредельных территорий и оценка их перспектив на полезные ископаемые» подпрограммы «Белорусские недра» Государственной программы научных исследований

«Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 годы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Краткий обзор геолого-геофизической изученности каменноугольных образований юго-восточной части территории Беларуси приведен в предыдущих публикациях по стратиграфии и тектонике каменноугольных отложений [23; 25; 27]. В данной статье остановимся только на отдельных важных моментах, касающихся изучения верхневизейских отложений Припятского прогиба и сопредельных территорий.

Историю изучения визейских отложений нижнего карбона Припятского прогиба и сопредельных территорий можно разделить на три периода: первый – 1948–1964 гг., второй – 1965–1990 гг., третий – с 1991 г. и по настоящее время.

Первый период (1948–1964 гг.) характеризуется расширением работ по накоплению геологических данных о глубинном геологическом строении осадочного чехла Припятского прогиба и сопредельных территорий с использованием геофизических методов разведки и бурением как глубоких, так и мелких скважин на различные полезные ископаемые (нефть, калийные соли, уголь, редкие элементы и др.).

В 1948–1952 гг. на территории Припятского прогиба были пробурены Домановичская и Мозырская опорные и несколько нефтепоисковых скважин на Наровлянской и Ельской площадях на юге прогиба, которые вскрыли каменноугольные (включая верхневизейские) отложения, впоследствии палеонтологически изученные.

В 1949 г. Н. Е. Бражникова из прослоев известняков серой глинисто-мергельной толщи Доманович-

ской опорной скважины (инт. 1329–1372 м) определила фораминиферы и впервые палеонтологически доказала присутствие отложений визейского яруса нижнего карбона на территории Беларуси [13].

В 1953 г. в северо-западной части Днепровско-Донецкого прогиба трестом «Укрвостокнефтегазразведка» была пробурена Черниговская опорная скважина № 1 [4]. В составе визейских отложений выделены образования яснополянського (тульский горизонт) и окского (алексинский, михайловский и веневский горизонты) подъярусов. К тульскому горизонту отнесена условно самая нижняя часть визейских отложений в интервале 1570–1587 м, залегающая на сильно выветрелых каолинизированных и пиритизированных туфах верхнего девона. Отложения алексинского, михайловского и веневого горизонтов установлены на основании определения фауны фораминифер, брахиопод, остракод и водорослей, содержащихся в известняках серых и темно-серых, органогенных. В 1959 г. В. К. Голубцов и Г. И. Кедо [10] палеонтологически обосновали выделение в разрезе Черниговской скважины № 1 сталиногорского (бобриковского) и тульского горизонтов. В песчано-глинистых образованиях горизонтов определены многочисленные споры, а в известняках были встречены и изучены остатки фораминифер.

В 1953 г. в южной части Припятского прогиба (деревня Словечно, Ельский район Гомельской области) Украинским геологическим управлением были пробурены две скважины, вскрывшие образования с прослоями углей и известняков, из последних В. К. Голубцов определил фораминиферы и остракоды верхневизейского возраста [11; 12].

В 1954 г. В. К. Голубцов [11; 12] дал первое стратиграфическое расчленение нижнего карбона в скважинах Ельской депрессии, пробуренных в районе Ельска и Словечно: здесь были выделены сталиногорский, тульский, алексинский и михайловский горизонты визейского яруса.

С 1955 г. началось планомерное изучение каменноугольных отложений Припятского прогиба и сопредельных территорий в связи с поисками бурых углей. В пределах прогиба и на сопредельных структурах было пробурено 110 скважин глубиной до 600–700 м с очень хорошим выходом керна. Из них на Заозерной площади (Ельский район Гомельской области) было пробурено 20 скважин, разрезы каменноугольных отложений которых стали опорными для других площадей Припятского прогиба.

В 1956 г. В. К. Голубцов установил, что в Припятском прогибе контакт сталиногорского (бобриковского) и тульского горизонтов отмечен резко выраженным несогласием, благодаря чему он легко идентифицируется. К отложениям сталиногорско-

го горизонта автор отнес сильно каолинизированную песчано-глинистую толщу. Отложения тульского горизонта В. К. Голубцов расчленил на две части: нижнюю – глинистую и верхнюю – глинисто-известняковую [9].

В 1956 г. Р. М. Пистрак [16] в составе нижнего карбона по литологическим данным выделила три свиты: ельскую (верхняя часть турнейского яруса, сталиногорский и нижняя часть тульского горизонта (визе), словечненскую (верхнетульский – веневский горизонты визе) и мытвинскую (средний карбон).

В 1957 г. В. К. Голубцов [13] на основании изучения фораминифер выполнил стратиграфическое расчленение отложений визейского яруса в разрезах всех пробуренных мелких и глубоких скважин Припятского прогиба. Автор выделил тульский, алексинский и михайловский горизонты с детальным их описанием и для каждого из них привел сравнительную таблицу распространения фораминифер в Припятском прогибе, Подмосквовин котловине, Днепровско-Донецкой впадине и Львовской мульде. Отложения веневого горизонта пока не были выделены, но предполагалось их наличие в верхней глинисто-мергельной части михайловского горизонта. Кроме того, в работе приведены сопоставление 14 разрезов скважин, вскрывших верхневизейские образования, и сводный разрез каменноугольных отложений Припятского прогиба.

В 1959 г. В. К. Голубцов, А. Н. Брусенцов и М. Ф. Усенков составили сводный разрез карбона Припятского прогиба и дали его краткое описание. Был сделан важный вывод, что углеперспективными можно считать практически лишь визейские и башкирские отложения Припятского прогиба. В том же году В. К. Голубцов построил первые литолого-палеогеографические карты каменноугольных (включая визейские) образований Припятского прогиба масштаба 1:1 000 000 и привел в объяснительной записке данные об их стратиграфии, литологии и палеогеографии. Они вошли составной частью в Атлас литолого-палеогеографических карт Русской платформы и ее геосинклинального обрамления [1] и Атлас литолого-палеогеографических карт СССР [2].

В 1961 г. В. К. Голубцов и А. С. Махнач [14], обобщив весь накопленный материал, опубликовали подробные сведения по стратиграфии докембрия, палеозоя и раннего мезозоя. Характеризуя каменноугольные (включая верхневизейские) отложения Припятского прогиба, В. К. Голубцов привел данные не только по их стратиграфии, палеонтологии и палеогеографии, но и по тектонике и палеотектонике. Основываясь на сопоставлении фораминифер из каменноугольных (верхневизейских) образований

Припятского прогиба и соседних районов, он сделал конкретный вывод о соединении в позднем визе морских бассейнов Московской синеклизы, Львовской и Днепровско-Донецкой впадин через Припятский прогиб.

В 1959–1962 гг. в юго-восточной части Припятского прогиба на Стреличевской площади было пробурено несколько мелких скважин на поиски угля (Дроньки 87-у, 98-у, 101-у, 106-у, 108-у; Бабчин 83-у). На основании изучения фораминифер В. К. Голубцов выделил в разрезах этих скважин верхневизейские образования. На названной площади было пробурено также несколько глубоких нефтепоисковых Стреличевских скважин: 1-р (1959 г.), 2-р (1960 г.), 3-р (1961 г.), 4-р (1962 г.) и 5-р (1969 г.). С привлечением палеонтологических данных и материалов ГИС вышеназванных скважин на сейсмических разрезах визейские отложения прослеживались в качестве отражающего горизонта «С», что способствовало уточнению строения платформенного чехла названной части прогиба и залегания визейских образований на Брагинском мегавыступе.

В 1963 г. на западном склоне Гремячского погребенного выступа была пробурена структурная скважина Поддобрнянка 37-к, а на севере Брагинско-Лоевской перемычки – структурные скважины Абакумы 9-к (1963 г.) и Ястребовка 3-к (1967 г.). В разрезах этих скважин на основании изучения фораминифер В. К. Голубцов выделил верхневизейские отложения и расчленил их на горизонты.

Второй период изучения каменноугольных отложений (1965–1990 гг.) характеризуется наиболее широким развертыванием нефтепоисковых, буровых и геофизических работ в Припятском прогибе и сопредельных территориях. В нефтепоисковых скважинах каменноугольные и вышележащие отложения обычно были пройдены без отбора керна. В таких случаях исключительное значение приобретали данные промыслово-геофизических исследований, которые позволили сопоставлять разрезы этих скважин с палеонтологически изученными структурными или пробуренными на другие полезные ископаемые (уголь, давсонит-бокситовые руды и др.) разрезами скважин. На сейсмических разрезах несколько слоев известняков в отложениях верхнего визе (мощность каждого до нескольких метров) геофизики выделили и проследили в качестве отражающего горизонта «С». По поверхности данного горизонта они построили крупномасштабные карты для многих площадей Припятского прогиба и сопредельных структур.

В конце 1960-х гг. в северо-западной части Днепровско-Донецкого прогиба было пробурено более 30 нефтепоисковых скважин на нескольких площадях (Грибоворуднянской, Ведильцевской

и др.). Для этих разрезов выполнено детальное стратиграфическое расчленение верхневизейской толщи пород, увязанное с разрезом Черниговской опорной скважины 1-р. Использование стратиграфических и сейсмических материалов дало возможность построить структурные карты и карты мощностей верхневизейских отложений для данной территории [5; 17].

В 1971 г. опубликована книга «Геология СССР. Т. III. Белорусская ССР» [7]. В этой работе приведены материалы по изучению осадочного чехла в период с 1949 по 1969 г., в том числе и по верхневизейским отложениям, которые в дальнейшем широко использовались для стратиграфических целей и построения различных геологических карт и разрезов визейских отложений.

В период с 1973 по 1980 г. Южная геолого-поисковая партия Белорусской геологоразведочной экспедиции пробурила на Заозерной площади 95 скважин на поиски давсонит-бокситовых руд в отложениях нижнего визе с очень хорошим выходом керна. Полученные материалы позволили провести палеонтологические исследования и значительно уточнить стратиграфию ниже- и верхневизейских образований. Эти данные вошли в региональную стратиграфическую схему каменноугольных отложений 1981 г. [20].

В 1974–1984 гг. В. И. Толстошеевым [24] с единых позиций проведен комплексный анализ и обобщение большого фактического материала по каменноугольным (включая верхневизейские) образованиям. С использованием сейсмических данных и стратиграфических разбивок визейских отложений, выделенных в разрезах всех пробуренных на то время скважин, он построил серию сейсмогеологических разрезов, структурных карт и карт мощностей по отдельным подразделениям визейского яруса и привел описание выделенных на них локальных структур. На этих картах на южной половине Брагинского мегавыступа было показано отсутствие визейских отложений.

В 1984–1989 гг. сейсмические партии 3 и 7 РУП «ПО «Белоруснефть» выполнили большой объем сейсмических работ на Брагинско-Лоевской перемычке. Проведенные здесь сейсмические исследования уточнили мелкоблоковую структуру кристаллического фундамента и средне-верхнедевонских отложений перемычки и позволили проследить простираание многих локальных разрывов. Важную информацию о строении поверхности фундамента и платформенного чехла на всем протяжении этой тектонической структуры дали сейсмические исследования по двум субмеридиональным профилям: XII3/84–85 и XIII3/84–85, а также субширотному профилю V7/86.

В 1981–1990 гг. на территории юго-западной части Припятского прогиба украинская партия № 49

Кировского производственно-геологического объединения осуществляла поисковые работы на некоторые виды полезных ископаемых. В начале этих работ на Лельчицкой площади скважиной № 1 в верхней части каолиновой толщи нижнего визе нижнего карбона были вскрыты угленосные образования. В глинах Г. Н. Сахарова определила споры (скв. 208, инт. 101,4–157,3 м), на основании которых выделила в глинистой толще пород тульский и алексинский горизонты верхнего визе. Всего пробурено в юго-западной части прогиба за отмеченный промежуток времени 600 скважин. Полученные материалы дали возможность уточнить юго-западные границы распространения верхневизейских образований и построить по ним более кондиционные геологические карты и разрезы для вышеназванной территории.

Третий период (с 1991 г. и по настоящее время) характеризуется заметным уменьшением буровых и сейсмических работ и значительным увеличением научных и тематических исследований, направленных на уточнение строения осадочного чехла и перспектив нефтеносности Припятского прогиба.

В 2001 г. была опубликована монография «Геология Беларуси» [5], в которой были проанализированы и обобщены результаты геологических исследований, в том числе и по каменноугольным отложениям. По верхневизейским образованиям представлены подробные материалы по стратиграфии, палеонтологии и тектонике [5, с. 252–255].

В 2010 г. опубликованы новые стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений территории Беларуси и объяснительная записка к ним [22]. В новой схеме визейские образования нижнего карбона, в отличие от стратиграфической

схемы 1981 г. [20], подразделены не на три, а на два подъяруса: нижний (гостовский и бобриковский горизонты) и верхний (тульский, алексинский, Михайловский и веневский горизонты). Все горизонты получили детальное палеонтологическое обоснование, и для каждого из них определены стратотипы. Расчленение верхневизейских образований на горизонты обосновано данными изучения конодонтов, фораминифер, брахиопод, остракод и спор [3; 5; 6; 8; 13; 19; 21; 24].

В 2019–2020 гг. В. И. Толстошеевым, С. А. Кручком и П. О. Сахарук проведено изучение территории Брагинско-Лоевской перемычки и сопредельных с ней структур: восточной части Припятского и северо-западной части Днепровско-Донецкого прогибов. На Брагинско-Лоевской перемычке показаны Брагинский мегавыступ и Лоевская ступень. На мегавыступе с участием субрегиональных разломов выделено несколько крупных тектонических структур, получивших географические названия. Сейсмические материалы дали возможность уточнить залегание каменноугольных (включая верхневизейские) образований на этих структурах [23].

В 2021–2024 гг. В. И. Толстошеев и П. О. Сахарук продолжили изучение геологического строения отложений визейского яруса нижнего карбона Припятского прогиба и сопредельных территорий, в рамках которого проанализировали разрезы более 1000 скважин, вскрывших данные образования, провели их стратиграфическое расчленение и на основании полученных данных построили структурную карту, представленную в данной статье. Наиболее представительные разрезы отложений верхнего визе представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Стратиграфическое расчленение верхневизейских отложений в разрезах скважин Припятского прогиба и сопредельных территорий

№ п/п	Скважина	Альгитуда	Забой	Индекс кровли	Система	Каменноугольная С				Подошва	
					Отдел	Нижний С ₁					
					Ярус	Визейский С _{1v}					
					Подъярус	Верхневизейский (С _{1v2})				Глубина	Индекс
					Горизонт	С _{1vn}	С _{1mh}	С _{1al}	С _{1tl}		
Припятский прогиб											
1	Богутичи 70-у	130,5	Т ₁ kr	Гл. кровли	–	–	326,0	351,3	375,2 –244,7	С ₁ bb	
		Абс. отм. Мощность		–195,5 25,3			–220,8 23,9				
2	Богутичи 76-у	131,6	С ₁ sž	Гл. кровли	548,5	554,4	583,6	611,8	636,8	С ₁ bb	
		Абс. отм. Мощность		–416,9 5,9	–422,8 29,2	–452,0 28,2	–480,2 25,0	–505,2			
3	Словечно 2-с	120,0	Т ₁ kr	Гл. кровли	–	326,5	336,5	365,0	400,0	С ₁ gs	
		Абс. отм. Мощность		–206,5 10,0		–216,5 28,5	–245,0 35,0	–280,0			
4	Гостов 7-п	144,0	С ₁ sž	Гл. кровли	362,4	383,0	407,6	444,8	462,2	С ₁ bb	
		Абс. отм. Мощность		–218,4 20,6	–239,0 24,6	–263,6 37,2	–300,8 17,4	–318,2			

Окончание табл. 1

№ п/п	Скважина	Альtitуда Забой	Индекс кровли	Система	Каменноугольная С				Подошва	
				Отдел	Нижний С ₁					
				Ярус	Визейский С _{1v}					
				Подъярус	Верхневизейский (С _{1v2})				Глубина	Индекс
				Горизонт	С _{1vn}	С _{1mh}	С _{1al}	С _{1tl}		
5	Гостов 31-п	146,0 1108,0	C _{1sz}	Гл. кровли Абс. отм. Мощность	822,0 -676,0 13,5	835,5 -689,5 37,0	872,5 -726,5 28,0	900,5 -754,5 40,0	940,5 -794,5	C _{1bb}
6	Движки 22-у	142,0 670,3	C _{1sz}	Гл. кровли Абс. отм. Мощность	263,2 -121,2 7,2	270,4 -128,4 26,2	296,6 -154,6 33,7	330,3 -188,3 19,3	349,6 -207,6	C _{1bb}
7	Движки 44-у	148,5 741,0	C _{1sz}	Гл. кровли Абс. отм. Мощность	600,5 -452,0 13,2	613,7 -465,2 31,5	645,2 -496,7 41,8	687,0 -538,5 46,2	733,2 -584,7	C _{1bb}
8	Движки 67-у	141,1 624,3	C _{1sz}	Гл. кровли Абс. отм. Мощность	337,0 -195,9 12,0	349,0 -207,9 35,0	384,0 -242,9 45,5	429,5 -288,4 28,5	458,0 -316,9	C _{1bb}
9	Движки 93-у	140,0 1170,6	C _{1sz}	Гл. кровли Абс. отм. Мощность	1059,2 -919,2 12,2	1071,4 -931,4 29,2	1100,6 -960,6 30,8	1131,4 -991,4 28,6	1160,0 -1020,0	C _{1bb}
10	Осташковичи 11-к	137,3 1727,8	C _{1sz}	Гл. кровли Абс. отм. Мощность	1047,5 -910,2 26,5	1074,0 -936,7 17,0	1091,0 -953,7 19,0	1110,0 -972,7 30,0	1140,0 -1002,7	C _{1bb}
11	Иваньковщина 109-у	150,0 727,4	C _{2b}	Гл. кровли Абс. отм. Мощность	- 25,2	613,0 -463,0 25,2	638,2 -488,2 25,8	664,0 -514,0 30,0	694,0 -544,0	C _{1bb}
12	Тереховская 35-р	144,0 3600,0	P _{3dd}	Гл. кровли Абс. отм. Мощность	- 25,0	298,5 -154,5 25,0	323,5 -179,5 23,2	346,7 -202,7 14,8	361,5 -217,5	C _{1gs}
13	Пионерская 1-р	136,9 3501,0	P _{3dd}	Гл. кровли Абс. отм. Мощность	- -	- -	305,0 -168,1 17,0	322,0 -185,1 9,0	331,0 -194,1	C _{1gs}
Брагинско-Лоевская перемычка										
14	Ястребовка 3-к	128,8 1930,0	C _{1sz}	Гл. кровли Абс. отм. Мощность	- -	- -	830,0 -701,2 25,0	855,0 -726,2 15,0	870,0 -741,2	D _{3el}
15	Абакумы 9-к	114,0 1200,0	C _{1sz}	Гл. кровли Абс. отм. Мощность	- 29,0	938,0 -824,0 29,0	967,0 -853,0 20,0	987,0 -873,0 10,0	997,0 -883,0	D _{3zd-el}
16	Шарпиловская 1-р	118,3 2810,0	C _{1sz}	Гл. кровли Абс. отм. Мощность	- 16,0	507,0 -388,7 16,0	523,0 -404,7 18,0	541,0 -422,7 14,0	555,0 -436,7	C _{1bb}
17	Ручаевская 1-р	131,9 2392,0	C _{1sz}	Гл. кровли Абс. отм. Мощность	- -	- -	1062,5 -930,6 27,5	1090,0 -958,1 33,0	1123,0 -991,1	D _{3dm-pr}
Северо-западная центриклиналь Днепровского прогиба и Северо-Приднепровская моноклинали										
18	Черниговская 1-р	149,4 2940,0	C _{1sz}	Гл. кровли Абс. отм. Мощность	1436,0 -1286,6 26,0	1462,0 -1312,6 38,0	1500,0 -1350,6 34,0	1534,0 -1384,6 49,0	1583,0 -1428,6	C _{1gs}
19	Гуньковская 218-р	121,5 2345,0	C _{1sz}	Гл. кровли Абс. отм. Мощность	1019,5 -898,0 26,2	1045,7 -924,2 42,8	1088,5 -967,0 21,5	1110,0 -988,5 52,0	1162,0 -1040,5	D _{3črn}
20	Поддобрятка 37-к	138,0 900,0	C _{2b}	Гл. кровли Абс. отм. Мощность	835,0 -697,0 6,0	841,0 -703,0 16,5	857,5 -719,5 13,5	871,0 -733,0 9,0	880,0 -742,0	AR-PR ₁

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Верхневизейские отложения в Припятском прогибе установлены в Предберезинской, Предпервомайской, Предречицкой, Предчервонослободской, Южно-Притокской, Предсколодинской, Преднаровлянской, Северо-Ельской и Южно-Ельской синклинальных зонах, сформировавшихся по поверхности верхнефаменской соленосной толщи между соляными валами под действием соляной тектоники [5; 15]. Процессы галокинеза способствовали накоплению и сохранению в них от размыва образований верхнего визе [24]. В Северо-Шестовичской и на большей части Северо-Конковичской синклинальных зонах верхневизейские отложения отсутствуют.

В западной части Припятского прогиба от размыва сохранились несколько линз верхневизейских образований различной площади. Среди них выделяются поднятия: Копаткевичский предверхневизейский криптодиapiroвый купол с отметками изогипс от –100 до –200 м и амплитудой более 100 м и Северо-Шестовичский диапироидный купол с величинами изолиний от –75 до –100 м и амплитудой более 25 м. Копаткевичский купол входит в состав Копаткевичского вала, а Северо-Шестовичский является частью Конковичского вала [5]. В большой линзе к востоку от Северо-Шестовичского купола частично прослеживается центриклинальное замыкание Северо-Конковичской синклинальной зоны с отметками изогипс от –200 до –400 м и амплитудой свыше 200 м.

Предберезинская синклинальная зона на западе разделяет Чернинский и Березинский соляные валы, в центральной части пролегает между Березинским валом и Северо-Припятским краевым разломом, а на востоке отделяет Первомайский вал от выше-названного разлома [5; 15]. Верхневизейские отложения залегают почти на всем протяжении синклинальной зоны в виде узкого субширотного контура (рис. 1), в пределах которого по поверхности образований верхнего визе выделяются три синклинали: Южно-Кнышевичская (с отметками изогипс –225 и –250 м), узкая Восточно-Искровская (с величинами изолиний –100 и –150 м, амплитудой 50 м) и Южно-Березинская (с отметками изогипс –150 и –200 м, амплитудой 50 м), а также Северо-Первомайская гемисинклиналь с погружением поверхности изучаемых отложений с севера на юг от отметок –150 до –300 м и глубже. В восточной части зоны отдельно расположена Северо-Александровская синклиналь с отметкой изолинии поверхности –175 м, осложненная мульдой по изогипсе –200 м. Поверхность образований верхнего визе здесь погружается с юга на север.

Предпервомайская синклинальная зона ориентирована в субширотном направлении и разделя-

ет Первомайский и Речицкий соляные валы [5; 15]. В ее пределах по поверхности образований верхнего визе выделяются Северо-Василевская синклиналь, Северо-Речицкая гемибрахисинклиналь и Восточно-Осташковичская мульда. В синклинали верхневизейская поверхность погружается от –300 до –400 м, а в осложняющей ее брахисинклинали – до –450 м. Северо-Речицкая малоамплитудная гемибрахисинклиналь показана изогипсой –475 м с наклонной изучаемой поверхности на запад. Восточно-Осташковичская мульда разбита локальным разломом, над поднятым крылом которого поверхность образований верхнего визе залегает на глубине –494 м (скв. Осташковичская 20-р), а в опущенном – достигает –853 м (скв. Осташковичская 23-р) (амплитуда, таким образом, составляет 359 м).

Предречицкая синклинальная зона протягивается в субширотном направлении через всю северную часть Припятского прогиба [5; 15]. Верхневизейские отложения распространены только в ее восточной части, расположенной между Речицким и Малодушинским соляными валами (см. рис. 1). Здесь выделяются Северо-Золотухинская синклиналь, Южно-Речицкая и Восточно-Надвинская мульды, а также Южно-Бабичская межкупольная антиклиналь типа «щита черепахи».

Северо-Золотухинская синклиналь оконтурена изогипсой –1100 м и протягивается с северо-запада на юго-восток, осложняя структурный залив, от северо-западного центриклинального замыкания которого поверхность образований верхнего визе погружается на юго-запад частично в Предчервонослободскую синклинальную зону от –700 до –800 м. Южно-Речицкая мульда показана изогипсой –900 м и осложняет структурный залив со значением изолинии –800 м, отходящий на север от Предмалодушинской синклинальной зоны. К северу от мульды прослеживается структурный залив с отметками изогипс –500 и –600 м, частично ограниченный восточной частью Речицкого регионального разлома. Восточно-Надвинская малоамплитудная мульда показана изогипсой –800 м, она сформировалась между Вышемировским и Ветхинским соляными поднятиями. Южно-Бабичская межкупольная антиклиналь впервые выделена по поверхности отложений верхнего визе с привлечением сейсмических данных, а также четырех скважин: Южно-Бабичская 1-р, Восточно-Бабичская 1-р, Малодушинская 3-р и Барсуковская 2-р, и отображена изогипсой –400 м.

Предчервонослободская синклинальная зона расположена между юго-восточной частью Червонослободского и Бобровичским соляными валами. На ее южном участке установлена оконтуренная

изогипсой –1100 м Южно-Казанская брахисинклинали. В западной и центральной частях зоны поверхность отложений верхнего визе моноклинально погружается с севера на юг к Южно-Казанской брахисинклинали от –400 до –1000 м. На восточном участке зоны вырисовался Березняковский структурный нос типа «щита черепахи» по изолинии –900 м, осложненный в своде малоамплитудным куполом с отметкой –850 м.

Южно-Притокская синклинали зона установлена между Притокским и западным окончанием Малодушинского соляными валами. Под действием соляной тектоники на ее южном участке сформировалась Баженовская межкупольная брахиантиклиналь типа «щита черепахи» (Лампекское поднятие по В. С. Конищеву) [15; 18; 24]. По поверхности отложений верхнего визе данная структура выделяется по изогипсам от –600 до –900 м, амплитуда составляет 300 м. Южное крыло брахиантиклинали приобрело наибольший наклон в сторону Северо-Смагловской гемибрахисинклинали, отображенной изогипсами от –1200 до –1700 м. На северном участке зоны выделена Южно-Притокская брахисинклинали с отметками от –1100 до –1200 м, расположенная между Притокским куполом и локальными поднятиями Малодушинского вала.

Предмалодушинская синклинали зона разделяет Малодушинский и Дудичско-Великоборский соляные валы. В ее пределах выделяются Южно-Золотухинская и Южно-Барсуковская мульды. В первой из них поверхность образований верхнего визе погружается с севера на юг от отметок –1200 до –1900 м, а вторая малоамплитудная мульда показана изогипсой –1100 м. На западном участке синклинали зоны сформировалась Василевичская межкупольная брахиантиклиналь типа «щита черепахи» с отметкой изогипсы –700 м. С двух сторон к ней прижаты два структурных залива с изолиниями –800 и –900 м. В южной части брахиантиклинали локальные разрывы под действием соляной тектоники и растяжения слоев нарушили целостность верхневизейских образований, что нашло отражение и в их поверхности.

Предсколодинская синклинали зона протягивается между восточными частями Шестовичского и Сколодинского соляных валов. В ее пределах по верхневизейской поверхности выделяются Северо-Каменская синклинали и Северо-Мозырская брахисинклинали и три межкупольных поднятия типа «щита черепахи»: Восточно-Казимировская брахиантиклиналь, Гулевичский структурный нос и Северо-Калинковичский купол.

Северо-Каменская синклинали расположена в средней части синклинали зоны между соляными Мышанской и Прудокской брахиантиклиналями и Каменской антиклиналью [15]. Верхневизейская по-

верхность в целом здесь погружается от южного крыла Прудокской брахиантиклинали к Каменской антиклинали от –600 до –2600 м, а непосредственно в Северо-Каменской синклинали от отметок –1400 до –2600 м. Северо-Мозырская брахисинклинали расположена между Гулевичским межкупольным структурным носом и Мозырской соляной брахиантиклиналью, верхневизейская поверхность здесь погружена от –1400 до –1700 м, амплитуда составляет 300 м. Гулевичский структурный нос по рассматриваемой поверхности прослеживается на глубинах от –700 до –1200 м и простирается с востока на запад. Северо-Калинковичский купол показан изогипсой –900 м. Юго-восточнее купола по поверхности образований верхнего визе прослеживается (частично) западная периклиналь Дудичского солевого купола. В западной части синклинали зоны между Казимировским и Каменским соляными поднятиями по верхневизейской поверхности выделяется Восточно-Казимировская межкупольная брахиантиклиналь с отметками изогипс от –700 до –800 м и небольшим куполом на южном участке, оконтуренным изолинией –600 м. Брахиантиклиналь, в свою очередь, осложняет структурный нос с изогипсами от –900 до –1000 м.

В пределах *Преднаровлянской синклинали* зоны отложения верхнего визе встречаются только в ее средней части и залегают между восточной частью Сколодинского и западной частью Наровлянского соляных валов. Особенность синклинали зоны заключается в том, что в результате течения соли в конце позднего девона, карбоне, перми и раннем триасе северные и южные крылья вначале первичных, а затем вторичных синклиналей и мульд загнулись в сторону соляных валов с образованием крупной Заозерной межкупольной антиклинали типа «щита черепахи» [15; 24]. По поверхности верхневизейских образований она выделяется изогипсами от –200 до –400 м, амплитудой более 200 м. Северное крыло антиклинали приобрело больший наклон по сравнению с южным из-за более активных процессов соляной тектоники и погружается к Каменской соляной антиклинали от –400 до –900 м и глубже. Сводовая часть Заозерной антиклинали осложнена Южно-Заозерной и Северо-Заозерной брахиантиклиналями с отметками изогипс –200 и –300 м. Южная периклинали часть антиклинали по поверхности образований верхнего визе нарушена локальными разрывами, образовавшимися в процессе растяжения слоев под действием соляной тектоники [15; 28]. Южнее антиклинали сформировалась Северо-Кустовницкая мульда, оконтуренная изолинией –800 м. Данная структура, совместно с Западно-Кустовницкой брахисинклиной, осложняет синклинали, отделяющую Заозерную антиклиналь от Наровлянского вала.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ К РИСУНКУ 1



Площади распространения верхневизейских отложений



Контурные локальных поднятий поверхности верхнефаменских соленосных отложений



Изогипсы поверхности верхневизейских отложений



Выступы кристаллического фундамента

Разломы:

краевые суперрегиональные
(1 – Северо-Припятский, 2 – Южно-Припятский,
3 – Северо-Днепровский)региональные
(4 – Верхнеднепровский)субрегиональные
(5 – Мокрецкий)локальные
(6 – Ясенский)

Погребенные разломы:

региональные
(7 – Лоевский)

субрегиональные



локальные

Тектонические структуры:

А – Припятский прогиб

Б – Украинский щит

В – Брагинско-Лоевская перемычка

Г – Гремячий погребной выступ

Д – Днепровско-Донецкий прогиб

Тектонические структуры Брагинско-Лоевской перемычки:

1 – Кулажинский выступ

2 – Дублинский горст

3 – Алексеевская ступень

4 – Ручаевский грабен

5 – Колпенский горст

6 – Лоевская ступень

Локальные структуры верхневизейских отложений

Антиклинали, брахиантиклинали, купола, структурные носы

- 1 – Березняковский структурный нос
- 2 – Баженовская брахиантиклиналь
- 3 – Василевская брахиантиклиналь
- 4 – Южно-Бабичская антиклиналь
- 5 – Вышемировский купол
- 6 – Шарпиловский структурный нос
- 7 – Копаткевичский купол
- 8 – Северо-Шестовицкий купол
- 9 – Восточно-Казимировская брахиантиклиналь
- 10 – Гулевичский структурный нос
- 11 – Северо-Калинковичский купол
- 12 – Северо-Хойникская брахиантиклиналь
- 13 – Заозерная антиклиналь
- 14 – Северо-Заозерная брахиантиклиналь
- 15 – Южно-Софиевская брахиантиклиналь
- 16 – Гребеневский структурный нос
- 17 – Скородненский структурный нос
- 18 – Погонновский структурный нос
- 19 – Познопаловская брахиантиклиналь
- 20 – Гуньковская брахиантиклиналь
- 21 – Довжиковская брахиантиклиналь
- 22 – Ведильцевская брахиантиклиналь

Синклинали, гемисинклинали, брахисинклинали, мульды

- 23 – Южно-Кнышевичская синклиналь
- 24 – Восточно-Исковская синклиналь
- 25 – Южно-Березинская синклиналь
- 26 – Северо-Первомайская гемисинклиналь
- 27 – Северо-Александровская синклиналь
- 28 – Восточно-Осташковичская мульда
- 29 – Северо-Василевская синклиналь
- 30 – Южно-Казанская брахисинклиналь
- 31 – Северо-Смагловская гемибрахисинклиналь
- 32 – Южно-Притокская брахисинклиналь
- 33 – Северо-Золотухинская синклиналь
- 34 – Южно-Речицкая мульда
- 35 – Восточно-Надвинская мульда
- 36 – Южно-Золотухинская мульда
- 37 – Южно-Барсуковская мульда
- 38 – Южно-Великобобровская брахисинклиналь
- 39 – Северо-Каменская синклиналь
- 40 – Северо-Мозырская брахисинклиналь
- 41 – Западно-Кустовницкая брахисинклиналь
- 42 – Северо-Кустовницкая мульда
- 43 – Южно-Лельчицкая мульда
- 44 – Восточно-Дубровская мульда
- 45 – Южно-Валавская брахисинклиналь
- 46 – Южно-Николаевская мульда
- 47 – Вербовичская гемисинклиналь
- 48 – Боровицкая мульда
- 49 – Поддобрная брахисинклиналь
- 50 – Олишевская мульда
- 51 – Черниговская брахисинклиналь
- 52 – Северо-Ведильцевская брахисинклиналь
- 53 – Северо-Речицкая гемибрахисинклиналь

Скважины

- параметрические
- нефтяные глубокие
- ⊕ солевые
- сланцевые
- структурные
- на поиски углей карбона
- на поиски редких элементов
- гидрогеологические
- прочие

D₃pl

Стратиграфические индексы:

полесский надгоризонт фаменского яруса девонской системы

D₃ev-črn

евлановский надгоризонт – чернинский горизонт франского яруса девонской системы



сейсмические профили



государственная граница Республики Беларусь

Северо-Ельская синклинали зона расположена между Анисимовским и Наровлянским соляными валами на севере и Ельским валом на юге [5; 15]. Зона вытянута преимущественно в субширотном направлении, но на западе ее простирает резко меняется на субмеридиональное. Верхневизейские отложения залегают только в западной и средней частях синклинали зоны и отсутствуют в ее восточной части [24].

По поверхности отложений верхнего визе в западной части зоны выделяются Южно-Лельчицкая мульда с величинами изолиний –1300 и –1400 м, Южно-Софиевская межкупольная брахиантиклиналь типа «щита черепахи», оконтуренная изогипсами –600 и –700 м и нарушенная локальными разрывами, образовавшимися под действием соляной тектоники, а также две моноклинали: первая из них погружается на юго-восток в сторону Южно-Лельчицкой мульды от –400 до –1200 м, а вторая наклонена с запада на восток от Южно-Софиевского межкупольного поднятия к Ельскому валу от –1000 до –1800 м.

На западном участке средней части синклинали зоны верхневизейская поверхность моноклинально погружается с востока на запад к Анисимовскому соляному поднятию от –600 до –1600 м, а на восточном образовалась Западно-Кустовницкая брахисинклинали с отметками изогипс –800 и –900 м, осложняющая южный участок синклинали, отделяющий Заозерную антиклиналь от Наровлянского вала.

Южно-Ельская синклинали зона вытянута преимущественно в субширотном направлении между Ельским валом на севере и Выступовичской зоной поднятий на юге. По поверхности верхневизейских отложений зона включает Восточно-Дубровскую и Южно-Николаевскую мульды, Южно-Валавскую брахисинклинали и Вербовичскую гемисинклинали. Из положительных локальных структур на карте (см. рис. 1) показано несколько структурных носов, среди которых отмечены наиболее крупные: Гребеневский и Скородненский.

Восточно-Дубровская мульда оконтурена изогипсой –800 м и образовалась возле Западно-Валавской соляной брахиантиклинали и отходящего на юг от нее структурного носа. Верхневизейская поверхность моноклинально погружается с запада на восток в сторону мульды от 0 до –700 м. Южно-Валавская брахисинклинали прижата к южному крылу Ельского вала и отображена изолиниями от –800 до –1300 м. Данная структура образовалась между двумя указанными выше структурными носами. Гребеневский структурный нос показан изолиниями от 0 до –700 м, верхневизейская поверхность

здесь приобрела наклон на север, к Ельскому валу. Скородненский структурный нос отображен изогипсами с отметками от –200 до –300 м, а его восточный периклинальный участок, направленный на восток, четко выделяется в поверхности образований верхнего визе. Южно-Николаевская малоамплитудная мульда показана изогипсой –425 м и сформировалась между Николаевским соляным поднятием и Скородненским структурным носом. В восточной части рассматриваемой синклинали зоны возле Ельского вала под действием соляной тектоники образовалась Вербовичская синклинали, представленная из-за частичного размыва образований верхнего визе в виде гемисинклинали с отметками изолиний от –1000 до –1100 м. Она осложнена мульдой с величиной изогипсы –1200 м. Верхневизейская поверхность в восточной части Южно-Ельской синклинали зоны моноклинально погружается с юга на север к гемисинклинали от –300 до –1000 м. К востоку от гемисинклинали показан структурный нос с наклоном на запад от отметок –500 до –1000 м.

Выступовичская зона поднятий расположена между Южно-Ельской синклинали зоной на севере и Южно-Припятским краевым разломом на юге. На территории зоны поднятий верхневизейские отложения отсутствуют из-за размыва, в том числе и на выделенном Гребеневском и Скородненском структурных носов.

На восточную часть Припятского прогиба заходит окончание северо-западной центриклинали Днепровского прогиба, с изогипсами от –600 до –800 м, от которого на запад и юг отходят два структурных залива по изолинии –500 м. Между Великоборской диапироидной антиклиналью и западным окончанием центриклинали под действием соляной тектоники образовались малоамплитудные Южно-Великоборская брахисинклинали с изолинией –525 м и Северо-Хойникская брахиантиклиналь с изолинией –500 м. Лоевский региональный разлом, в отличие от нижневизейских отложений, в поверхности образований верхнего визе не проявляется.

Брагинский мегавыступ разделяет Припятский и Днепровский прогибы и включает Кулажинский выступ, Дублинский и Колпенский горсты, Алексеевскую ступень и Ручаевский грабен [23]. Верхневизейские отложения отсутствуют на Кулажинском выступе фундамента и на большей части Дублинского горста и Алексеевской ступени.

На Дублинском горсте рассматриваемые отложения сохранились от размыва только на крайнем западном погребенном блоке, ограниченном Лоевским и Ясенским разломами. Южный фланг последнего оказался перекрытым породами верхнего визе, и на юго-западном участке горста образовалась Бо-

ровицкая мульда по изогипсе –400 м, осложняющая структурный залив с отметкой –300 м. К западу от мульды над приподнятым мелким блоком фундамента сформировался Погонновский структурный нос с величиной изогипсы –300 м.

На Алексеевской ступени отложения верхнего визе распространены только на погребенном юго-западном участке, на котором изучаемая поверхность погружается с юга на север от –550 до –600 м. На карте (см. рис. 1) показано, что южный фланг Верхнеднепровского регионального и Мокрецкий субрегиональный разломы ограничивают распространение верхневизейских образований в средней части мегавыступа а в восточной части – отделяют его от Днепровского прогиба.

На северной части мегавыступа, включающей Ручаевский грабен и Колпенский горст, а также на сопредельной Лоевской ступени сохраняется наклон поверхности отложений верхнего визе с запада на восток от –900 до –1100 м.

На территории *северо-западной центриклинали Днепровского прогиба* погружение изучаемой поверхности изменяется с западного на юго-восточное от глубин –1200 до –2200 м и глубже. Здесь в верхневизейской поверхности проявилось несколько локальных разрывов и сформировался ряд локальных положительных и отрицательных структур. Из локальных поднятий на карте отмечена Ведильцевская брахиантклиналь с величиной изолинии –1000 м, северное крыло которой нарушено разломом. Помимо указанной выше, на карте (см. рис. 1) отмечены также малоамплитудные Познопаловская, Гуньковская и Довжиковская брахиантклинали с отметками изогипс –800, –900 и –1700 м, соответственно, а также несколько структурных носов. Среди отрицательных локальных структур выделяются Олишевская мульда возле Северо-Днепровского краевого разлома с глубинами погружения поверхности верхневизейских образований от –1200 до –1600 м; на крайнем юго-востоке (в рамках карты) – Черниговская брахисинклиналь по изолинии –2200 м, осложняющая структурный залив с отметкой изогипсы –2000 м; севернее Ведильцевской брахиантклинали расположена Северо-Ведильцевская брахисинклиналь с изолинией –1600 м, а южнее – Южно-Ведильцевская брахисинклиналь с отметками глубин –1200 м и глубже (за рамкой карты), также осложняющая структурный залив (с отметкой изогипсы –1100 м). Между Днепровской северо-западной центриклиналью и зоной пересечения Северо-Припятского и Северо-Днепровского разломов обособился Шарпиловский структурный нос, в котором верхневизейская поверхность погружается на юго-восток от –400 до –700 м. Западная часть

структурного носа расположена над погребенной Речицко-Шатилковской ступенью Припятского грабена, а восточная в виде периклинали заходит на северный борт Днепровского прогиба, который выделяется в качестве Северо-Приднепровской моноклинали [23].

Северо-Днепровский краевой разлом показан на карте (см. рис. 1) нарушающим сплошность верхневизейских отложений. К северу от него, на западном окончании Северо-Приднепровской моноклинали образования верхнего визе широко распространены – здесь сформировалась Поддобрянская брахисинклиналь с отметкой изогипсы –700 м, к югу от которой верхневизейская поверхность моноклинально погружается на юго-восток от –700 до –1400 м.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Верхневизейские отложения нижнего карбона широко распространены в Припятском прогибе, где залегают фрагментарно, преимущественно в синклинальных зонах, образованных соляной тектоникой в верхнефаменской соленосной толще при участии разломов кристаллического фундамента. На соляных валах верхневизейские отложения отсутствуют вследствие их размыва.

Распространение верхневизейских отложений в Припятском прогибе ограничено Северо- и Южно-Припятскими краевыми разломами. В восточной части прогиба рассматриваемые образования образуют сплошной чехол и прослеживаются в пределах северной части Брагинско-Лоевской перемычки и северо-западной части Днепровско-Донецкого прогиба, представляющего собой центриклинальное замыкание, а также на территории его северного борта (Северо-Приднепровская моноклинали), но их сплошность здесь нарушена Северо-Днепровским краевым разломом.

На Алексеевской ступени и Дублинском горсте Брагинского мегавыступа образования верхнего визе в основном отсутствуют из-за размыва, их простираие на эти структуры ограничивают Мокрецкий субрегиональный и южный фланг Верхнеднепровского регионального разломов.

Поверхность верхневизейских отложений является неоднородной (гетерохронной) в выделенных структурах Припятского прогиба и на смежных территориях. Из-за размывов она прослеживается на разных уровнях выделенных горизонтов верхнего визе: в осевых частях синклиналей и мульды поверхность проходит по кровле веневского горизонта, а на склонах соляных валов и других поднятий – опускается до тульского горизонта и даже полного выклинивания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. **Атлас** литолого-палеогеографических карт Русской платформы и ее геосинклинального обрамления. Ч. 1. Поздний докембрий и палеозой. Масштаб 1:5 000 000. – М. ; Л., 1961. – 47 с.
2. **Атлас** литолого-географических карт СССР. Т. 2. Девонский, каменноугольный и пермский периоды. – М. : ГУГК, 1969. – 65 с.
3. **Белоусова, Г. А.** Нижнекаменноугольные отложения Припятской впадины (стратиграфия, палеогеография, брахиоподы) : автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук / Г. А. Белоусова. – Минск, 1970. – 26 с.
4. **Витенко, В. А.** Черниговская опорная скважина. Опорные скважины СССР / В. А. Витенко // Тр. ВНИГРИ. – Л. : Гостехиздат, 1960. – Вып. XXIV. – С. 5–52.
5. **Геология** Беларуси / А. С. Махнач [и др.]. – Минск : Институт геологических наук НАН Беларуси, 2001. – 815 с.
6. **Геология** и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Стратиграфия / Д. Е. Айзенберг [и др.]. – Киев, 1988. – 148 с.
7. **Геология** СССР. Т. III. Белорусская ССР. Геологическое описание / ред. П. А. Леонович. – М. : Недра, 1971. – 453 с.
8. **Голубцов, В. К.** Ассоциации фораминифер и корреляция намяра Припятской впадины и северной окраины Донбасса / В. К. Голубцов, В. И. Курилин // Фауна и стратиграфия палеозоя и мезозоя Прибалтики и Белоруссии. – Вильнюс : Минтис, 1975. – С. 93–104.
9. **Голубцов, В. К.** К вопросу о нижней границе и объеме тульского горизонта нижнего карбона в Припятском прогибе / В. К. Голубцов // Докл. АН СССР. – 1956. – Т. 111, № 6. – С. 1305–1307.
10. **Голубцов, В. К.** К находке отложений яснополянского подъяруса нижнего карбона в Черниговской опорной скважине / В. К. Голубцов, Г. И. Кедо // Докл. АН СССР, 1959. – Т. 127, № 1. – С. 159–161.
11. **Голубцов, В. К.** О нижнекаменноугольных отложениях района Ельска (Припятское Полесье) / В. К. Голубцов // Докл. АН СССР. – 1954. – Т. 97, № 1. – С. 133–135.
12. **Голубцов, В. К.** О нижнекаменноугольных отложениях района Словечно / В. К. Голубцов // Изв. АН БССР. – 1954. – № 2. – С. 127–133.
13. **Голубцов, В. К.** Стратиграфия и фораминиферы визейского яруса Припятского прогиба / В. К. Голубцов // Палеонтология и стратиграфия БССР. – Минск, 1957. – Сб. 2. – С. 44–209.
14. **Голубцов, В. К.** Фации территории Белоруссии в палеозое и раннем мезозое / В. К. Голубцов, А. С. Махнач. – Минск : Издательство АН БССР, 1961. – 182 с.
15. **Конищев, В. С.** Соляная тектоника Припятского прогиба / В. С. Конищев. – Минск : Наука и техника, 1975. – 150 с.
16. **К стратиграфии** и литологии нижнего карбона Белоруссии / Р. М. Пистрак [и др.] // Известия АН СССР. Серия: Геология. – 1956. – № 4. – С. 51–62.
17. **Лукин, А. Е.** О бобриковском горизонте визейского яруса Днепровско-Донецкой впадины / А. Е. Лукин, Г. И. Вакарчук // Докл. АН СССР. – 1976. – Т. 227, № 4. – С. 939–942.
18. **Некоторые** особенности строения надсолевых девонских и каменноугольных отложений Припятского прогиба в связи с перспективами их нефтегазоносности / Р. Г. Гарецкий [и др.] // Строение и развитие платформенного чехла Белоруссии. – Минск : Наука и техника, 1976. – С. 47–54.
19. **О конодонтах** среднекаменноугольных отложений Белоруссии / В. К. Голубцов [и др.] // Докл. АН СССР. – 1981. – Т. 257. – С. 182–186.
20. **Решения** Межведомственного регионального стратиграфического совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Белоруссии, 1981 г. (с унифицированными стратиграфическими корреляционными таблицами). – Л. : ВСЕГЕИ, 1983. – 135 с.
21. **Стратиграфические** и палеонтологические исследования в Белоруссии / В. К. Голубцов [и др.]. – Минск : Наука и техника, 1978. – 248 с.
22. **Стратиграфические** схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси: объясн. зап. / под ред. С. А. Кручека [и др.]. – Минск : БелНИГРИ, 2010. – 282 с. + приложение из 15 стратиграфических схем.
23. **Строение** поверхности каменноугольных отложений Брагинско-Лоевской седловины и сопредельных территорий / В. И. Толстошеев [и др.] // Литасфера. – 2020. – № 2 (53). – С. 3–20.
24. **Толстошеев, В. И.** Надсолевые девонские и каменноугольные отложения Припятского прогиба / В. И. Толстошеев. – Минск : Наука и техника, 1988. – 150 с.
25. **Толстошеев, В. И.** Стратиграфия и корреляция отложений визейского яруса нижнего карбона в южной части Припятского прогиба / В. И. Толстошеев, П. О. Сахарук // Литасфера. – 2022. – № 2 (57). – С. 24–37.

26. Толстошеев, В. И. Стратиграфия и корреляция отложений визейского яруса нижнего карбона на юго-восточной Беларуси на территориях, сопредельных с Припятским прогибом / В. И. Толстошеев, П. О. Сахарук // Літасфера. – 2023. – № 1 (58). – С. 48–62.

27. Толстошеев, В. И. Стратиграфия и корреляция отложений визейского яруса нижнего карбона в северной части Припятского прогиба / В. И. Толстошеев, П. О. Сахарук // Літасфера. – 2023. – № 2 (59). – С. 14–26.

28. Толстошеев, В. И. Тектоника верхнесолёных девонских и верхнепермских отложений Заозерной антиклинали и соседних структур Припятского прогиба / В. И. Толстошеев, И. Д. Кудрявец // Літасфера. – 2014. – № 2 (41). – С. 59–69.

Артыкул паступіў у рэдакцыю 12.09.2024

Рэцэнзент Я. Г. Грыбiк

СТРУКТУРА ПАВЕРХНІ АДКЛАДАЎ ВЕРХНЕВІЗЭЙСКАГА ПАД'ЯРУСА НІЖНЯГА КАРБОНУ ПРЫПЯЦКАГА ПРАГІНУ І СУМЕЖНЫХ ТЭРЫТОРЫЙ

У. І. Талсташэў, П. А. Сахарук

Дзяржаўнае прадпрыемства «НВЦ па геалогіі»
Філіял «Інстытут геалогіі»
вул. Акадэміка Купрэвіча, 7, 220084, Мінск, Беларусь
E-mail: polina.sakharuk@gmail.com

У артыкуле разгледжана будова паверхні адкладаў верхняга пад'яруса візэйскага яруса каменнавугальнай сістэмы Прыпяцкага прагіну і сумежных тэрыторый з выкарыстоўваннем удакладненай структурнай карты названых утварэнняў. На карце паказана распаўсюджванне адкладаў верхняга візэ, месцамі фрагментарнае, а ў тэксце адзначаны асаблівасці будовы паверхні вывучаных утварэнняў, якія сфармаваліся пад уплывам разломаў і саляной тэктонікі, і прыводзіцца апісанне выдзеленых станоўчых і адмоўных лакальных структур.

Ключавыя словы: каменнавугальная сістэма, ніжні аддзел, верхневізэйскі пад'ярус, Прыпяцкі прагін, Брагінска-Лоеўская перамычка, Дняпроўска-Данецкі прагін.

SURFACE STRUCTURE OF THE UPPER VISEAN DEPOSITS OF THE LOWER CARBONIFEROUS OF THE PRIPYAT TROUGH AND ADJACENT TERRITORIES

V. Tolstosheev, P. Sakharuk

State Enterprise "Research and Production Center for Geology"
Branch "Institute of Geology"
7 Akademika Kuprevicha St, 220084, Minsk, Belarus
E-mail: polina.sakharuk@gmail.com

The article describes structure of the surface of the Upper Visean deposits of the Carboniferous system of the Pripyat trough and adjacent territories using an updated structural map of the named formations. The map shows the distribution of the Upper Visean deposits, fragmentary in places, and the text notes the structural features of the studied surface, formed under the influence of faults and salt tectonics, and provides a description of the identified positive and negative local structures.

Keywords: Carboniferous System, Lower Series, Upper Visean substage, Pripyat trough, Bragin-Loev structural bridge, Dnieper-Donets trough.

УДК 551.24+83(575.1)

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ В ПАЛЕОЗОЕ НА ТЕРРИТОРИИ КИТАБСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА (РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН)

З. М. Абдуазимова, О. Я. Колдибеков, Б. Р. Сorieв, О. Х. Лукмонов

Институт минеральных ресурсов
Отдел биостратиграфии и геохронологии
Мингеологии РУз
ул. Олимлар, 64, 100164, Ташкент, Узбекистан
E-mail: zoja.abduazimova@mail.ru, oybek-29-12-1980@bk.ru

Статья посвящена комплексной интерпретации геологических данных: определены характер формаций, время их образования, распространение; проведен анализ их временной и латеральной последовательности. Это позволило установить закономерности развития и смену геодинамических обстановок во времени, определить строение и основные этапы формирования палеозойских структур земной коры Китабского террейна.

Ключевые слова: Китабский геологический национальный природный парк, Заравшано-Алайская структурно-формационная зона, Казахско-Киргизский континент, ходжакурганская свита, акбасайская свита, ятавлукская свита, мадмонская свита.

Площадь Китабского геологического национального природного парка (Китабского ГНПП) относится к Заравшано-Алайской структурно-формационной зоне южного сегмента Южнотяньшанского складчатого пояса, возникшего в результате субдукции океанической плиты под Казахско-Киргизский континент. На территории Китабского ГНПП покровно-складчатый комплекс образовался в результате коллизии и закрытия Туркестанского и Зарафшанского океанических бассейнов в конце среднего – позднем карбоне. Характерной особенностью его является чешуйчато-складчатое и складчато-блоковое строение разрезов палеозойских образований с широким проявлением крупнотопавших разломов сбросового и взбросово-надвигового типов.

Реконструкция геодинамических обстановок проведена с учетом геологических, палеогеографических, биостратиграфических материалов, полученных в процессе специализированных исследований палеозойских отложений Китабского национального парка А. И. Кимом, М. В. Ериной, Ю. Н. Апекиным, В. Г. Хариным, Е. Г. Федоровым, Э. М. Ким, Е. С. Цмейрек, У. Д. Рахмоновым и др. за период с 1975 по 2015 г. [2; 3; 4; 5; 6; 7]. Имеющиеся данные проинтерпретированы в свете современных знаний наук о Земле.

Позднеордовикская эпоха характеризуется проявлением процессов субдукции на конвергентной (активной) окраине континента, развитием островной дуги, активной гидродинамикой и появлением надсубдукционного вулканизма. Прекращение вулканической деятельности с заверше-

нием развития островодужной системы происходит в самом конце позднего ордовика. В это время территория была несколько приподнята, где осадки не отлагались. Явления, происходящие в конце ордовика, совпали с глобальным событием – континентальным оледенением Гондваны, отголоски которого на исследуемой территории фиксируются наступлением регрессивного режима и перерывом в осадконакоплении [1]. На активной окраине были сформированы вулканогенно-терригенная – O_3k и карбонатно-вулканогенно-терригенная – $O_3a\delta$ формации, представленные шахриамонской свитой – O_3 .

Вулканогенно-терригенная формация мощностью 295 м составляет карадокскую часть шахриамонской свиты, сложенную в низах разреза ритмично переслаивающимися кварцевыми алевролитами, аргиллитами с прослоями и мощными (до 100 м) линзовидными телами полимиктовых песчаников и гравелитов. В алевролитах и песчаниках присутствует морская фауна. Верхняя часть представлена преимущественно грубообломочными породами: полимиктовыми и туфогенными песчаниками, гравелитами, конгломератами, конглобрекциями и вулканогенными породами. Вулканическая деятельность, по данным Ф. К. Диваева и др. [8], реализовалась излиянием лав кислого состава, выбросами пирокластического материала (туфы, тефры) и развитием поля вулканогенных пород, представленного риолитами, их туфами, туффитами, туфопесчаниками. Грубообломочные породы в разрезе являются результатом лавинной седиментации систем гравитационного перемещения смешанно-

го вулканогенно-осадочного вещества с активной окраины континента. Образования формации были сформированы в краевой части крупного массива, прилегающего к фронтальной части вулканической дуги, развитой на конвергентной окраине континента. Такие области, характеризующиеся частыми землетрясениями, вызывавшими скоростную лавинную седиментацию, были, вероятно, приурочены к удаленному шельфу (или континентальному склону).

Карбонатно-вулканогенно-терригенная формация – О₃аš (мощность 20–80 м) сложена ашгилской частью шахриамонской свиты, представленной полимиктовыми песчаниками, ритмично переслаиваемыми с алевролитами, гравелитами, песчано-глинистыми известняками и известковистыми песчаниками; наблюдаются линзы кремней, туфов риолитов и туфопесчаников (рис. 1, 2). В верхней части разреза преобладают брахиоподовые, кораллово-брахиоподовые, водорослевые известняки и толстослоистые доломиты с угловатыми обломками кремнистой породы и кварца. По всему разрезу, за исключением верхов разреза, по-

роды содержат органические остатки ашгилла. Отсутствие фоссилий на границе ордовика и силура объясняется вымиранием позднеордовикской биоты в результате сильнейшего похолодания на планете и регрессии, обусловленных глобальным континентальным оледенением Гондваны, отголоски которого проявились и на территории национального парка.

Осадконакопление формации происходило в прибрежно-морских условиях в пределах островодужной системы, но на некотором удалении от деятельности вулканов в субтропических широтах, оптимальных для развития теплолюбивой биоты. Некоторое понижение температуры, произошедшее в самом конце ордовика, и наступивший регрессивный режим вызвали массовое вымирание теплолюбивых сообществ организмов. Формирование осадков осуществлялось в активной сеймотектонической и гидродинамической среде на активной окраине континента (рис. 3), где заметную роль играла подводная денудация. В самом конце позднего ордовика прекратилось развитие островодужной системы.



Рисунок 1 – Алевролиты с прослоями кварцевых песчаников. Обикалонские слои, сай Зинзильбан



Рисунок 2 – Песчано-глинистые известняки с прослоями косослоистых известковистых песчаников, арчалыкские слои, ур. Шахриомон

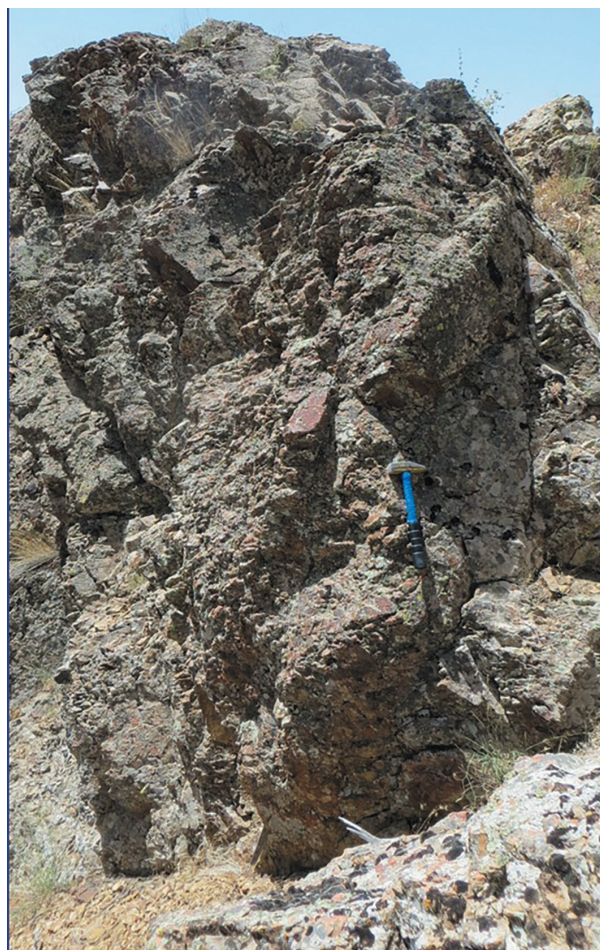


Рисунок 3 – Внешний облик пород жерла вулкана, район г. Каратаг

После окончания позднеордовикского (ашгиллского) оледенения, регрессии и таяния ледников уровень Мирового океана, в том числе и в Зеравшанском бассейне, существенно повысился. Начавшаяся силурийская трансгрессия охватила большую часть ставших тектонически стабильными окраин континента. Доминирующей формой рельефа пассивной континентальной окраины стала карбонатная платформа, на которой возникли мелководные бассейны, где в условиях наступившего жаркого аридного климата отлагались карбонатные осадки и развилась морская бентосная биота. Воды образовавшегося мелководного бассейна в условиях жаркого климата подвергались мощному испарению, что способствовало насыщению водной среды элементами магния, вызывавшего доломитизацию известкового осадка и образование диагенетических доломитов.

В таких условиях формировалась нижнесилурийская **терригенно-карбонатная формация – S_1** (мощностью 316–565 м), представленная южносумсарской свитой S_1 . Осадки этой формации характеризуют переход от активной к пассивной окраине на фоне продолжавшегося поднятия плиты. В нижней части разреза формации преобладают известняки с морской фауной (табуляты, ругозы, криноидеи, водоросли), содержащие тонкие прослои известковистых алевролитов и аргиллитов с граптолитами, реже песчаников с галькой кремней. В верхней части появляются диагенетические доломиты с прослоями песчаников и морской фауной, что свидетельствует о процессах доломитизации известняков, содержащих морскую карбонатно-скелетную фауну. Доломиты включают многочисленные гальки и обломки черных кремней.

Геодинамическая обстановка начала силурийского периода представляла собой тектонически слабо активную континентальную окраину, на которой располагался мелководный морской бассейн нормальной солености, где отлагались известняки и обитала морская скелетная биота. Жаркий климат способствовал интенсивному испарению и обогащению морских вод магнием, что способствовало доломитизации известкового осадка. Присутствие в доломитах многочисленных обломков черных кремней – это, скорее всего, результат сноса материала с разрушенных береговых уступов, сложенных древними кремнистыми породами, обусловленного сейсмическими либо приливно-отливными процессами.

В начале позднего силура в лудловский век трансгрессией были охвачены прибрежные зоны континента, где осадконакопление определялось высокой гидродинамической активностью, периодическим осушением морского дна, резкими колебаниями гидрогеологических параметров. В таких условиях формировались осадки кутуракской сви-

ты – **S_2ld** , выделенные в **обломочно-карбонатную формацию – S_2ld** (мощность 967 м). Она сложена доломитовыми конгло-брекчиями, переслаивающимися с толстослоистыми доломитами, среди которых встречаются амфипорово-строматопоровые и водорослевые разности пластов и конгло-брекчии взламывания. В зоне волнового воздействия под действием течений происходило разрушение скелетного материала. В породах часто наблюдаются трещины усыхания и следы размыва слоев. Такой набор текстур характерен для области волнового воздействия при высоком энергетическом уровне.

Геодинамическая обстановка, скорее всего, соответствовала мелководному бассейну, расположенному на шельфе пассивной окраины континента в батиметрической зоне, находящейся между уровнями самого высокого прилива и самого низкого отлива. Образованию диагенетических доломитов способствовала высокая магнизальность вод, обусловленная интенсивным испарением в жарком аридном климате.

В результате дальнейшего развития трансгрессии платформа превратилась в широкие шельфы с карбонатным и кремнисто-карбонатным осадконакоплением. В позднесилурийское и девонское время на дивергентных окраинах в тепловодных условиях формировались строматопорово-кораллово-водорослевые рифы; накапливались мощные карбонатно-органогенные осадки. Осадконакопление происходило в условиях медленного прогибания морского дна. Эти образования выделены в **рифовую формацию – S_2p-D_2** , которая на территории национального парка имеет широкое площадное и стратиграфическое распространение. Благоприятные условия для ее формирования длились более 60 млн лет (358,9–423 млн лет), начало которых датируется пржидольским веком позднего силура. С этого времени наблюдается заметное уменьшение доломитизации, которая сохраняется лишь на отдельных возвышенных участках. На большей площади происходит опускание платформы на фоне медленного прогибания морского дна, что расширило связь с океаническим пространством и способствовало установлению благоприятных условий для развития рифовой биоты.

Нижнюю часть разреза рифовой формации представляет купрукская свита – **S_2p** (мощность до 600 м), сложенная в низах толстослоистыми доломитизированными органогенно-детритовыми известняками и детритовыми доломитами с линзами и желваками кремней. Доломитизированные известняки содержат в большом количестве разнообразную фауну (строматопораты, табулятоморфные кораллы, ругозы, остракоды, конодонты), строящие органогенные пластовые постройки – биостромы.

В верхах разреза появляются массивные рифы, состоящие из ритмично переслаивающихся биостромов, построенных упомянутыми скелетными организмами в сопровождении с рифолюбами (брахиоподами и остракодами).

К средней части рифовой формации относится мадмонская свита нижнего девона в объеме лохковского и пражского ярусов (мощность до 1000 м). Она представлена ритмично переслаивающимся толстослоистыми доломитистыми детритовыми известняками с массивными органогенными разностями известняков со скелетной фауной (строматопораты, табуляты, ругозы), участвующей в строительстве рифовых сооружений. Среди них встречаются прослои и линзы известняков, переполненных брахиоподами. В верхах разреза чаще всего в пражских отложениях находятся обломоч-

ные породы: известняковые брекчии, органогенные конгло-брекчии – результат интенсивного разрушения органогенных построек, которые в виде шлейфа оконтуривают рифогенные образования.

На северо-востоке площади рифогенные образования формировались начиная со среднего девона (живетский век) и до позднего девона (фаменский век) включительно. Они представлены ятавлукской свитой, сложенной массивными и толстослоистыми органогенно-детритовыми, органогенными и органогенно-обломочными известняками, содержащими желваки и линзы кремней. Обломочный материал представлен обломками битой фауны. В известняках многочисленные органические остатки (строматопораты, табуляты, ругозы, фораминиферы), образующие рифогенные постройки – биостромы, возводящие рифовые массивы (рис. 4–6).



Рисунок 4 – Скалы рифовых известняков нижнего девона



Рисунок 5 – Рифовые постройки нижнего девона, г. Бурсыхирман

СТРОИТЕЛИ РИФОВ



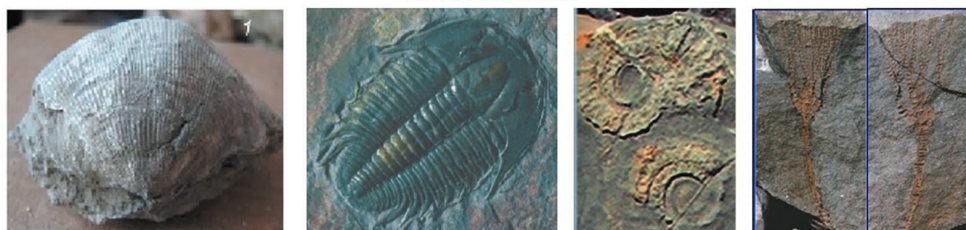
Строматопораты

Табулятоморфные
кораллы

Мшанки

Водоросли

РИФОЛЮБЫ



Брахиподы

Трилобиты

Моллюски

Криноиды

Рисунок 6 – Строители рифов и рифолюбы

Геодинамическая обстановка, в которой формировалась формация, – дивергентная пассивная окраина в асейсмической зоне, испытывавшей преимущественно нисходящие вертикальные тектонические движения и прогибание, сопровождавшееся мощным накоплением карбонатных органогенных образований на внешнем шельфе тропического бассейна. Доминирующая форма рельефа – карбонатная платформа.

На территории национального парка установлено [7] рифовое образование эйфельского века среднего девона, развитого в районе горы Райказак и известно как **Кашкадарьинский рифовый комплекс – D₂ef**. Он сложен толстослоистыми и массивными пластами обломочно-органогенно-детритовых известняков и известковистых брекчий обрушения, чередующихся с тонкослоистыми черными плитчатыми известняками и кремнями. Мощность 110–120 м. Брекчии образованы в результате обвально-гравитационных процессов и включают разновозрастные органические остатки в виде лома. Сам риф был сформирован строматопоратово-коралловой биотой; в пластах известняков присутствуют и рифолюбы – брахиоподы.

Специфика осадконакопления тесно связана с рельефом морского дна и контролируется эпейрогенетическими движениями. На территории национального парка в девоне помимо сводовых поднятий на внешнем шельфе платформы существовали и пониженные участки (депрессии).

На таких пониженных участках формировались органогенные и глинистые известняки, содержащие линзы и прослои кремнистых пород и тонкие пропластки глинистого вещества. Эти образования выделены в **глинисто-кремнисто-известняковую формацию – D₁**, представленную отложениями ход-

жакурганской свиты мощностью 260–800 м. Основание разреза сложено детритово-обломочно-органогенными известняками, местами переходящими в известковую конгло-брекцию. Выше залегают толстослоистые криноидно-брахиоподово-строматопоративые биостромовые известняки, переслаивающиеся с тонкослоистыми тентакулитовыми известняками, содержащими линзы кремней и кремнисто-карбонатной породы с радиоляриями и кремнистые аргиллиты. В известковистых биостромах многочисленны строматопораты, табуляты, ругозы, брахиоподы, конодонты, тентакулиты; в аргиллитах – граптолиты.

Геодинамическая обстановка – краевая часть пассивной окраины материка с расположенной на ней карбонатной платформой в пределах внешнего шельфа (возможно, проксимальной части континентального склона). Линзы и пласты кремнистых пород имеют биохимическое происхождение и связаны с подъемом глубинных вод, богатых питательным веществом.

В латеральном ряду различных девонских фаций выделяются и глубоководные образования континентального склона, отнесенные к **кремнисто-карбонатной формации – D₁₋₃**, которая имеет широкое поле выходов на западе и северо-востоке территории национального парка. Формацию представляет акбасайская свита **D₁₋₃**, являющаяся в большей своей части глубоководным фациальным аналогом мелководных рифовых отложений ятавлукской свиты **D₁₋₃**. В нижней части разрез представлен тонкослоистыми плитчатыми, яшмовидными кремнями, содержащими прослои криноидно-детритовых известняков, известняковых брекчий. Выше залегают пестроокрашенные (красные, малиновые, зеленые, серые, фиолетовые) фтаниты, радиоляриты, яшмоиды,

масштаб 1 : 10 000

по материалам В.Г.Харина, Е.Г.Федорова, Э.М.Ким, У.Д. Рахмонова, Е.С. Цмейрек, Н.Х. Абдиева

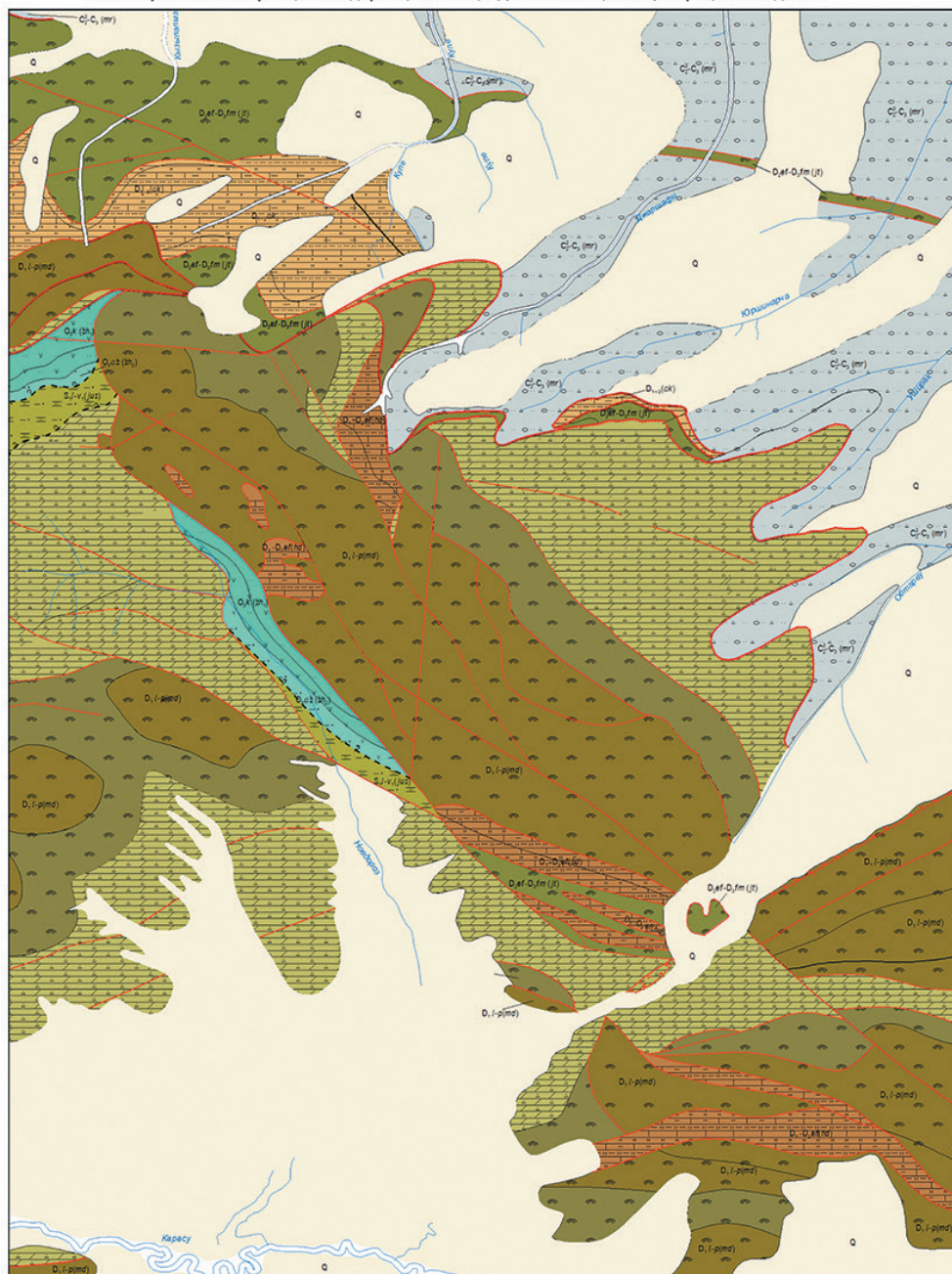


Рисунок 7 – Структурно-формационная карта восточной части
Китабского геологического национального природного парка и прилегающей территории

кремни, содержащие прослои кремнистых аргиллитов и глинистых известняков. Мощность 500–600 м. По всему разрезу присутствуют многочисленные представители разных групп органических остатков: конодонты, табуляты, ругозы, строматопораты, брахиоподы, тентакулиты, радиолярии, фораминиферы.

Геодинамическая обстановка формирования этой формации – пониженные участки континентального склона на пассивной окраине континента.

В среднекаменноугольную эпоху на территории национального парка начался процесс сокращения водного пространства за счет закрытия рифтогенных структур Туркестанского бассейна, развитого на севере и северо-западе, и надвигания континентальных блоков друг на друга. На месте островная дуга – окраинный бассейн образуется коллизионно-аккреционный бассейн, который, наращивая континент, закрыл океан. В таких условиях была образована **флиш-олигостромовая формация – C_2^2 - C_3** , которую представляет маргузорская толща, сложенная темно-серыми и зеленовато-серыми аргиллита-

ми, алевролитами, песчаниками, гравелитами, содержащими многочисленные олистолиты и олистоплаки с разновозрастной органикой. К нижней части разреза приурочены глыбы и валуны известняков, вулканитов, кремней и др. с фауной от ордовика до среднего карбона [7]. Мощность 300–1000 м.

Формирование такой толщи связано с общим сокращением морского пространства при коллизионных процессах и последующей аккреции. Такие образования относятся к тектоно-гравитационным микститам и обычно располагаются в подошве надвигов и покровов.

На основе комплексной интерпретации геологических данных определены характер формаций, время их образования, распространение; проведен анализ их временной и латеральной последовательности (рис. 7). Это позволило установить закономерности развития и смену геодинамических обстановок во времени, определить строение и основные этапы формирования палеозойских структур земной коры Китабского террейна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдузімова, З. М. Глобальные и региональные события в неопротерозойской и раннепалеозойской истории Палеоазиатского океана и их влияние на эволюцию лито-биосферы и рудогенез / З. М. Абдузімова, О. Я. Колдыбеков, С. М. Колоскова. – Ташкент, 2020. – 174 с.
2. Атлас ископаемой фауны и флоры фанерозоя Узбекистана / редкол.: А. И. Ким [и др.]. – Ташкент: ИМР, 2007. – Т. I. – 471 с. : 142 табл.
3. Биостратиграфия девона Зеравшано-Гиссарской горной области / А. И. Ким [и др.]. – Ташкент: Фан, 1984. – 93 с.
4. Ким, А. И. К стратиграфии ордовика и нижнего силура Зеравшано-Алайской зоны (опорный разрез ур. Шахриомон) / А. И. Ким, Ю. Н. Апекин, М. В. Ерина // Доклады АН СССР. – 1975. – Т. 220, № 4. – С. 910–913.
5. Михайлова, Е. Д. Китабский геологический заповедник – уникальное хранилище палеозойской геологической летописи в Центральной Азии / Е. Д. Михайлова, А. И. Ким, Е. С. Цмейрек // Геология и минеральные ресурсы. – 2021. – № 5. – С. 3–9.
6. Силурийская система / А. И. Ким [и др.] // Геология и полезные ископаемые Республики Узбекистан / под ред. Т. Ш. Шаякубова, Т. Н. Далимова. – Ташкент: Университет, 1998. – С. 55.
7. Стратиграфический словарь Узбекистана // Тр. ИМР. – Ташкент: ГИДРОИНТЕО, 2001. – 580 с.
8. Формация ультракалийевых риолитов и ее распространенность среди вулканических образований Узбекистана / Ф. К. Диваев [и др.] // Петрология и геодинамика геологических процессов: материалы XIII Всероссийского петрографического совещания, Иркутск, 6–13 сент. 2021 г.: в 3 т. – Иркутск: Изд-во Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2021. – Иркутск, 2021 – Т. 1. – С. 180–182.

Артыкул паступіў у рэдакцыю 01.04.2024

Рэцэнзент М. А. Багдасараў

ГЕАДЫНАМІЧНЫЯ І ПАЛЕАГЕАГРАФІЧНЫЯ АБСТАНОЎКІ Ў ПАЛЕАЗОІ НА ТЭРЫТОРЫІ КІТАБСКАГА НАЦЫЯНАЛЬНАГА ПАРКУ (РЭСПУБЛІКА УЗБЕКІСТАН)

З. М. Абдузімова, А. Я. Калдыбекаў, Б. Р. Сорыеў, А. Х. Лукмонаў

Институт минеральных ресурсов
Аддзел біястратыграфіі і геахраналогіі
Мінгеалогіі РУз
вул. Алімлар, 64, 100164, Ташкент, Узбекистан
E-mail: zoja.abduazimova@mail.ru, oybek-29-12-1980@bk.ru

Артыкул прысвечаны комплекснай інтэрпрэтацыі геалагічных дадзеных: вызначаны характар фармацый, час іх утварэння, распаўсюджванне; праведзены аналіз іх часовай і латэральнай паслядоўнасці. Гэта дазволіла ўсталяваць заканамернасці развіцця і змену геадынамічных становішчаў у часе, вызначыць будынак і асноўныя этапы фармавання палеазойскіх структур зямной кары Кітабскага тэрыяна.

Ключавыя словы: Кітабскі геалагічны нацыянальны прыродны парк, Зараўнана-Алайская структурна-фармацыйная зона, Казахска-Кіргізскі кантынент, хаджакурганская світа, акбасайская світа, ятаўлукская світа, мадмонская світа.

GEODYNAMIC AND PALEO GEOGRAPHICAL SETTINGS OF THE PALEOZOIC IN THE KITAB NATIONAL PARK (REPUBLIC OF UZBEKISTAN)

Z. Abduazimova, O. Qoldibekov, B. Soriev, O. Lukmanov

Institute of Mineral Resources
Department of Biostratigraphy and Geochronology
Ministry of Geology of the Republic of Uzbekistan
64 Olimlar St, 100164, Tashkent, Uzbekistan
E-mail: zoja.abduazimova@mail.ru, oybek-29-12-1980@bk.ru

The article is devoted to the complex interpretation of geological data: the nature of formations, the time of their formation, and their distribution are determined; an analysis of their temporal and lateral sequence was carried out. This made it possible to establish the patterns of development and change of geodynamic settings over time, to determine the structure and main stages of formation of the Paleozoic structures of the earth's crust of the Kitab terrane.

Keywords: Kitab Geological National Nature Park, Zarafshan-Alai structural-formational zone, Kazakh-Kyrgyz continent, Khodzhakurgan suite, Akbasai suite, Yatavluk suite, Madmon suite.

ГЕАФІЗІКА

УДК 551+550.3(476)

ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ПОСТРОЙКИ ПОЗДНЕГО ДЕВОНА СЕВЕРО-УВАРОВИЧСКОЙ ПЛОЩАДИ (БЕЛАРУСЬ) В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЯХ

О. Ф. Кузьменкова, Е. И. Моисеев, А. А. Куликов, А. В. Беяшов, Т. В. Воскобойникова

Государственное предприятие «НПЦ по геологии»
ул. Академика Купревича, 7, 220084, Минск, Беларусь
E-mail: kuzmenkovaof@mail.ru

В статье проанализированы полученные в разные годы материалы геофизических исследований Северо-Уваровичской площади Припятско-Днепровской области магматизма позднего девона. Размер вулканических построек по данным бурения и площадных геофизических работ в плане не превышает 1,5 км. Вулканы приурочены к периферии области пониженного значения гравитационного и магнитного полей диаметром около 10 км. При этом они выражены в виде отрицательных аномалий (до $-0,3$ мГл) гравитационного поля и положительных (до $+300$ нТл) аномалий магнитного поля. На пересечении региональных геофизических профилей СОГТ XIV0116–18 и XVI0119–20 прослежено сейсмическое изображение воронкообразного тела Уваровичского палеовулкана, приуроченного к разрывному нарушению северо-западного простирания с крутым углом падения на юго-запад.

Ключевые слова: локальные аномалии, магниторазведка, гравиразведка, сейсморазведка.

ВВЕДЕНИЕ

Вулканические постройки позднедевонского возраста в районе г.п. Уваровичи установлены в 1996–2007 гг. Слуцкой партией Белорусской геологоразведочной экспедиции при разбуривании локальных аномалий магнитного поля в ходе поисковых работ

на алмазы и вскрыты в общей сложности порядка 100 скважинами. Всего выявлено 8 вулканических аппаратов, имеющих в плане овальную и округлую форму диаметром не более 1,5 км, которые условно представляют 6 палеовулканов: Северо-, Ново-, Южно-Гусевский, Гусевский и Уваровичский (рис. 1, 2, 3) [12].

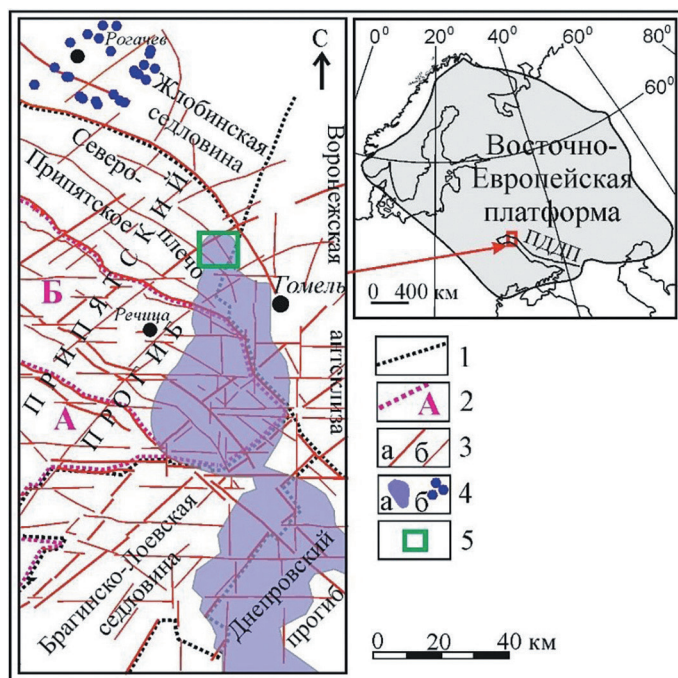


Рисунок 1 – Тектоническая карта-схема района работ:

1 – границы тектонических структур первого порядка; 2 – Припятский грабен: А – Центральный грабен, Б – Северная зона ступеней по [1]; 3 – разломы: а – основные, б – прочие; 4 – Припятско-Днепровская область позднедевонского магматизма по [11; 13]: а – область развития вулканических покровов, б – трубки взрыва Жлобинского поля; 5 – Северо-Уваровичская площадь. На врезке – Припятский прогиб в системе Припятско-Днепровско-Донецкого палеорифта (ПДДП) Восточно-Европейской платформы

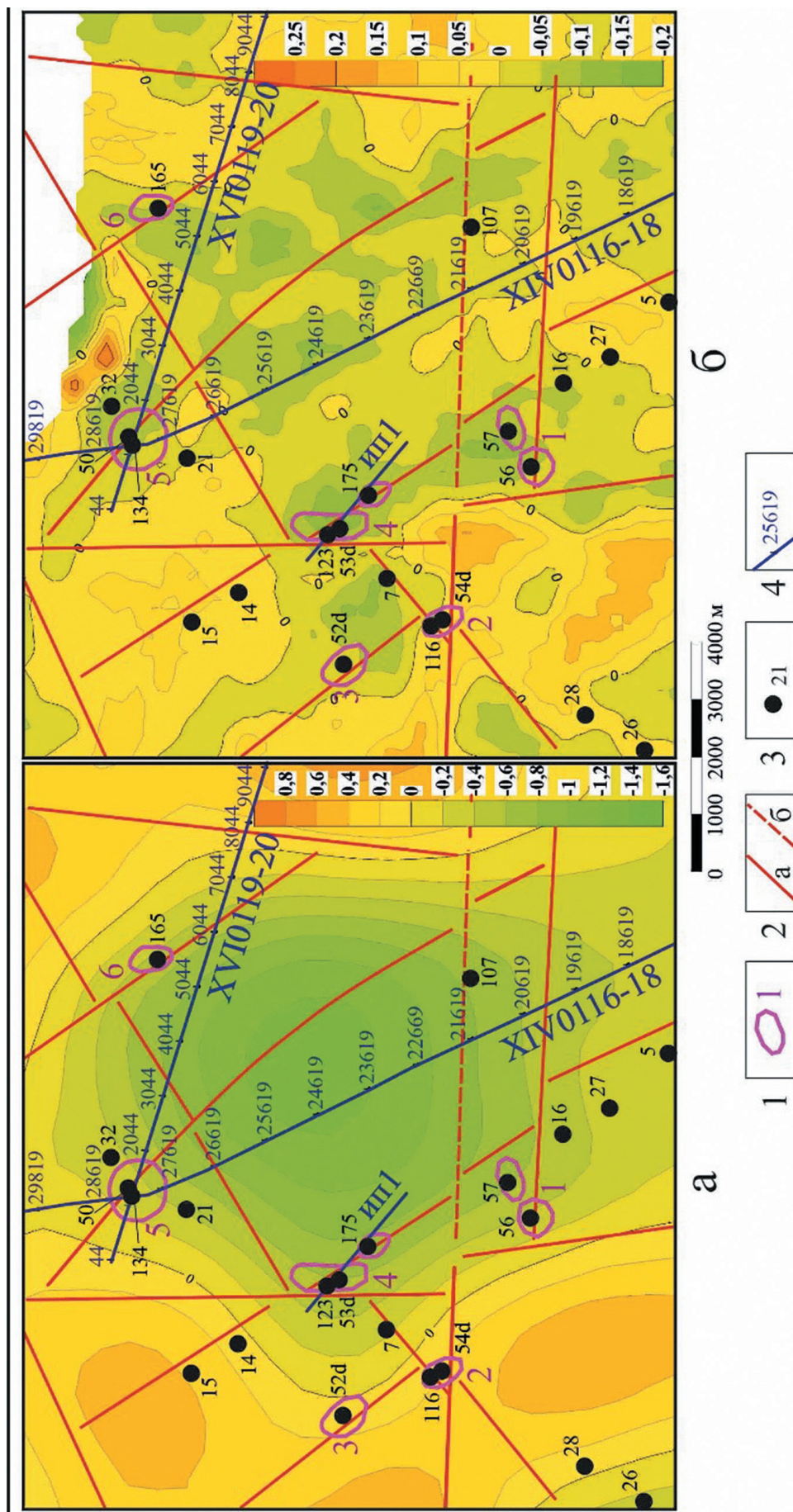


Рисунок 2 – Карта локальных аномалий гравитационного поля: а – по осреднению с радиусом 5 км; б – по осреднению с радиусом 1 км; 1 – палеовулканы; 2 – Южно-Гусевицкий (условно объединен), 3 – Северо-Гусевицкий, 4 – Гусевицкий (условно объединен), 5 – Уваровичский, 6 – Лапичский; 2 – глубинный разлом; 3 – достоверный; 4 – предполагаемый; 5 – скважина и ее номер; 6 – геофизический профиль и номера пикетов

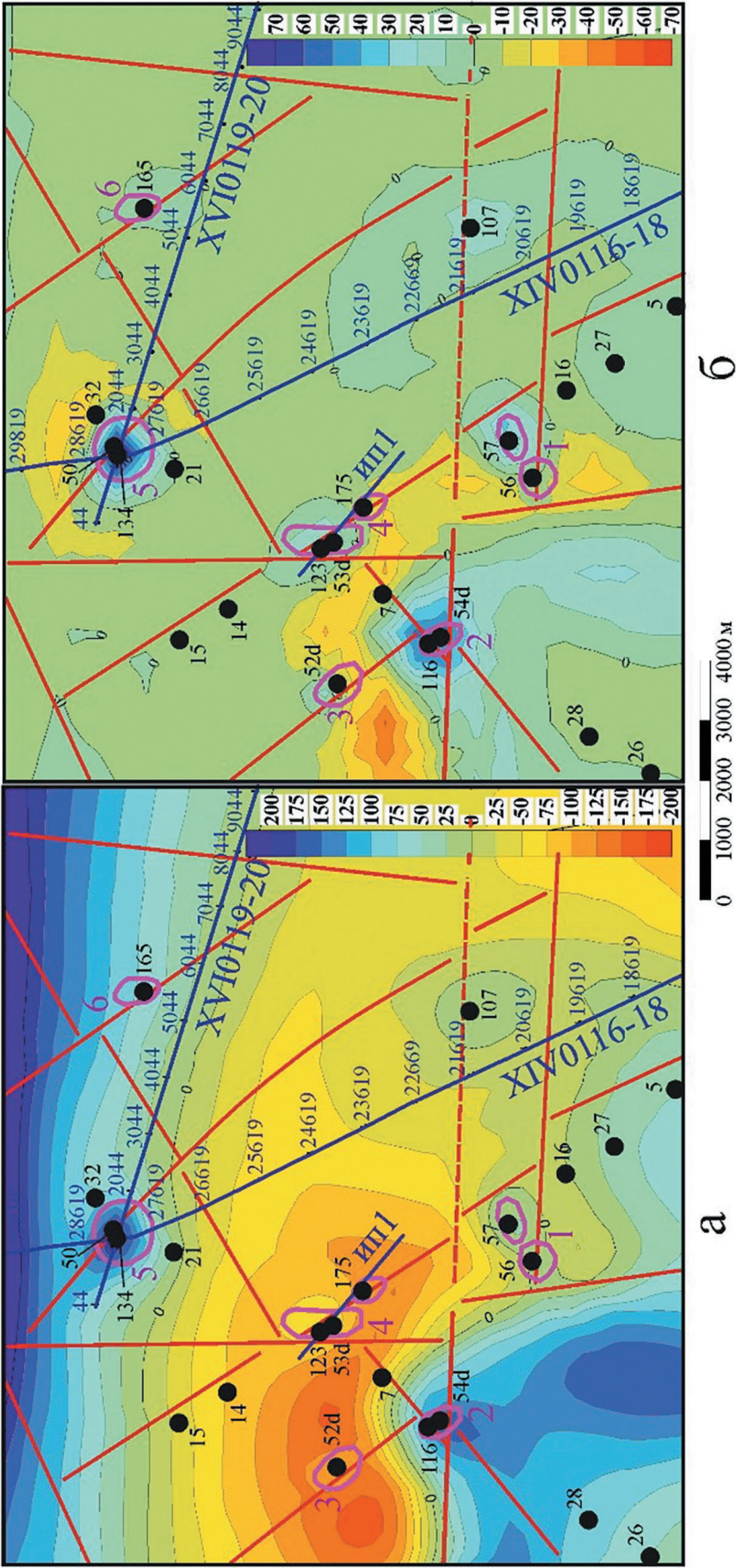


Рисунок 3 – Карта локальных аномалий магнитного поля: а – по осреднению с радиусом 5 км; б – по осреднению с радиусом 1 км. Условные обозначения см. рис. 2

Бурению предшествовали площадные геофизические работы ПО «Белгеология», направленные на глубинное изучение территории и сопровождающиеся составлением геологических и специальных карт: гравиметрическая съемка масштаба 1:200 000 (В. Х. Булыга, Б. П. Лычковский и др., 1963); комплексная геолого-гидрогеологическая съемка масштаба 1:200 000 территории листа № –36-XXXI (Гомель) (В. И. Гридин, А. Г. Логойко и др., 1966); гравиразведка и магниторазведка масштаба 1:50 000 (В. Х. Булыга, В. А. Ксенофонтов, А. И. Гришко, 1992) и 1:10 000 (Т. В. Венцелидес, А. И. Гришко, Л. Д. Поддубская и др., 1992); электроразведочные работы масштаба 1:200 000 методами теллурических токов (ТТ) и вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) (В. М. Проценко, Ю. Н. Кузнецов, 1963) и масштаба 1:50 000 методами ТТ и магнитотеллурического зондирования (МТЗ) (Ю. Н. Стадник, 1986, 1990); аэромагнитная съемка масштабов 1:200 000 и 1:50 000 (Б. П. Травников, Г. К. Христюк, 1970; Г. К. Христюк, 1972), масштаба 1:25 000 (С. Г. Седов, В. А. Ксенофонтов, 1988). И. В. Данкевич и др. (1997) была выполнена систематизация геолого-геофизических данных. Были составлены карты аномального магнитного поля в масштабе 1:200 000 и 1:50 000 и выделены локальные аномалии «трубчатого типа» с составлением Паспорта учета перспективных геофизических участков (ПГУ-2), для которых затем выполнялась наземная заверка – магнитометрические исследования и гравиразведка (ПГУ-1) (Е. И. Моисеев, Л. Д. Поддубская, 1996; П. М. Капран, Т. В. Венцелидес, М. В. Гарбар, 2002; А. В. Беляшов, 2006), после чего производилась заверка бурением (М. Г. Левый и др., 2000, 2001; И. П. Башкевич и др., 2004, 2005, 2007) [8; 12; 14; 20; 21].

С 2016 г. на востоке Беларуси Государственное предприятие «НПЦ по геологии» выполняет глубинное геологическое картирование масштаба 1:200 000 (В. Г. Ашурко и др., 2020), в рамках которого пройдены региональные сейсмические профили по методике способа общей глубинной точки (СОГТ) (А. В. Живица и др., 2021), сопровождаемые профильными гравиметрическими, магнитометрическими и газово-геохимическими исследованиями (А. В. Беляшов и др., 2020; Е. Ю. Осадчий и др., 2022).

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ВОПРОСА

В тектоническом отношении Северо-Уваровичская площадь расположена в области сочленения Суражского погребенного выступа Воронежской антеклизы, Северо-Припятского плеча Припятского прогиба и Жлобинской седловины. Площадь размером около 10 км в диаметре пред-

ставляет собой сложный тектонический узел, в котором пересекаются крупные глубинные разломные зоны. Раннепротерозойское заложение имеют: зона глубинного разлома северо-восточного простирания, субширотные сдвиги и трансрегиональная Одесско-Гомельская зона субмеридионального простирания; герцинское заложение имеют разломы северо-западного простирания [1; 2; 9; 10; 18] (см. рис. 1, 2, 3).

Кристаллическое основание Северо-Уваровичской площади на юго-востоке сложено глиноземистыми гнейсами кулажинской серии архея, на северо-западе распространены гранодиориты микашевичского комплекса раннего протерозоя [2].

Платформенный чехол по данным СОГТ имеет мощность порядка 800–900 м. Бурением в пределах площади вскрыты отложения (сверху вниз) (М. Г. Левый и др., 2000, 2001; И. П. Башкевич и др., 2004, 2005, 2007): квартера (мощность 12–18 м), представленные супесями; глауконит-кварцевые алевроиты, пески и песчаники палеогена (мощность 15–20 м); мел, мергели, в меньшей степени глауконит-кварцевые пески мела (мощность около 120 м); пески, алевроиты, глины юры (мощность 120–130 м). Образования франского яруса представлены туфомергелями, туффитами и туфоалевролитами с вулканогенным материалом среднего состава васильевской свиты (мощность 20–50 м) евлановского надгоризонта – чернинского горизонта; мергелями доломитовыми и доломитами глинистыми кустовницкой свиты евлановского надгоризонта (мощность 60–100 м); туфами витро-литокластическими основного состава с карбонатным, глинисто-карбонатным цементом уваровичской свиты верхней части воронежского горизонта (мощность 20–45 м); массивными кавернозными доломитами стреличевской свиты нижней части воронежского горизонта (мощность 70–80 м); мергельно-глинистыми отложениями одноименной свиты речицкого горизонта (мощность 30–45 м). Доломиты семилукского горизонта в пределах площади вскрыты не на полную мощность. Предполагается, что суммарная мощность карбонатных пород семилукского и саргаевского горизонтов составляет здесь около 60–70 м. Ниже отложения девона предположительно представлены карбонатно-терригенными породами ланского надгоризонта (мощность около 40 м); терригенными породами полоцкого горизонта живета (мощность около 100 м); карбонатно-терригенными породами наровского надгоризонта (мощность около 70 м) и сульфатно-карбонатно-терригенными породами адровского горизонта (мощность около 5 м) эйфеля и терригенными от-

ложениями витебского горизонта эмса (мощность около 15 м). Незначительно в пределах площади могут присутствовать песчаники нижнего венда и верхнего рифея (до 10 м) [11; 17; 21; 23].

Собственно погребенные вулканические постройки, которые формируют на геофизических полях аномалии «трубчатого типа» и залегают на глубине около 240–300 м под доломитами предположительно воронежского возраста, были отнесены в ходе поисковых работ к речичскому этапу магматизма (М. Г. Левый и др., 2000, 2001). Сложены они преимущественно псаммо-псефитовыми и псефитовыми ксенотуфами с карбонатно-хлорито-глинистым цементом с варьирующим содержанием ксенолитов преимущественно карбонатного состава. На основании изучения петрографии и химизма пород состав литокластов из туфов А. И. Чашка, Е. А. Никитин, В. А. Вечер, М. Г. Левый определяли как щелочные пикриты, ультраосновные фойдиты, мелилититы и базальтоиды (И. П. Башкевич и др., 2004, 2005, 2007). Н. В. Веретенников предположил, что литокласты туфов Южно-Гусевецкого, Гусевецкого и Уваровичского палеовулканов представлены переходными разностями между фельдшпатоидными пикритами и оливиновыми мелалейцититами, а Ново- и Северо-Гусевецкого палеовулканов – щелочными пикробазальтами [4; 5]. Субвулканические тела, по мнению Е. А. Никитина, представлены: в строении Южно-Гусевецкого палеовулкана – фельдшпатоидными пикритами, Гусевецкого палеовулкана – оливин-мелилитовыми мелалейцититами, Лапичского палеовулкана – щелочными базальтоидами и лампрофирами (И. П. Башкевич и др., 2004, 2005). Н. Д. Михайлов предполагал принадлежность пород Северо-Уваровичской площади к щелочным базальтам, мелилититам и лейцититам [15; 16]. По мнению О. Ф. Кузьменковой, субвулканические тела Южно-Гусевецкого и Гусевецкого палеовулканов представлены низкотитанистыми оливиновыми мелалейцититами, а Лапичского – роговообманковыми трахидолеритами [11]. Суммируя вышеизложенное, можно сказать, что, несмотря на некоторые различия в определении пород, все исследователи едины во мнении, что в пределах Северо-Уваровичской площади распространены породы как основного, так и щелочного ультраосновного состава.

По палинологическим данным для вмещающих пород возраст вулканогенных образований однозначно установлен только для туфов Ново-Гусевецкого палеовулкана в разрезе скважин Уваровичи 111 и 116 как поздневоронежский. Для остальных палеовулканических построек Северо-Уваровичской площади возраст определен как «поздневоронежско-раннеевлановский» [17; 23].

Для подтверждения речичкой и евлановской фазы магматизма на этой территории палинологические данные отсутствуют.

Таким образом, на сегодняшний день остаются дискуссионными как петрохимическая классификация, фациальная принадлежность магматических пород, так и их стратиграфическая позиция. Присутствие в пределах Северо-Уваровичской площади помимо туффигов среднего состава в составе предположительно евлановской толщи магматитов отряда щелочных ультраосновных пород и отряда умеренно-щелочных основных пород может свидетельствовать о проявлении здесь магматизма в два этапа, каждый из которых может отличаться морфологией тел, приуроченностью к тем или иным разрывным нарушениям и стратиграфическим положением. Этим вопросам будет посвящена отдельная публикация. Цель настоящей публикации – дать краткую геофизическую характеристику Северо-Уваровичской площади развития позднедевонского магматизма в целом и отдельных вулканических построек в ее пределах.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Гравитационное и магнитное поле

В геофизических полях Северо-Уваровичской площади соответствует субизометричная область диаметром около 10 км пониженного значения гравитационного (от 0 до –0,5 мГл) и магнитного (от 0 до –100 нТл) полей (см. рис. 2, а, 3, а). Погребенные палеовулканы приурочены к периферии этой области. В магнитном поле вулканические постройки проявлены в виде четких локальных положительных аномалий интенсивностью 5–260 нТл, имеющих в плане округлую либо овальную форму преимущественно северо-западного простирания; магнитная восприимчивость пород составляет $200\text{--}600 \cdot 10^{-6}$ СГС (см. рис. 3, б, табл. 1) [12; 21]. В гравитационном поле палеовулканы выражены менее отчетливо в виде округлых локальных отрицательных аномалий (до –0,3 мГл) (см. рис. 2, б, табл. 1) [21].

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД

При определении физических свойств вулканогенных и вмещающих их осадочных пород помимо интерпретации данных ГИС в 1998–2009 гг. в Геофизической экспедиции были применены лабораторные методы. Определение плотности проводилось методом гидростатического взвешивания с парафинированием пористых образцов (средняя квадратическая ошибка единичного измерения составляла не хуже $0,02 \text{ г/см}^3$); магнитная восприимчивость и остаточная намагниченность измерялись на аstaticком магнитометре МА-21 (относительная погрешность измерений не хуже 10 %) [21].

Таблица 1 – Физические характеристики палеовулканических построек Северо-Уваровичской площади по данным площадных магнито- и гравиметрических работ

Палеовулкан	Структурная позиция палеовулкана по данным бурения		Магнитное поле		Гравитационное поле	
	глубина залегания кровли, м	морфология в плане (форма / размер, м / простираие)	локальная аномалия (№ / морфология в плане)	максимальная интенсивность, нТл	локальная аномалия, морфология в плане	Δg , мГл
Уваровичский	310	округлая/1300×1300	50/850×850 м, округлая	260	На западной окраине аномалии неправильной формы	-0,08
Лапичский	283	овальная/350×700/СЗ	108/350×350 м, округлая	40	Не выражена	–
Гусевский (условно объединен в один палеовулкан)	310	овальная/450×1500/С-Ю	536/400×400 м, округлая 53д/800×1000 м, овальная СЗ	40 70	Овальная СЗ	-0,13
	255	овальная/210×340/СЗ	53а каротажная/300×400 м, овальная СЗ	30		-0,09
Северо-Гусевский	286	овальная/600×850/СЗ	52/800×1400 м, овальная СЗ	84	На СЗ окраине овальной аномалии	-0,04
Ново-Гусевский	320	овальная/500×650/СЗ	54/750×800 м, округлая	135	Не выражена	–
Южно-Гусевский (условно объединен в один палеовулкан)	291,6	овальная/500×600/С-Ю	57/550×850 м, овальная СВ	5	На южной окраине аномалии овальной формы, С-Ю	-0,09
	251	овальная/500×750/СВ	56/400×400 м, округлая	30		-0,06

В объеме мезо-кайнозойского осадочного чехла мощностью до 300 м, перекрывающего вулканические постройки позднего девона Уваровичской площади, преобладают породы с малой плотностью и низкой магнитной восприимчивостью: мел, мергель верхнего мела ($\sigma = 1,46\text{--}1,90 \text{ г/см}^3$; $\chi = \text{до } 10 \cdot 10^{-6} \text{ СГС}$) и глины, алевроиты средней юры ($\sigma = 1,69\text{--}1,76 \text{ г/см}^3$; $\chi = \text{до } 25 \cdot 10^{-6} \text{ СГС}$). В небольшом объеме присутствуют породы с высокой плотностью и незначительно повышенной магнитной восприимчивостью – песчаники и гравелиты мелового возраста ($\sigma = 2,71\text{--}2,74 \text{ г/см}^3$; $\chi = 100\text{--}150 \cdot 10^{-6} \text{ СГС}$) (табл. 2).

Вмещающие вулканические постройки осадочные породы при достаточно большой плотности либо слабо магнитны, либо не магнитны: песчаники, мергели и доломиты евлановского возраста имеют $\sigma = 1,98\text{--}2,32 \text{ г/см}^3$; $\chi = 25\text{--}100 \cdot 10^{-6} \text{ СГС}$; мергели и доломиты воронежского возраста – $\sigma = 2,14\text{--}2,65 \text{ г/см}^3$; $\chi = 25\text{--}100 \cdot 10^{-6} \text{ СГС}$ (см. табл. 2).

Вулканогенные породы Уваровичской площади характеризуются высокими значениями магнитной восприимчивости при в целом невысоких варьирующих значениях плотности (табл. 3). Среди вулканогенно-осадочных пород наименее магнитны туфопесчаники васильевской свиты ($\sigma = 2,17 \text{ г/см}^3$; $\chi = 1000 \cdot 10^{-6} \text{ СГС}$), большей магнитной восприимчивостью обладают туфопесчаники уваровичской свиты ($\sigma = 1,83\text{--}2,32 \text{ г/см}^3$; $\chi = 310\text{--}6000 \cdot 10^{-6} \text{ СГС}$). Ксенотуфобрекчии мелалейцититов, выполняющие вулканические постройки трубчатого типа, демонстрируют большой разброс значений магнитной восприимчивости ($\sigma = 1,91\text{--}2,21 \text{ г/см}^3$; $\chi = 420\text{--}3500 \cdot 10^{-6} \text{ СГС}$). Максимальной плотностью характеризуются магматические породы, слагающие маломощные дайки в пределах вулканических построек: оливиновые мелалейцититы ($\sigma = 2,65 \text{ г/см}^3$; $\chi = 1960 \cdot 10^{-6} \text{ СГС}$) и наиболее магнитные – трахидолериты ($\sigma = 2,60 \text{ г/см}^3$; $\chi = 5200 \cdot 10^{-6} \text{ СГС}$).

Таблица 2 – Средние физические характеристики вмещающих и перекрывающих магматические тела осадочных пород Северо-Уваровичской площади по данным лабораторных измерений

Палеовулкан	Порода, предполагаемый возраст по (М. Г. Левый и др., 2000, 2001)	Плотность σ , г/см ³	Магнитная восприимчивость $\chi \cdot 10^{-6}$ СГС
Лапичский	Мергель D ₃	2,19	70
	Доломит D ₃ vr ¹	2,65	70
Гусевский (1)	Мергель D ₃ vr ¹	1,94	40
	Доломит D ₃ vr ¹	2,49	35
	Доломит D ₃ vr ²	2,45	65
	Алеврит D ₃ vr ²	2,14	65
	Мергель D ₃ vr ²	2,15	35
	Мергель D ₃	2,11	60
Гусевский (Каротажный)	Доломит D ₃	2,50	90
	Песчаник D ₃	1,97	20
	Мергель D ₃	2,11	60
Южно-Гусевский	Опока P ₁ sm	2,00	0
	Мел, мергель K ₂	1,46	0
	Мел K ₂	1,52	1
	Мел запесоченный K ₂	1,90	1
	Песчаник K ₁	2,74	150
	Глина K ₁	1,74	20
	Глина K ₁	1,77	7
	Гравелит K ₁	2,71	100
	Алеврит K ₁	1,83	22
	Песок J ₂	1,93	0
	Песок J ₂	1,66	3
	Алеврит J ₂	1,69	2
	Глина J ₂	1,85	65
	Глина J ₂	1,76	25
	Песчаник T ₁	2,17	35
	Песчаник D ₃ ev	2,32	25
	Мергель D ₃ ev	1,98	100
	Доломит D ₃	2,12	30
	Песчаник D ₃	2,31	5

Таблица 3 – Средние физические характеристики пород палеовулканических построек Северо-Уваровичской площади по данным лабораторных измерений

Палеовулкан	Порода, предполагаемый возраст	Плотность σ , г/см ³	Магнитная восприимчивость $\chi \cdot 10^{-6}$ СГС
Уваровичский	Ксенотуфобрекчия D ₃ rc	1,94	3500
	Ксенотуфобрекчия* D ₃ rc	2,02	720
Лапичский	Туфоалеврит D ₃ vr ²	2,15	310
	Туфопесчаник D ₃ vr ²	1,98	560
	Ксенотуфобрекчия D ₃ rc	2,14	2000
	Ксенотуфобрекчия* D ₃ rc	2,21	540
	Трахидолерит D ₃ vr ²	2,6	5200
	Туфоалеврит D ₃ vr ²	1,84	925
Гусевский (1)	Туфопесчаник D ₃ vr ²	1,85	400
	Ксенотуфобрекчия D ₃ rc	2,03	1900
	Ксенотуфобрекчия* D ₃ rc	2,1	420
	Ксенотуфобрекчия D ₃ rc	1,94	3500

Окончание табл. 3

Палеовулкан	Порода, предполагаемый возраст	Плотность σ , г/см ³	Магнитная восприимчивость $\chi \cdot 10^{-6}$ СГС
Гусевский (Каротажный)	Туфопесчаник D_3vr^2	2,32	930
	Туфогравелит D_3vr^2	1,83	6000
	Ксенотуфобрекчия $D_3rč$	2,18	1600
	Ксенотуфобрекчия* $D_3rč$	2,1	615
	Оливиновый мелалейцитит $D_3rč$	2,65	1960
Северо-Гусевский	Ксенотуфобрекчия $D_3rč$	1,96	3300
	Ксенотуфобрекчия* $D_3rč$	2,06	800
Южно-Гусевский (57)	Туфопесчаник D_3ev	2,17	1000
	Ксенотуфобрекчия $D_3rč$	2,07	3000
	Ксенотуфобрекчия* $D_3rč$	2,12	850
Южно-Гусевский (56)	Ксенотуфобрекчия $D_3rč$	1,96	2500
	Ксенотуфобрекчия* $D_3rč$	1,91	760

*С большим содержанием ксенолитов карбонатов.

СЕЙСМИЧЕСКОЕ ВОЛНОВОЕ ПОЛЕ

Северо-Уваровичскую площадь в 2016–2020 гг. затронули региональные сейсморазведочные работы методом отраженных волн способом общей глубинной точки 2Д (МОВ-СОГТ-2Д) с целью изучения геологического строения осадочного чехла и поверхности кристаллического фундамента. Интерпретация геолого-геофизических материалов проводилась с учетом анализа скоростных характеристик по данным акустического каротажа и вертикального сейсмического профилирования параметрических скважин. На временных разрезах СОГТ профилей XIV0116–18 и XVI0119–20 стратиграфическая привязка и корреляция произведена по 5 отражающим горизонтам (ОГ), отождествляемым соответственно: IV – с терригенно-карбонатными и магматическими породами верхнего девона, IVa – терригенными отложениями среднего девона, Vend – песчаниками венда, RF – песчаниками рифея, V – раннепротерозойским кристаллическим фундаментом [6; 7].

В пределах изучаемой площади отражающий горизонт IV различной интенсивности динамически выражен колебаниями частоты от 28 до 45 Гц; более контрастно видимые отражения приурочены к границам литологического и стратиграфического несогласия. Корреляция отражающего горизонта IVa выполнена по отрицательному экстремуму довольно интенсивного двухфазного колебания частотой 30–40 Гц; толща монотонная горизонтально слоистая. Отражающие горизонты Vend и RF динамически слабо выражены из-за малой мощности и интерпретированы по данным параметрической скважины Приволье 2П, пробуренной южнее в районе пикета 149+50 профиля XIV0116–18. Отражающий горизонт V динамически выражен, уверенно опознаваем по интенсивному низкочастотному двухфазному колебанию (см. рис. 4, 5).

Характерные осложнения волнового поля (прекращение прослеживаемости отраженных волн (ОВ), нарушение когерентности прослеживания осей синфазности ОВ, наличие дифрагированных волн и интерференционной картины) интерпретируются как зоны тектонических нарушений.

На пересечении профилей XIV0116–18 и XVI0119–20 зафиксировано сейсмическое изображение тела Уваровичского палеовулкана в районе скважины 134, которая вскрыла этот объект на глубине 302 м. Вулканический аппарат имеет несколько ассиметричную воронкообразную форму. Магмоподводящий канал, контролируемый разрывным нарушением северо-западного простирания, падает под крутым углом на юго-запад. При этом отражающие горизонты V, RF, Vend и IVa, прорываемые магматическим телом, имеют прослеживаемый наклон осей синфазности под углом до 45° в сторону воронки [10].

ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что к зонам сочленения крупных тектонических структур часто приурочена густая сеть глубинных разломов. Для таких участков земной коры, как правило, характерны зоны разуплотнения с высокой электропроводностью, повышенной трещиноватостью и проницаемостью пород [1; 8 и др.].

Низкие значения наблюдаемых гравитационного и магнитного полей Северо-Уваровичской площади могут фиксировать подобную область. Здесь расположен сложный узел пересечения разнонаправленных глубинных разломов в зоне сочленения Воронежской антеклизы, Припятского прогиба и Жлобинской седловины. Разрывные нарушения меридиональной Одесско-Гомельской трансрегиональной системы раннепротерозойского заложения пересекаются с раннепротерозойской разломной зоной северо-восточного простирания и системой герцинских глубинных

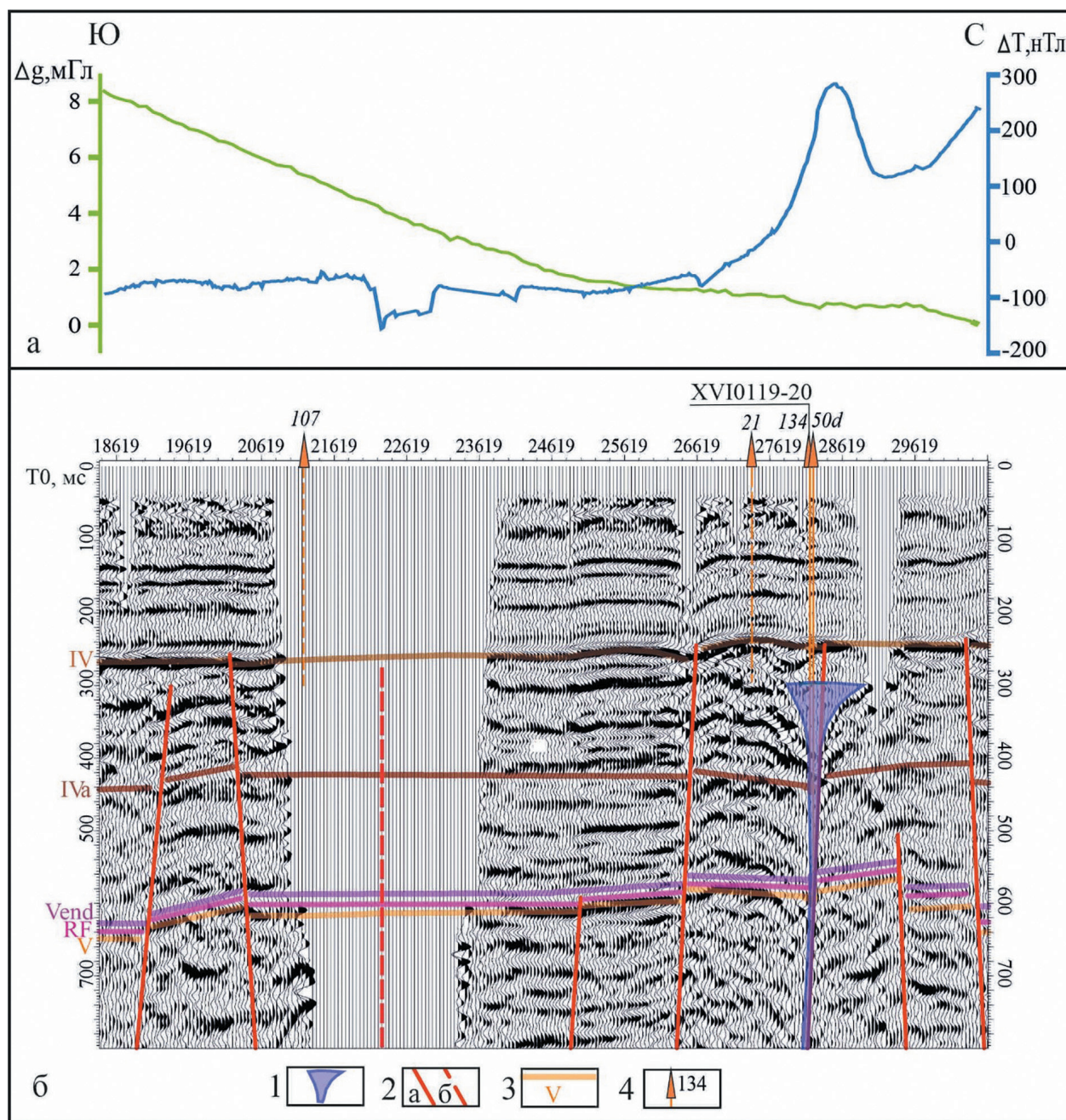


Рисунок 4 – Фрагмент регионального геофизического профиля СОГТ XIV0116–18:
 а – графики поля силы тяжести Δg и аномального магнитного поля ΔT ; б – временной разрез;
 1 – вулканическая постройка; 2 – разлом: а – достоверный, б – предполагаемый; 3 – отражающий горизонт, отождествляемый с поверхностью: V – раннедевонского фундамента, RF – рифея, Vend – венда, IVa – среднего девона, IV – верхнего девона; 4 – скважина и ее номер

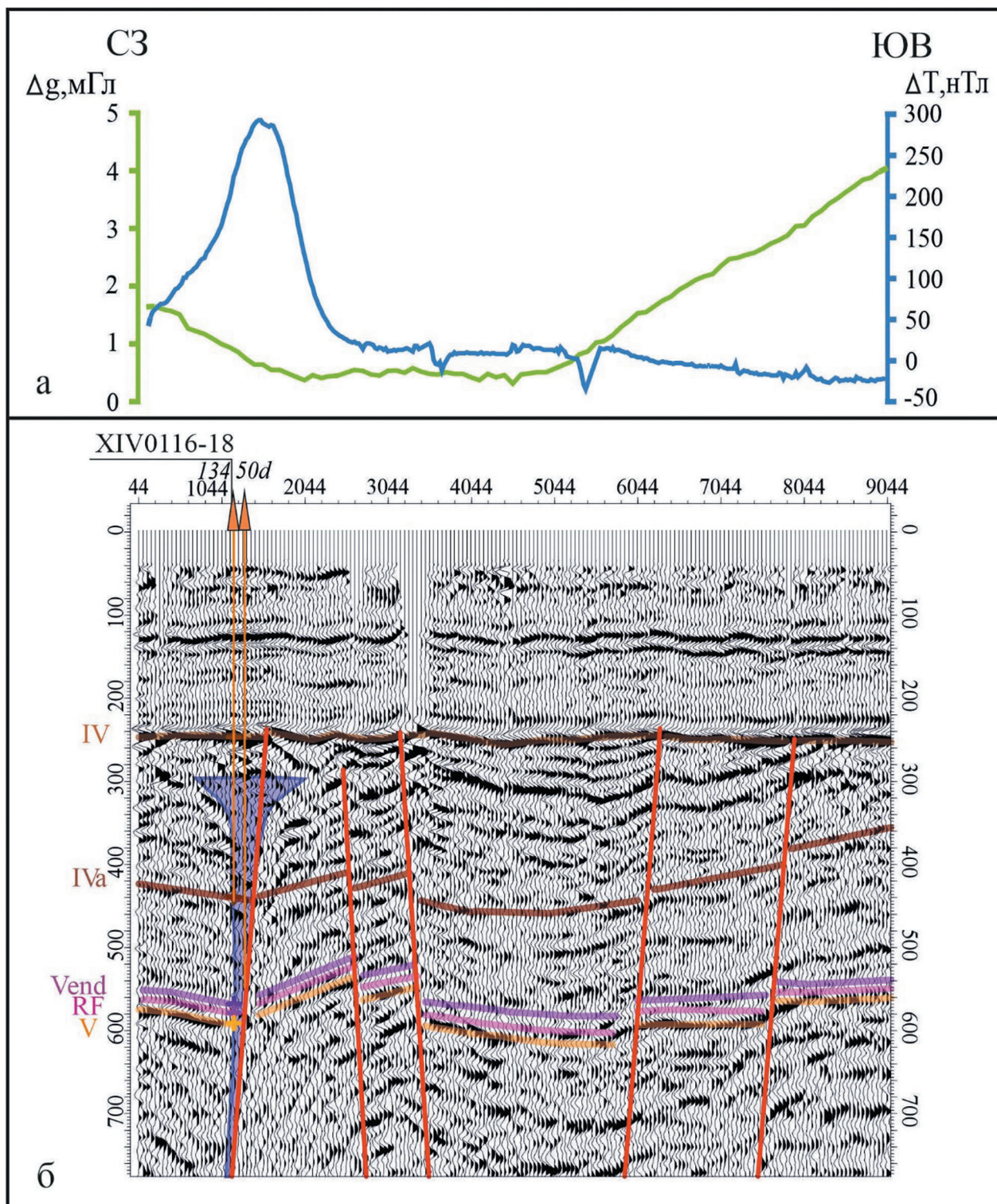


Рисунок 5 – Фрагмент регионального геофизического профиля СОГТ XVI0119–20:
 а – графики поля силы тяжести Δg и аномального магнитного поля ΔT ; б – временной разрез.
 Условные обозначения см. рис. 4

разломов северо-западного простирания. Узел осложнен наличием субширотных сдвиговых деформаций (см. рис. 2, 3). Эта область в силу повышенной проницаемости могла быть проводящей для проникновения мантийных магматических расплавов в ходе позднедевонского рифтогенеза. Приуроченность палеовулканов к периферии области указывает на их генетическую связь с отмеченной аномалией центрального типа. Подобные аномалии, в центральных частях которых уровень гравитационного и магнитного полей снижен, характерны для многих магматических (в том числе кимберлитовых) полей. Амплитуда снижения уровня полей в средней части аномалий центрального типа обычно составляет: в поле силы тяжести 4–8 мГл, в магнитном поле 80–150 нТл [3]. Близкие характеристики демонстрируют геофизические поля Северо-Уваровичской площади в поле силы тяжести до 2 мГл, в магнитном поле до 220 нТл (см. рис. 2, 3, см. табл. 1).

Вулканические постройки Северо-Уваровичской площади группируются в цепочки вдоль линейно-ослабленных зон магмоконтролирующих разломов северо-западного простирания в узлах их пересече-

ния с серией субмеридиональных разрывных нарушений трансрегиональной Одесско-Гомельской зоны разломов. В силу своих малых размеров в плане (в среднем до 1,5 км) вулканические тела хорошо диагностируются на картах локальных аномалий магнитного поля, в меньшей степени – гравитационного поля с малым радиусом осреднения 1–2 км (см. рис. 2, 3). Поскольку постройки сложены вулканогенно-осадочными породами с магматическим материалом основного и ультраосновного состава, который содержит значительное количество магнитных рудных минералов, на фоне вмещающих доломитов, мергелей и песчаников при достаточном объеме аномалеобразующего тела они формируют четкие положительные аномалии магнитного поля.

В 2005 г. Ф. Ш. Беяшовой по данным наземных гравиметрических работ по профилю ИП1 была построена физико-геологическая модель Гусевичского палеовулкана, демонстрирующая пониженные плотностные характеристики вулканических построек относительно вмещающих их пород (рис. 2, 6) (И. П. Башкевич и др., 2005).

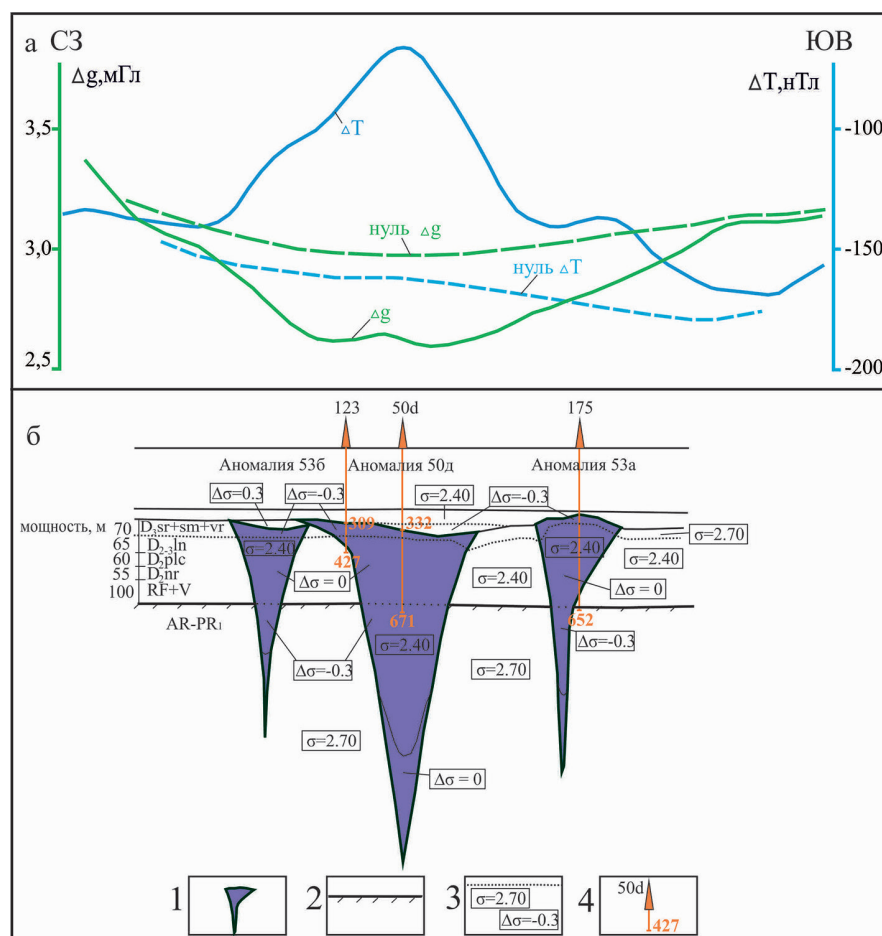


Рисунок 6 – Физико-геологическая модель Гусевичского палеовулкана по линии ИП-1 (составила Ф. Ш. Беяшова):
 а – графики магнитного поля ΔT и поля силы тяжести Δg ; б – геолого-геофизический разрез;
 1 – палеовулканические постройки; 2 – поверхность раннедевонского фундамента;
 3 – плотностная граница, плотность σ , г/см³; 4 – скважина, ее номер и глубина, м

Данные лабораторных измерений показали, что слагающие вулканические постройки ксенотуфобрекчии имеют широкие вариации плотностных и магнитных свойств. Это может быть обусловлено тем, что количество и размер слагающих их лапиллей мелалейцититов и ксенолитов вмещающих трубки пород (преимущественно доломитов, в меньшей степени песчаников, гранитов, гнейсов) изменяются в широких пределах. В целом ксенотуфобрекчии имеют меньшую плотность ($\sigma = 1,91\text{--}2,21 \text{ г/см}^3$), чем вмещающие их карбонатные породы ($\sigma = 2,14\text{--}2,65 \text{ г/см}^3$) [21]. Это обуславливает формирование в плане отрицательных гравитационных аномалий (см. табл. 1, 2). По этой же причине в сейсмическом волновом поле наблюдается «запаздывание» отраженных волн на границе менее плотного небольшого по объему магматического тела с вмещающими породами, что отражается на сейсмическом изображении в наклоне осей синфазности под углом до 45° в сторону воронкообразного вулканического аппарата (см. рис. 4, 5). Наличие в пределах палеовулканов маломощных (первые метры) даек плотных магматических пород не оказывает значительного влияния на отмеченные закономерности.

Выявление с поверхности описанных выше локальных аномалий, обусловленных вулканическими постройками позднего девона, залегающими на довольно значительной (до 300 м) глубине, возможно по той причине, что в составе перекрывающей их осадочной толще мезо-кайнозойского чехла преобладают породы с малой плотностью и низкой магнитной восприимчивостью. Поэтому примененная в 1998–2007 гг. в ходе поисковых работ на алмазы методика заверки локальных геофизических аномалий продемонстрировала свою эффективность при обнаружении палеовулканических построек малого размера. Наиболее информативными для поиска объектов размером до 1,5 км являются карты ло-

кальных аномалий магнитного и гравитационного полей с радиусами осреднения 1 и 2 км.

ВЫВОДЫ

Северо-Уваровичской площади Припятско-Днепровской области магматизма позднего девона диаметром около 10 км соответствует пониженное значение гравитационного и магнитного полей. Погребенные под мезо-кайнозойским чехлом мощностью до 300 м палеовулканы размером до 1,5 км в плане приурочены к периферии этой области и проявлены в виде локальных положительных аномалий магнитного поля и отрицательных аномалий гравитационного поля. Это связано с тем, что слагающие вулканические постройки ксенотуфобрекчии ультраосновного состава в целом имеют меньшую плотность, чем вмещающие их карбонатные породы, и содержат значительное количество магнитных рудных минералов. Наиболее информативными для картирования палеовулканов являются карты локальных аномалий магнитного и гравитационного полей с радиусами осреднения 1 и 2 км.

Уваровичская палеовулканическая постройка отчетливо прослеживается на сейсмической волновой картине на пересечении профилей СОГТ XIV0116–18 и XVI0119–20 искривлением отражающих границ в соответствии с геометрией вулкана.

Сейсморазведка в комплексе с магниторазведкой и гравиразведкой позволяет достоверно выявлять и оконтуривать погребенные палеовулканы, определять их геометрию, границу простираения и глубину залегания. Данный комплекс геофизических методов надежно зарекомендовал себя для обнаружения предполагаемых трубок взрыва и служит основой обоснования постановки дальнейших детальных (поисково-оценочных) работ, включающих бурение и изучение кернового материала петрографическими методами и пр.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Айзберг, Р. Е.** Синрифтовая геодинамика Припятского прогиба / Р. Е. Айзберг, Т. А. Старчик. – Минск : Беларус. навука, 2013. – 146 с.
2. **Аксаментова, Н. В.** Геологическая карта кристаллического фундамента Белоруссии и прилегающих территорий: объяснительная записка / Н. В. Аксаментова, И. В. Найденов. – Минск, 1991.
3. **Ваганов, В. И.** Алмазные месторождения России и мира (основы прогнозирования) / В. И. Ваганов. – М. : Геоинформмарк, 2000. – 371 с.
4. **Веретенников, Н. В.** Платформенный магматизм / Н. В. Веретенников, В. П. Корзун, А. С. Махнач // Геология Беларуси / под ред. А. С. Махнач. – Минск : Институт геологических наук НАН Беларуси, 2001. – С. 437–458.
5. **Верхнедевонские** вулканогенные образования района Уваровичей / Н. В. Веретенников [и др.] // Доклады НАН Беларуси. – 2001. – Т. 45, № 1. – С. 100–103.
6. **Вопросы** стратиграфии осадочного чехла Припятского прогиба в связи с работами на нефть / В. В. Терлецкий [и др.] // Стратиграфия и палеонтология геологических формаций Беларуси. – Минск, 2003. – С. 272–276.

7. **Использование** сейсмофациального анализа в условиях припятского прогиба / И. Д. Кудрявец [и др.] // Геофизические исследования на нефть в Белорусской ССР. – Минск : Наука и техника, 1984. – С. 83–89.
8. **Клушин, С. В.** Геолого-геофизическая модель формирования щелочно-ультраосновного магматизма Северо-Припятской структурно-минералогической области / С. В. Клушин, Е. А. Никитин, И. В. Данкевич // Проблемы алмазоносности Беларуси : сб. ст. / ред. Е. А. Никитин. – Минск : БелНИГРИ, 1999. – С. 14–17.
9. **Кузьменкова, О. Ф.** Широкие сдвиговые деформации в структуре Брагинско-Лоевской седловины запада Восточно-Европейской платформы / О. Ф. Кузьменкова, Т. В. Воскобойникова // Материалы I Белорусского географического конгресса. К 90-летию факультета географии и геоинформатики БГУ и 70-летию Белорусского географического общества, Минск, 8–13 апр. 2024 г. Ч. 3. Цифровая реальность в геодезии, картографии и дистанционном зондировании Земли. Проблемы геологии. Научное электронное издание. – Минск : БГУ, 2024. – С. 308–312.
10. **Куликов, А. А.** Сейсмическое волновое поле позднедевонского Уваровичского палеовулкана (Беларусь) / А. А. Куликов, О. Ф. Кузьменкова // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Геология и минералогия месторождений полезных ископаемых, инновационные направления добычи, обогащения и технологии извлечения ценных компонентов». – Ташкент : Университет геологических наук, 2024. – С. 219–221.
11. **Латерально-временной** ряд породных комплексов позднефранско-раннефаменской Припятско-Днепровской области магматизма / О. Ф. Кузьменкова [и др.] // Літасфера. – 2020. – № 1 (52). – С. 3–20.
12. **Левый, М. Г.** Результаты заверочных и поисково-оценочных работ на алмазы в Беларуси / М. Г. Левый, М. Я. Карпович, В. П. Дашкевич // Проблемы алмазоносности Беларуси : сб. ст. / ред. Е. А. Никитин. – Минск : БелНИГРИ, 1999. – С. 18–23.
13. **Ляшкевич, З. М.** Магматизм Припятско-Днепровско-Донецкого авлакогена / З. М. Ляшкевич. – Киев, 1987. – 176 с.
14. **Методика** и результаты площадных геофизических исследований в помощь поисковым работам на алмазы в Беларуси / А. В. Беяшов [и др.] // Анализ современного состояния и направления дальнейших геологоразведочных работ на алмазы в Беларуси. – Минск, 2005. – С. 30–41.
15. **Михайлов, Н. Д.** Геохимические и изотопные вариации состава щелочных пород двух областей развития палеозойского магматизма Беларуси / Н. Д. Михайлов, Н. В. Владыкин, А. Г. Лапцевич // Літасфера. – 2008. – № 1 (28). – С. 147–157.
16. **Михайлов, Н. Д.** Петрографическая характеристика девонского щелочного магматизма Северо-Припятского плеча / Н. Д. Михайлов, А. Г. Лапцевич // Літасфера. – 2012. – № 1 (36). – С. 58–67.
17. **Обуховская, В. Ю.** Стратиграфия франских отложений восточной части Северо-Припятского плеча и сопредельных структур / В. Ю. Обуховская, Т. Ф. Саченко, С. А. Кручек // Літасфера. – 2007. – № 26. – С. 29–39.
18. **Оценка** алмазоносности территории Беларуси / Е. А. Никитин [и др.] // Проблемы алмазоносности Беларуси : сб. ст. / ред. Е. А. Никитин. – Минск : БелНИГРИ, 1999. – С. 24–33.
19. **Палеотектоника** Белоруссии / Р. Г. Гарецкий [и др.]. – Минск : Наука и техника, 1983. – 182 с.
20. **Перспективы** поиска алмазоносных трубок взрыва на Добруш-Новозыбковской площади / А. В. Беяшов [и др.] // Разведка и охрана недр. – 2019. – № 3. – С. 42–47.
21. **Результаты** геофизических исследований и пути совершенствования их качества / В. А. Шитц [и др.] // Проблемы алмазоносности Беларуси : сб. ст. / ред. Е. А. Никитин. – Минск : БелНИГРИ, 1999. – С. 34–56.
22. **Стратиграфические** схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси: объяснительная записка / под ред. С. А. Кручека [и др.]. – Минск : БелНИГРИ, 2010. – 282 с.
23. **Стратиграфия** девонских отложений Уваровичско-Урицкой площади (юго-восток Беларуси) / С. А. Кручек [и др.] // Проблемы алмазоносности Беларуси : сб. ст. / ред. Е. А. Никитин. – Минск : БелНИГРИ, 1999. – С. 57–71.

Артыкул паступіў у рэдакцыю 12.09.2024

Рэцэнзент Н. В. Сасіна

ВУЛКАНІЧНЫЯ ПАБУДОВЫ ПОЗНЯГА ДЭВОНУ ПАЎНОЧНА-УВАРАВІЦКАЙ ПЛОШЧЫ (БЕЛАРУСЬ) У ГЕАФІЗІЧНЫХ ПАЛЯХ

А. Ф. Кузьмянкова, Я. І. Маісееў, А. А. Кулікоў, А. В. Беляшоў, Т. В. Васкабойнікава

Дзяржаўнае прадпрыемства «НВЦ па геалогіі»
вул. Акадэміка Купрэвіча, 7, 220084, Мінск, Беларусь
E-mail: kuzmenkovaof@mail.ru

У артыкуле прааналізаваны матэрыялы геафізічных даследаванняў Паўночна-Уваравіцкай плошчы Прыпяцка-Дняпроўскай вобласці магматызму позняга дэвона, атрыманыя ў розныя гады. Памер вулканічных пабудов па дадзеных свідравання і плошчавых геафізічных прац у плане не перавышае 1,5 км. Вулканы прымеркаваны да перыферыі вобласці паніжанага значэння гравітацыйнага і магнітнага палёў дыяметра каля 10 км. Пры гэтым яны выяўлены ў выглядзе адмоўных анамалій (да $-0,3$ мгл) гравітацыйнага поля. У магнітным полі ΔT у большасці выпадкаў яны выдзяляюцца ў выглядзе дадатных (да $+300$ нТл) анамалій. На скрыжаванні рэгіянальных геафізічных профіляў СОГТ XIV0116–18 і XVI0119–20 прасочана сейсмічнае адлюстраванне конусападобнага цела Уваравіцкага палеавулкана, прымеркаванага да разрыўнога парушэння паўночна-заходняга распацірання з крутым вуглом падзення на паўднёвы захад.

Ключавыя словы: лакальныя анамаліі, магнітаразведка, гравіразведка, сейсмаразведка.

THE LATE DEVONIAN VOLCANIC STRUCTURES OF THE NORTH-UVAROVICHY AREA (BELARUS) IN GEOPHYSICAL FIELDS

O. Kuzmenkova, E. Moiseev, A. Kulikov, A. Belyashov, T. Voskoboinikova

State Enterprise "Research and Production Center for Geology"
7 Akademika Kuprevicha St, 220084, Minsk, Belarus
E-mail: kuzmenkovaof@mail.ru

The article analyzes the data of geophysical studies of the North-Uvarovichy area of the Pripjat-Dnieper Region of Late Devonian magmatism obtained in different years. The size of volcanic structures according to drilling data and area geophysical works in plan does not exceed 1.5 km. Volcanoes are confined to the periphery of the area of reduced gravitational and magnetic fields with a diameter of about 10 km. At the same time, they are expressed as negative anomalies (up to -0.3 mG) of the gravitational field. In the magnetic field ΔT in most cases they are distinguished as positive (up to $+300$ nT) anomalies. At the intersection of regional geophysical profiles SOGT XIV0116–18 and XVI0119–20, a seismic image of the funnel-shaped body of the Uvarovichy paleovolcano was traced, confined to a fault of northwestern strike with a steep angle of incidence to the southwest.

Keywords: local anomalies, magnetic survey, gravity survey, seismic survey.

ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ГОРОДОВ

А. П. Гусев

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины
ул. Советская, 104, 246028, Гомель, Беларусь
E-mail: andi_gusev@mail.ru

В статье рассмотрены возможности использования геоэлектрических методов (электроразведки) для диагностики различных видов техногенного загрязнения геологической среды в городах. Комплекс методов включает: резистивиметрию почв, грунтов и вод; электрическое профилирование (ЭП) и вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ) методом сопротивлений; съемку потенциала естественного электрического поля (ЕП); наблюдения за техногенными блуждающими токами. Исследования проводились на территории города Гомеля. Решаемые задачи: изучение засоления городских почв методом резистивиметрии и оценка его влияния на жизненное состояние древесных насаждений; оценка химического загрязнения грунтов зоны аэрации и подземных вод, установление вероятного источника загрязнения подземных вод; выявление коррозионно опасных зон и утечек из трубопроводов. Представленные в статье примеры показывают, что геоэлектрические методы могут эффективно решать задачи мониторинга состояния геологической среды городов.

Ключевые слова: техногенное загрязнение, электроразведка, удельное электрическое сопротивление, кажущееся электрическое сопротивление, резистивиметрия, вертикальное электрическое зондирование, геологическая среда

ВВЕДЕНИЕ

Экологическая геофизика – это раздел геофизики, в котором геофизические методы применяют для оценки экологического состояния окружающей среды. Экологическая геофизика входит в состав более обширного направления геофизики, которое получило название «малоглубинная геофизика». Малоглубинная геофизика – это геофизика, которая занимается изучением самой верхней части земной коры – геологической среды [2; 3; 8]. Геоэлектрические методы (электроразведка) являются наиболее надежными в геофизике, применяемыми для картирования и оценки загрязнения компонентов геологической среды – почв, грунтов, подземных вод – от различных техногенных источников [4–7; 12; 13; 15; 16]. Основной электромагнитный параметр, который используется при изучении химического загрязнения геологической среды, – удельное электрическое сопротивление (УЭС). В основе метода сопротивлений лежит зависимость электрического поля, наблюдаемого на земной поверхности, от УЭС геологического разреза. УЭС воды зависит от ее минерализации и состава растворенных веществ, а УЭС рыхлых грунтов – от минерализации воды в порах и глинистости [9; 14]. Техногенное загрязнение вызывает увеличение минерализации воды, засоление почв и грунтов, что отражается в снижении УЭС геологической среды. Изучение явлений поляризации (естественное электрическое поле) в комплексе

с методами сопротивлений расширяют возможности электроразведки при изучении загрязнения, а именно позволяя решать следующие задачи: определение мест инфильтрации и разгрузки загрязненных вод; определение направления и скорости движения фронта загрязненных вод по горизонтали; выявление металлических техногенных объектов, которые могут являться источниками загрязнения [5; 11].

Актуальной проблемой является разработка комплекса геоэлектрических методов, позволяющего осуществлять оперативную диагностику техногенного загрязнения геологической среды в условиях города. К преимуществам электроразведки относится возможность проводить наблюдения на застроенной территории, при относительно низкой стоимости работ, без бурения скважин и нарушения растительного покрова и почв горными выработками.

Цель работы – изучение возможностей комплекса геоэлектрических методов для диагностики техногенного загрязнения геологической среды в условиях города. В ходе исследований решались следующие задачи: изучение засоления городских почв методом резистивиметрии и оценка его влияния на жизненное состояние древесных насаждений; оценка химического загрязнения грунтов зоны аэрации и подземных вод, установление вероятного источника загрязнения подземных вод; выявление коррозионно опасных зон и утечек из трубопроводов с помощью комплекса методов электроразведки.

В лесных массивах дерново-подзолистые песчаные и супесчаные почвы характеризовались высокими значениями УЭС – сотни и тысячи Ом·м (табл. 1). На территории города УЭС урбоземов изменялось от 13,0 до 1666,7 (среднее 257,4) Ом·м. Видно, что лесные почвы значительно отличаются по величине УЭС от урбоземов (по средним значениям в 6,3 раза). Так, на улице Советской сопротивление урбоземов вблизи полотна дороги (до 5 м) состав-

ляло 29,1–70,9 Ом·м (среднее 52,1 Ом·м); на расстоянии 15 м – 73,5–303,0 Ом·м (среднее – 214,3 Ом·м). На улице Интернациональной обнаружен участок с аномально низким сопротивлением (менее 20 Ом·м). В лесопарках города УЭС почв – более 200 Ом·м. Снижение УЭС урбоземов объясняется техногенной нагрузкой: повсеместное применение соли в зимний период, оседание пыли, выпадение из воздуха загрязняющих веществ.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика УЭС городских и лесных почв (Ом·м)

Показатель	Городские почвы (супесчаные и песчаные) $n = 37^*$	Почвы лесопарков и лесных массивов вне города (супесчаные и песчаные) $n = 42$
Среднее значение и его ошибка	$257,4 \pm 54,4$	$1619,5 \pm 181,6$
Медианное значение	133,3	1342,9
Стандартное отклонение	331,0	1177,0
Минимальное значение	13,0	246,3
Максимальное значение	1666,7	6250,0

*Число тестовых площадок.

Оценка жизненного состояния деревьев проводилась визуально в течение июня 2024 г. По результатам оценки жизненного состояния деревьев рассчитывали индекс Ln . Величина индекса изменяется в пределах выборки от 1,6 до 82 баллов, среднее значение 51,1 балла. Средние значения УЭС городских почв сопоставлялись с величиной индекса Ln . Видно, что снижение УЭС (т.е. рост засоления) сопровождается уменьшением значений индекса Ln . Коэффициент детерминации R^2 составил 0,58, а коэффициент ранговой корреляции Спирмена составил 0,46 ($p < 0,01$). Взаимосвязь между индексом жизненного состояния и УЭС почв описывается логарифмической зависимостью (рис. 1).

Для категории разрушенного древостоя ($Ln < 20$ по [11]) характерны УЭС урбоземов 10–70 Ом·м (среднее значение 51,5 Ом·м). Участки с сильно поврежденным древостоем ($Ln = 20–50$ по [1]) – 40–130 Ом·м (среднее 69,9 Ом·м). В диапазоне $Ln > 50$ категории жизненного состояния древостоев по УЭС урбоземов различаются слабо. Можно предположить, что для условий Гомеля (видовой состав древесных насаждений, особенности микроклимата, механические и геохимические характеристики урбоземов) предельная величина УЭС урбоземов, указывающая на уровень засоления, вызывающий значительное влияние на древесные насаждения улиц, составляет 70–80 Ом·м. Таким образом, выполненные исследования показали, что резистивиметрия урбоземов может служить надежным методом диагностики участков с высокой степенью засоления в условиях города.

Изучение загрязнения подземных вод при утечке из коллектора ливневой канализации.

Многолетний локальный мониторинг подземных вод, проводимый в западном промышленном узле города Гомеля, выявил в наблюдательной скважине аномальные изменения химического состава в подморенном водоносном горизонте (первый напорный). Ежегодные опробования показали, что в течение длительного времени содержание сульфат-иона колебалось в интервале 10–50 мг/дм³, а сухого остатка – 140–200 мг/дм³. Начиная с 2014 г. наблюдался медленный рост концентраций сульфат-иона и сухого остатка, который резко ускорился в 2020-е гг. В 2021–2022 гг. содержание сульфат-иона выросло в 9 раз, а сухого остатка – в 5 раз по сравнению с 2005–2015 гг. [4].

Участок размещения скважины находится в пределах промышленной зоны, в окружении целого ряда предприятий, деятельность которых потенциально может вызвать загрязнение подземных вод (Гомельский химический завод, Гомельский радиозавод, мусороперерабатывающий завод, железная дорога). При этом загрязняющие вещества могут проникать в водоносные горизонты различными путями: при инфильтрации загрязненных поверхностных вод непосредственно вблизи наблюдательной скважины; при латеральном распространении по водоносным горизонтам от удаленного источника; при вертикальных перетоках от загрязненного водоносного горизонта; при миграции от близко расположенного подземного источника.

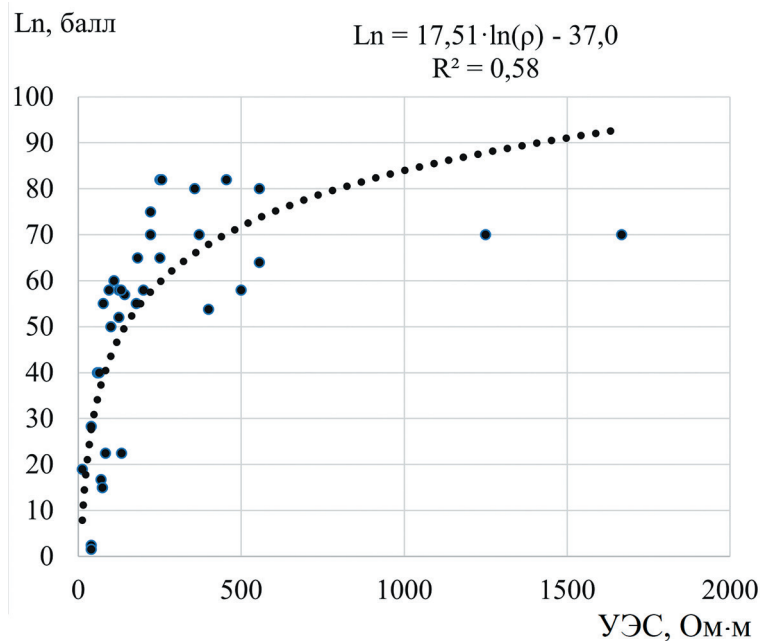


Рисунок 1 – Взаимосвязь между жизненным состоянием деревьев (Ln) и УЭС городских почв

Для выяснения источника загрязнения был проведен комплекс геоэлектрических исследований. С помощью съемки естественного электрического поля способом потенциала были выяснены участки инфильтрации и разгрузки подземных вод. Территория, расположенная в окрестностях первых сотен метров от наблюдательной скважины, характеризуется положительными значениями потенциала ЕП (от 0 до +20 мВ), что указывает на восходящий характер движений подземных вод.

Методом ВЭЗ была изучена верхняя часть геологической среды (до глубины, соответствующей разносам питающей линии АВ = 100–150 м, т.е. до 25–35 м). Точки ВЭЗ располагались по профилю от Гомельского химического завода до Гомельского радиозавода. Полученные результаты показаны на рис. 2.

В верхней части рис. 2 приведен разрез кажущегося электрического сопротивления (КЭС), в нижней части – результат интерпретации с указанием выделенных слоев и величины их истинного УЭС. Для территории в окрестностях наблюдательной скважины характерна трехслойная кривая типа Q ($\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$). Вверху находится слой высокого сопротивления, которое, вероятно, обусловлено низкой влажностью и песчаным составом, ниже происходит снижение сопротивления – грунтовый и подморенный водоносные горизонты.

На участке южнее 200 м наблюдательной скважины получена кривая типа QH ($\rho_1 > \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$), существенно отличающаяся от всех рассмотренных выше. Здесь в интервале 12–22 м находится слой аномально низкого сопротивления (1,4 Ом·м). Такое низкое сопротивление может быть обусловлено повышенной минера-

лизацией подземных вод в подморенном водоносном горизонте. При условии песчано-супесчаного состава водонасыщенных пород сопротивление 1–2 Ом·м соответствует минерализации 1–5 г/мдЗ (в зависимости от пористости, глинистости и температуры). На разрезе кажущегося сопротивления четко видна линза с очень низким сопротивлением – менее 10 Ом·м (см. рис. 2).

Для уточнения пространственного распространения зоны аномально низкого сопротивления были проведены электрические профилирования методом сопротивлений на разносах АВ = 60 м и АВ = 80 м. Электрическое профилирование на разносах АВ = 60 м позволяет судить о латеральных изменениях кажущегося сопротивления на глубине 6–15 м. Электрическое профилирование на разносах АВ = 80 м позволяет судить о латеральных изменениях кажущегося сопротивления на глубине 8–20 м.

На рис. 3 показаны результаты интерполяции кажущегося сопротивления, полученного с помощью электрического профилирования на разносе АВ = 60 м. Область низкого кажущегося сопротивления (менее 20 Ом·м) находится на восточной окраине планшета (Объездная улица).

На разносе АВ = 80 м область наиболее низкого кажущегося сопротивления (менее 15 Ом·м) также находится на восточной окраине планшета и примерно совпадает с областью низкого сопротивления на глубинах, соответствующих разносу АВ = 60 м. В северо-западном направлении кажущееся сопротивление растет – до 40–70 Ом·м. Самое низкое кажущееся сопротивление (менее 10 Ом·м) наблюдается на участке точки ВЭЗ (подтверждая полученные зондированием результаты).

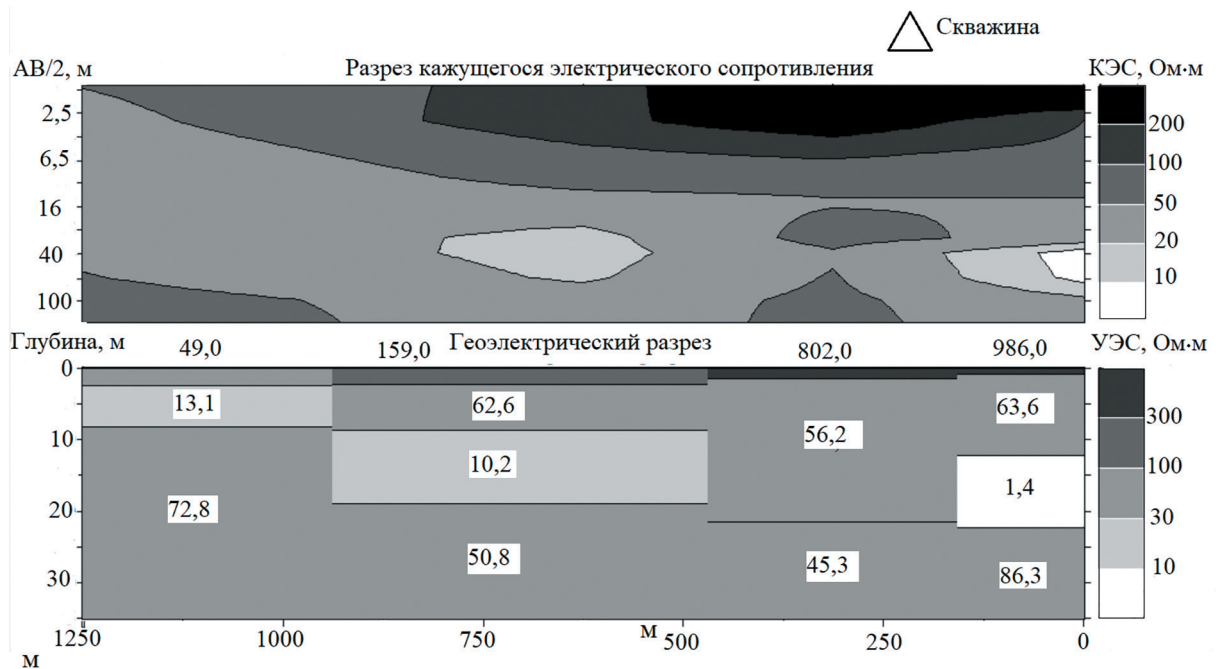


Рисунок 2 – Диагностика методом ВЭЗ загрязнения геологической среды

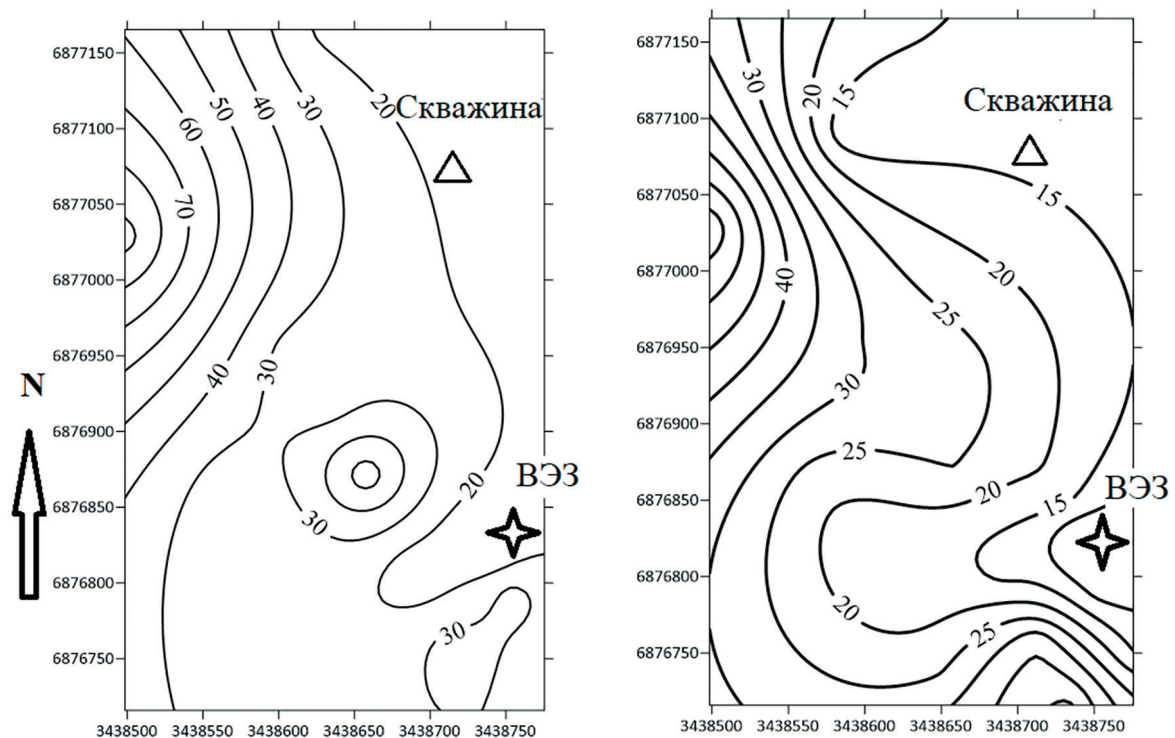


Рисунок 3 – Карта-схема изолиний кажущегося сопротивления (Ом·м) на разносах АВ = 60 м (слева) и АВ = 80 м (справа)

Для поисков возможных поверхностных источников загрязнения была выполнена резистивиметрия поверхностных вод и почвогрунтов (на глубине до 10 см). Вблизи участка и непосредственно в его пределах минерализация поверхностных вод (лужи, канавы) не превышала 1 г/дм³. Почвогрунты в пределах участка также имели сравнительно высокое сопротивление (200–1000 Ом·м).

Исходя из полученных данных, причиной повышения минерализации в интервале глубин, соответствующих подморенному водоносному горизонту, не может быть просачивание загрязненных поверхностных вод, т.е. влияние поверхностного источника. Потенциальный источник загрязнения находится на глубине и характеризуется ареалом, вытянутым вдоль Объездной улицы. Таким источником является

расположенный здесь подземный коллектор ливневой канализации. Утечки из коллектора привели к образованию линзы загрязненных грунтовых вод, которые затем проникли в подморенный горизонт, имеющий более высокую водопроницаемость в горизонтальном направлении (коэффициент водопроницаемости грунтового горизонта – $0,2-5,0 \text{ м}^2/\text{сут}$; подморенного горизонта – $10-150 \text{ м}^2/\text{сут}$). По подморенному горизонту фронт загрязнения стал распространяться в сторону наблюдательной скважины (возможно, за счет периодических откачек).

Таким образом, комплексирование геоэлектрических методов позволило оперативно получить достаточно полную картину химического загрязнения подземных вод и выявить его источник.

Диагностика зоны утечки из трубопровода и высокой коррозионной опасности. Геологическая среда любого города вмещает тысячи километров водопродных и канализационных труб, залегающих на глубине до 5 м. С течением времени трубы подвержены коррозии, которая нарушает слой гидроизоляции. Потери воды при утечках из водопродных сетей составляют в разных странах от 5 до 40 %. Коррозионная опасность зависит от УЭС вмещающего грунта. Очень высокая степень коррозионной опасности характерна при УЭС менее 5 Ом·м [7]. Важным фактором, негативно воздействующим на металлические подземные коммуникации, являются техногенные блуждающие токи, источниками которых служат рельсовые сети электрифицированных железных дорог, линии электропередач постоянного тока, катодные установ-

ки и т. д. Совместное взаимодействие таких факторов, как низкое УЭС грунта и наличие техногенных блуждающих токов, резко активизирует коррозионные процессы и приводит к разрушению трубопроводов системы водоснабжения и канализации. Утечки воды, в свою очередь, вызывают еще большее снижение УЭС геологической среды и активизацию коррозионных процессов.

Эффективным методом диагностики коррозионно опасных участков и взаимосвязанных с ними утечек из трубопроводов системы водоснабжения и канализации служит комплекс геоэлектрических методов, включающий ВЭЗ, ЕП и наблюдения за техногенными блуждающими токами. Рассмотрим применение данного комплекса на участке улицы Советская (вблизи корпуса № 1 ГГУ) города Гомеля. На основе 5 точек ВЭЗ (расстояние между точками 15 м) построен геоэлектрический разрез, показанный на рис. 4.

Верхний слой с высоким УЭС (до 505 Ом·м) представляет собой техногенный грунт, мощностью 1,0–1,5 м. Ниже залегают моренные отложения, представленные супесями (до 40 Ом·м). Крайняя справа точка ВЭЗ резко отличается от остального разреза. Здесь на глубине 1,5–3,0 м обнаруживается слой с низким УЭС. Снижение УЭС вызвано, предположительно, утечкой из трубопровода, который находится в непосредственной близости. По данным съемки ЕП, над трубопроводом зафиксирована положительная аномалия потенциала (амплитуда +12,0 мВ), которая может служить одним из признаков коррозионного повреждения [7].

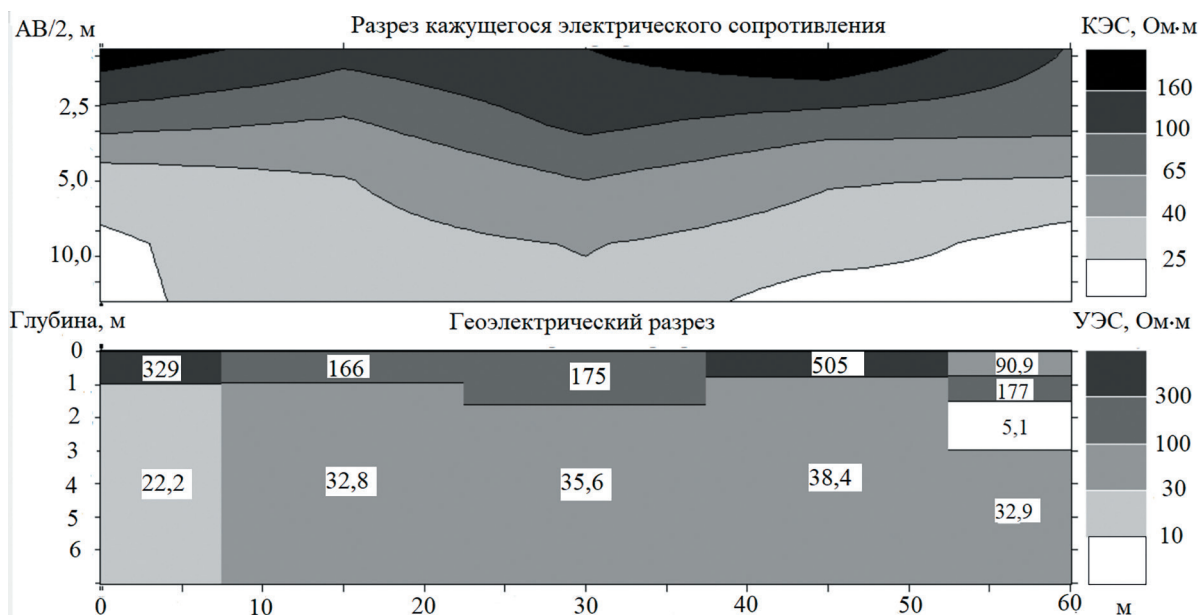


Рисунок 4 – Диагностика методом ВЭЗ зоны утечки из трубопровода и высокой коррозионной опасности

Наблюдения за техногенными блуждающими токами выполнялось в 10 точках, одна из которых находилась на расстоянии 20 м от точки ВЭЗ, зафиксировавшей аномально низкое УЭС. Приемные линии MN располагались параллельно и перпендикулярно контактной сети троллейбусной линии, проходящие по улице Советской. В данной точке на MN, расположенной параллельно контактной сети троллейбусной линии, были обнаружены хаотичные колебания потенциала ЕП амплитудой до 25 мВ. На других точках, расположенных по улице Советской, наблюдались потенциалы ЕП – 30–40 мВ. На удалении более 100 м от контактной сети троллейбусной линии (улица Кирова) величина потенциала не превышала 10 мВ. Выявленные различия между участками, находящимися на разном расстоянии от троллейбусной линии, в величине и временной динамике потенциала ЕП могут трактоваться как эффект влияния техногенных блуждающих токов.

Таким образом, обнаруженная аномалия низкого УЭС указывает на сильно обводненный участок вблизи трубопровода в коррозионно опасной зоне. Повышение влажности грунта здесь обусловлено не грунтовыми водами, которые расположены глубже 7 м и на геоэлектрическом разрезе не отражаются (см. рис. 4), а, предположительно, утечкой

из трубопровода системы водоснабжения и канализации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на основе выполненных исследований установлено:

комплекс, включающий метод резистивиметрии (измерение электрического сопротивления почв) и фитоиндикацию (оценку жизненного состояния деревьев), может быть рекомендован для выявления участков экологически опасного засоления городских почв;

комплексирование геоэлектрических методов (ВЭЗ, ЭП, ЕП и резистивиметрия) позволило оперативно получить достаточно полную картину химического загрязнения подземных вод, установить направление движения загрязнения и выявить его предположительный источник;

комплекс геоэлектрических методов (ВЭЗ, ЕП и наблюдения за техногенными блуждающими токами) выявил нарушение трубопровода системы водоснабжения и канализации, вероятно, обусловленное активными коррозионными процессами.

Рассмотренные примеры позволяют утверждать, что геоэлектрические методы (электроразведка) могут эффективно решать задачи мониторинга состояния геологической среды городов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Алексеев, В. А.** Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В. А. Алексеев // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 51–57.
2. **Богословский, В. А.** Экологическая геофизика: учеб. пособие / В. А. Богословский, А. Д. Жигалин, В. К. Хмелевской. – М.: Изд-во МГУ, 2000. – 256 с.
3. **Вахромеев, Г. С.** Экологическая геофизика / Г. С. Вахромеев. – Иркутск: ИрГТУ, 1995. – 216 с.
4. **Гусев, А. П.** Комплекс геоэлектрических методов диагностики химического загрязнения подземных вод в зоне влияния техногенных объектов / А. П. Гусев, Е. И. Кулыба, И. О. Прилуцкий // Вестник Пермского университета. Геология. – 2024. – Т. 23, № 1. – С. 68–75.
5. **Гусев, А. П.** Комплексирование космической съемки и геоэлектрических методов при диагностике химического загрязнения геологической среды / А. П. Гусев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. – 2023. – № 3. – С. 133–140.
6. **Гусев, А. П.** Комплексирование космической съемки и геоэлектрических методов при оценке техногенного подтопления в зоне влияния полигона твердых коммунальных отходов / А. П. Гусев, Е. И. Кулыба // Российский журнал прикладной экологии. – 2024. – № 1. – С. 23–29.
7. **Гусев, А. П.** Техническая и экологическая геофизика. Часть 1. Техническая геофизика: пособие / А. П. Гусев. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2024. – 86 с.
8. **Манштейн, А. К.** Малоглубинная геофизика. Пособие по спецкурсу / А. К. Манштейн. – Новосибирск, 2002. – 135 с.
9. **Матвеев, Б. К.** Электроразведка / Б. К. Матвеев. – М.: Недра, 1990. – 368 с.
10. **Методические** подходы к оценке и картографированию состояния и устойчивости к антропогенным нагрузкам насаждений городов / А. В. Пугачевский [и др.] // Природные ресурсы. – 2007. – № 3. – С. 33–44.
11. **Огильви, А. А.** Основы инженерной геофизики / А. А. Огильви. – М.: Недра, 1990. – 501 с.
12. **Оценка** засоления почв и грунтовых вод методами электрического сопротивления / А. И. Поздняков [и др.]. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2013. – 71 с.
13. **Хмелевской, В. К.** Геофизические методы исследования земной коры. Книга 2. Региональная, разведочная, инженерная и экологическая геофизика / В. К. Хмелевской. – Дубна: Международный университет природы, общества и человека, 1999. – 184 с.

14. **Электроразведка:** пособие по электроразведочной практике для студентов геофизических специальностей. Том 2. Малоглубинная электроразведка / под ред. В. А. Шевнина, А. А. Бобачева. – М. : МГУ, 2013. – 123 с.

15. **Investigating** the Pollution Range in Groundwater in the Vicinity of a Tailings Disposal Site with Vertical Electrical Soundings / R. Duda [et al.] // Polish Journal of Environmental Studies. – 2020. – Vol. 29 (1). – P. 101–110.

16. **Sanuade, O. A.** A review on the use of geoelectrical methods for characterization and monitoring of contaminant plumes / O. A. Sanuade, K. I. Arowoogun, J. O. Amosun // Acta geophysics. – 2022. – Vol. 70. – P. 2099–2117.

Артыкул паступіў у рэдакцыю 12.09.2024

Рэцэнзент В. І. Зуй

ГЕАЭЛЕКТРЫЧНЫЯ МЕТАДЫ ПРЫ ВЫВУЧЭННІ ТЭХНАГЕННАГА ЗАБРУДЖВАННЯ ГЕАЛАГІЧНАГА АСЯРОДДЗЯ ГАРАДОЎ

А. П. Гусеў

Гомельскі дзяржаўны ўніверсітэт імя Францыска Скарыны
вул. Савецкая, 104, 246028, Гомель, Беларусь
E-mail: andi_gusev@mail.ru

У артыкуле разгледжаны магчымасці выкарыстання геаэлектрычных метадаў (электраразведкі) для дыягностыкі розных відаў тэхнагеннага забруджвання геалагічнага асяроддзя ў гарадах. Комплекс метадаў уключае: рэзістывіметрыю глебаў, грунтоў і вод; электрычнае прафіляванне (ЭП) і вертыкальнае электрычнае зандзіраванне (ВЭЗ) метадам супраціўленняў; здымку патэнцыяла натуральнага электрычнага поля (НП); назіранне за тэхнагеннымі блукаючымі токамі. Даслеванні праводзіліся на тэрыторыі горада Гомеля. Вырашальныя задачы: вывучэнне засалення гарадскіх глебаў метадам рэзістывіметрыі і ацэнка яго ўплыву на жыццёвы стан драўніных насаджэнняў; ацэнка хімічнага забруджвання грунтоў зоны аэрацыі і падземных вод, устанавленне магчымай крыніцы забруджвання падземных вод; выяўленне каразійна небяспечных зон і ўцечак з трубаправодаў. Прадстаўлены ў артыкуле прыклады паказваюць, што геаэлектрычныя метады могуць эфектыўна вырашаць задачы маніторынгу стану геалагічнага асяроддзя гарадоў.

Ключавыя словы: тэхнагеннае забруджванне, электраразведка, удзельнае электрычнае супраціўленне, уяўнае электрычнае супраціўленне, рэзістывіметрыя, вертыкальнае электрычнае зандзіраванне, геалагічнае асяроддзе.

GEOELECTRIC METHODS IN STUDYING TECHNOGENIC POLLUTION OF THE URBAN GEOLOGICAL ENVIRONMENT

A. Gusev

F. Skorina Gomel State University
104 Sovetskaya St, 246028, Gomel, Belarus
E-mail: andi_gusev@mail.ru

The article considers the possibilities of using geoelectric methods (electrical prospecting) for diagnostics of various types of technogenic pollution of the urban geological environment. The complex of methods includes: soil, ground and water resistance measurement; electrical profiling (EP) and vertical electrical sounding (VES) using the resistance method; survey of the potential and potential gradient of the natural electric field (EF); observations of technogenic stray currents. The studies were conducted on the territory of the city of Gomel. The tasks to be solved: study of salinization of urban soils by the resistivity method and assessment of its impact on the vital state of tree plantations; assessment of chemical contamination of grounds in the aeration zone and groundwater, establishment of the probable source of groundwater contamination; identification of corrosion-hazardous zones and leaks from pipelines. The examples presented in the article show that geoelectric methods can effectively solve the problems of monitoring the state of the geological environment of cities.

Keywords: technogenic pollution, electrical exploration, specific electrical resistance, apparent electrical resistance, resistivity metering, vertical electrical sounding, geological environment.

УДК 550.8(476)

ОПЕРАТИВНАЯ ОЦЕНКА КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ ПОРОД ПО ДАННЫМ АКУСТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА

В. Н. Силуянов¹, И. Р. Захария¹, А. В. Кондратенко²

¹Государственное предприятие «НПЦ по геологии»
Филиал «Институт геологии»

ул. Академика Купревича, 7, 220084, Минск, Беларусь
E-mail: siluyanovone@rambler.ru, ramzes0409@gmail.com, oil_ig@geologiya.by

²РУП «Производственное объединение «Белоруснефть»
Нефтегазодобывающее управление «Речицанефть»
ул. Ленина, 43, 247500, Речица, Беларусь
E-mail: a.kondratenko2@beloil.by

В статье рассмотрен авторский способ экспресс-анализа диаграмм акустического каротажа скважин. Экспресс-анализ позволяет разбить акустическую каротажную кривую на локальные участки с повышенными значениями DT и выделить перспективные интервалы разреза для их дальнейшего изучения.

Приведены результаты опробования способа экспресс-анализа диаграмм акустического каротажа на примере ряда глубоких скважин, расположенных в Южно-Речицко – Вишанской – Южно-Вишанской региональной зоне локальных поднятий и примыкающем к ней структурном подножии Червонослободско-Малодушинской тектонической ступени Припятского прогиба. Объект изучения – семилукские отложения подсолевого нефтегазоносного комплекса Припятского прогиба.

Ключевые слова: Припятский прогиб, акустический каротаж, подсолевой карбонатный нефтегазоносный комплекс, семилукские отложения.

ВВЕДЕНИЕ

Акустический каротаж – один из методов изучения разрезов скважин. Основан на измерении параметров упругого волнового поля в скважине на малых и фиксированных базах (0,1÷10 м) в звуковом (0,5÷20 кГц) и ультразвуковом (25 ÷ 2000 кГц) диапазонах частот. Метод предназначен для непосредственного изучения акустических параметров волнового поля горных пород, пересеченных скважинами, а также для изучения характеристик акустических сигналов, связанных с различными неоднородностями, возникающими в затрубном пространстве скважин. Акустические параметры горных пород функционально связаны с физико-химическими свойствами, пористостью, структурными особенностями и характером насыщения.

В промышленных масштабах акустический метод исследования разрезов скважин (в ультразвуковом диапазоне частот) начал применяться в 1951–1952 гг. прошлого столетия в США для уточнения данных сейсмокаротажа и при интерпретации материалов наземной сейсморазведки. Основным параметром, изучавшимся в скважинах, была скорость распространения упругих продольных волн [4].

Общепринятое представление: основными факторами, влияющими на скоростную характеристику, являются вещественный состав пород, их коллекторские свойства и структура пустотного пространства [1].

Данные акустического каротажа применяются для решения следующих задач:

– в открытом стволе – литологическое расчленение разреза; определение коэффициента пустотности пород и выделения коллекторов; определение кинематических характеристик горных пород для интерпретации данных сейсморазведки;

– в обсаженной скважине акустический каротаж применяется для контроля технического состояния труб эксплуатационной колонны и качества ее цементажа.

АНАЛИЗ ДИАГРАММ АКУСТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА

При проведении акустического каротажа измеряются интервальное время пробега DT (или ΔT) сейсмической волны – один из получаемых параметров. В статье также используется параметр dT (авторское название) – нормализованная кривая DT, т. е. сглаженная, нулевой уровень которой соответствует оцененному (рассчитанному) «фоновому» уровню. Авторский способ экспресс-анализа диаграмм акустического каротажа скважин (DT), рассматриваемый в данной статье, включает выполнение следующих операций:

– каротажные диаграммы приводятся к единому шагу дискретизации по глубине (авторы считают оптимальным шаг дискретизации 0,2 м);

– по интервалу анализа каротажной диаграммы, соответствующему стратиграфическому горизонту, производится вычисление линии тренда;

– с учетом линии тренда производится нормализация кривой каротажной диаграммы;

- выполняется расчет атрибута 1 («Average Energy» – средняя амплитуда по фазе);
- выполняется расчет атрибута 2 («Average Positive Energy» – средняя положительная амплитуда по фазе);
- выделяются перспективные для дальнейшего изучения участки;
- интерпретация полученных результатов.

Метод основан на предположении, что в интервале исследования будут присутствовать разнотипные (сильно различающиеся) по акустическим свойствам породы.

ОБЪЕКТ ИЗУЧЕНИЯ

Объектом, на котором демонстрируется работоспособность предлагаемого экспресс-анализа диаграмм акустического каротажа скважин, выбраны распространенные выдержанные по мощности в пределах практически всей территории Припятского прогиба отложения семилукского горизонта верхнего девона (D_{3sm}).

Подсолевая карбонатная толща в Припятском прогибе представлена отложениями саргаевского, семилукского, речичского, воронежского и евлановского горизонтов. Коллекторы развиты в основном в саргаевском, семилукском и воронежском горизонтах. Региональным флюидоупором служат отложения нижней соленосной толщи.

Отложения речичского горизонта из-за недостаточных сведений о характере площадного распространения пород с высокими экранирующими свойствами не рассматривается как межрезервуарный флюидопор. Евлановские отложения следует рассматривать как ложную крышку [2].

Породы-коллекторы семилукского горизонта представлены доломитами, значительно реже известняками.

Сложность геологического строения региона, наличие литолого-фациальной изменчивости пород, обуславливающие неоднородность разновозрастных отложений по физическим свойствам, и различная степень их вторичных преобразований создают ряд трудностей при выяснении закономерностей распространения коллекторов.

В пределах Припятского прогиба выделяют три зоны развития коллекторов: северная, центральная, южная.

Первая (северная) зона протягивается широкой полосой вдоль северной границы Припятского прогиба. В этой зоне семилукский горизонт представлен доломитами с прослоями известняков. Коллекторами в основном являются органогенные разности известняков и вторичные доломиты. Породы пористые, кавернозные, однородные, участками трещиноватые. Степень изменчивости пород различная и связана с первичными особенностями осадконако-

пления в условиях повышенной расчлененности дна семилукского палеобассейна. Сводные разрезы характеризуются формированием чистых органогенных разностей доломитов, крыльевые разрезы более разнообразны по вещественному составу и сложены доломитизированными известняками, мергелями и известковистыми доломитами.

Литологическая неоднородность пород привела к неоднородности их коллекторских свойств. В этой зоне преимущественно развиты карбонатные коллекторы классов 2 и 3 с пористостью соответственно $4,5 \div 8 \%$ и $8 \div 12 \%$. Эффективная мощность коллекторов меняется от 1,5 до 17,5 м.

Вторая (центральная) зона развития коллекторов примыкает с юга к северной и характеризуется развитием смешанных известняково-доломитовых разрезов. Преобладают карбонатные коллекторы 2-го класса (пористость – $4,5 \div 8 \%$), реже 3-го класса (пористость $7 \div 10 \%$). Эффективная мощность коллекторов меняется от 3 до 14,5 м. Отмечается большая степень сульфатизации и кальцитизации пород. Преобладают коллекторы следующих типов: каверно-поровые, трещинно-поровые, трещинно-каверно-поровые, поровые, реже порово-каверновые и трещинно-порово-каверновые [6].

В центральной зоне прогиба вскрыты наиболее полные разрезы горизонта, представленные в верхней и нижней частях глинистыми доломитами с прослоями однородных чистых разностей доломитов и известняков. Изредка в кровле появляются глины. Крыльевые разрезы локальных поднятий сложены в основном известняками, прослоями доломитов в кровле и подошве.

В центральной зоне, несмотря на наличие большего, чем в других зонах, числа пористо-проницаемых прослоев, суммарная эффективная мощность и коллекторские свойства пород ниже, что объясняется степенью их катагенетических преобразований.

Третья (южная) зона развития коллекторов протягивается вдоль южного борта прогиба и граничит с Украинским кристаллическим щитом. Здесь преобладают смешанные известняково-доломитовые разрезы семилукского горизонта. В зоне развиты карбонатные коллекторы классов 2 и предположительно 3 (пористость $4,5 \div 8 \%$, реже до 10%). Их эффективная мощность незначительная – $2 \div 9$ м.

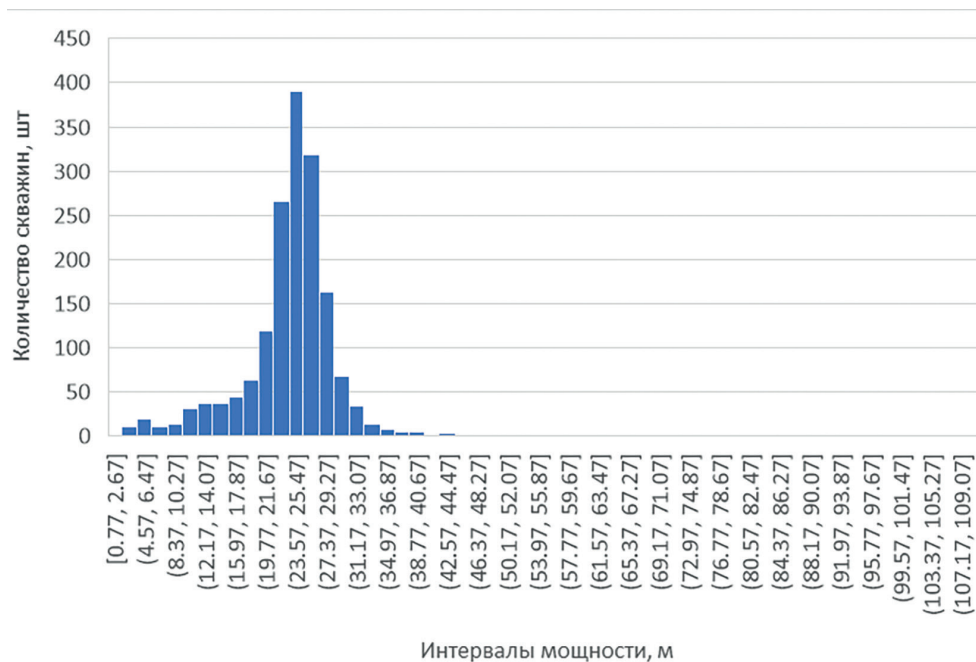
Несмотря на то, что коллекторские свойства карбонатных пород горизонта в данной зоне ниже, чем в других, аналогичные условия осадконакопления пород южной и северной зон прогиба позволяют считать южную зону перспективной в отношении развития коллекторов. По керну же описываются поровые, трещинно-поровые и трещинно-каверно-поровые коллекторы с низкими и средними емкостными и фильтрационными свойствами.

При уменьшении мощности горизонта в своде структур увеличивается пустотность пород, а по направлению к крыльевым участкам происходят фациальные замещения, уменьшается количество пластов-коллекторов [6].

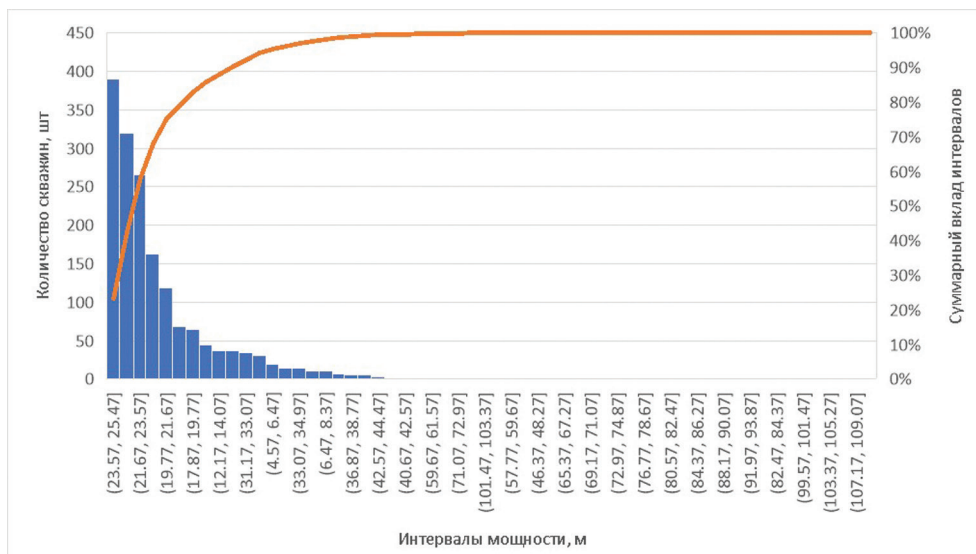
Нами выполнен анализ данных по 1672 скважинам, вскрывшим в Припятском прогибе в полном разрезе семилукские отложения.

Среднее арифметическое значение мощности семилукских отложений составляет 23,8 м, медианное среднее – 24,5 м. Гистограмма распределения мощно-

стей семилукских отложений (рис. 1, а), гистограмма Парето (рис. 1, б) – ранжированное по убыванию по количеству скважин распределение мощностей семилукских отложений – наглядно демонстрируют, что около 20 % всех скважин имеют мощность в интервале 23,57÷25,47 м, тогда как мощность в интервале 19,27÷25,47 м имеют около 80 % скважин. На основании полученных данных можно утверждать, что в пределах Припятского прогиба семилукские отложения достаточно выдержаны по мощности.



а



б

Рисунок 1 – Гистограммы распределения поинтервальных мощностей отложений семилукского горизонта: а – гистограмма поинтервального распределения; б – гистограмма Парето

Как видно из гистограммы распределения абсолютных отметок кровли семилукского горизонта (рис. 2, а) и гистограммы Парето (рис. 2, б), для порядка 80 % скважин абсолютная отметка их кровли находится в достаточно широком интервале глубин: 2334,28÷4014,28 м.

Нефтепроявления по керну в рассматриваемых отложениях Припятского прогиба преимущественно проявляются в доломитах, очень редко – в известняках.

РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве района исследования выбрана Южно-Речицко – Вишанская – Южно-Вишанская региональная зона локальных поднятий и примыкающее к ней структурное подложие Червонослободско-Малодушинской тектонической ступени Припятского прогиба (рис. 3)

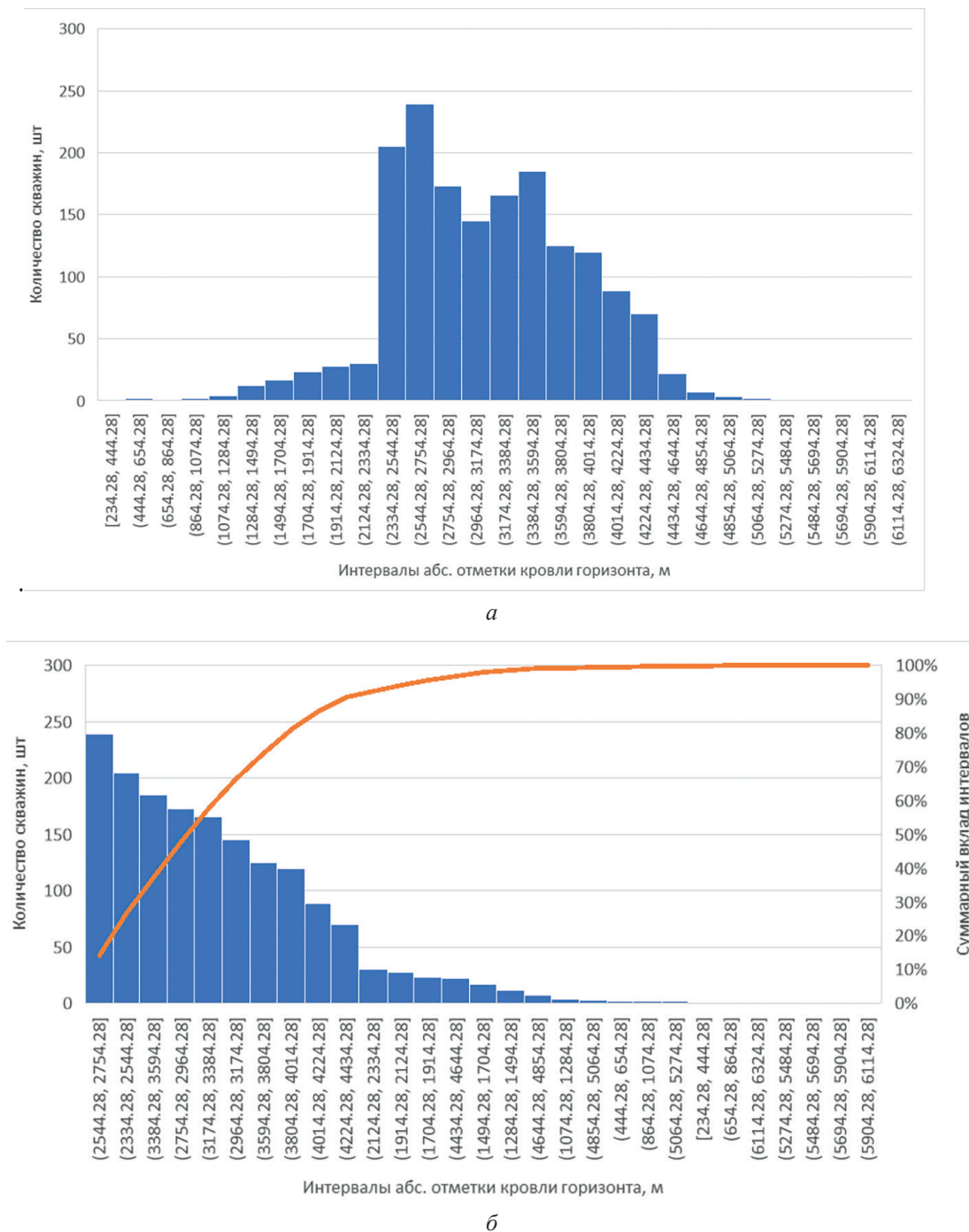


Рисунок 2 – Гистограммы распределения поинтервальных абсолютных глубин кровли отложений семилукского горизонта:
а – гистограмма поинтервального распределения; б – гистограмма Парето

Скважины, расположенные в зоне исследования (с северо-запада на юго-восток): 1 Шумятинская; 1 Заозерьевская; 34 Ю-Вишанская; 2 Иповская; 2 З-Давыдовская; 9101 Мармовичская; 1 и 2 Людвиновские; 603, 604 и 605 Зуевские; 1 Угольская. Стратиграфические разбивки подсолевых карбонатных отложений по скважинам района исследований представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы, мощность отложений семилукского горизонта практически укладывается

в интервал 19,27÷25,47 м (около 80 % скважин, вскрывших в полном разрезе семилукские отложения в Припятском прогибе). Исключение составляют скв. 1 Шумятинская – мощность этих отложений составляет 30 м и скв. 1 Заозерьевская – 36,99 м. Абсолютная отметка кровли семилукского горизонта варьирует в достаточно широком диапазоне: от 3075,97 м в скв. 34 Ю-Вишанская до 4765,23 м в скв. 1 Угольская.

Таблица 1 – Стратиграфические разбивки подсолевых карбонатных отложений по скважинам района исследований

Площадь	Скв.	D ₃ vr		D ₃ rc		D ₃ sm		D ₃ sr	
		Кровля абс., м	Мощность, м	Кровля абс., м	Мощность, м	Кровля абс., м	Мощность, м	Кровля абс., м	Мощность, м
Шумятинская	1	4125,65	16			4141,65	30	4171,65	45,99
Заозерьевская	1	3865,92	32,48	3898,4	6	3904,4	36,99	3941,39	42,49
Ю-Вишанская	34	3040,01	28,47	3068,48	7,49	3075,97	23,97	3099,94	45,45
Иповская	2	3278,09	29,96	3308,04	8,08	3316,12	23,55	3339,66	34,58
З-Давыдовская	2	3208,69	49,48	3258,17	4	3288,66	26,49	3288,66	41,48
Мармовичская	9101	3258,43	49,29	3307,72	3,98	3311,7	26,38	3338,09	41,32
Людвиновская	1	4289,81	56,88	4346,68	10,98	4357,66	26,96	4426,55	41,93
Людвиновская	2	4249,47	57,4	4306,87	7,48	4314,35	25,94	4340,29	40,92
Зуевская	603	3359,69	55,48	3415,17	6,99	3422,16	20,49	3442,65	37,97
Зуевская	604	3392,34	58,57	3450,92	6,89	3457,8	18,69	3476,49	133,8
Зуевская	605	3382,99	57,59	3440,58	6,89	3447,48	23,2	3470,67	39,63
Угольская	1	4668,67	78,31	4746,98	18,25	4765,23	23,68	4788,91	37,58

В таблице 2 представлено описание керна по скважине 1 Заозерьевская. В разрезе в семилукских отложениях присутствуют интервалы доломита с нефтепроявлениями – выпоты и пропитка нефти по керну.

Таблица 2 – Описание керна по скважине 1 Заозерьевской площади для интервала семилукских отложений

Долбление № 8 4055,0–4068,0 м 13,0–3,0 м – 23 % D ₃ sm	Известняк серого цвета, мелкокристаллический, комковатый, плотный, в различной степени обогащен глинистым материалом, трещиноватый. Трещины разно ориентированы, выполнены зеленым глинистым материалом. Признаков УВ не отмечено.
Долбление № 9 4068,0–4077,0 м 9,0–5,0 м – 56 % D ₃ sm	2,2 м – доломит известковистый серого цвета, мелко-средне-кристаллический, массивный, плотный, неравномерно слабо кавернозный. Каверны размером от 0,5 до 3 мм полые. Встречаются трещины под углом 5°, выполнены глинистым материалом зеленого, темно-зеленого цвета. Признаков УВ не отмечено. 2,6 м – доломит в различной степени глинистый, серого, зеленовато-серого цвета, мелко-средне-кристаллический, комковатый, плотный, участками пористо-кавернозный. Каверны размером от первых мм до 1 см, округлой, реже щелевидной формы, частично полые, частично закристаллизованы кальцитом. По подинтервалу отмечены неравномерные, слабые выпоты нефти коричневого цвета. 0,2 м – доломит известковистый, от темно-серого до черного цвета за счет примазки битуминозного вещества, мелкокристаллический, комковатый, пористо-кавернозный. Каверны размером до 1 см полые. По кавернам отмечены выпоты газированной нефти коричневого с зеленоватым оттенком цвета.
Долбление № 10 4077,0–4081,0 м 4,0–3,0 м – 75 % D ₃ sm	3,0 м – доломит глинистый, темно-коричневый, серый, мелко-средне-кристаллический, плотный, крепкий, пятнистый за счет включений округлой и овальной формы светло-серых и темно-серых доломитов, трещиноватый, пористо-кавернозный. Трещины волосовидные, различно ориентированы. Каверны размером от первых мм до 4 см частично полые, частично закристаллизованы кальцитом. В 2,0 м от начала долбления по керну отмечена нефтяная пропитка, по кавернам отмечены слабые выпоты светло-зеленой нефти.
Долбление № 11 4081,0–4089,0 м 8,0–7,2 м – 90 % D ₃ sm	3,6 м – доломит коричневатого-темно-серого цвета, мелко-скрытокристаллический, плотный, крепкий, пятнистый за счет включений линзовидной, овальной формы светло-серых доломитов, слабо кавернозный. Каверны округлой, реже щелевидной формы размером от 0,5 до 3 см частично полые, частично закристаллизованы кальцитом, в кавернах присутствуют включения битуминозного вещества. 3,6 м – доломит в некоторой степени глинистый, серого, темно-серого цвета, тонкокристаллический, массивный, плотный, прослоевидный за счет прослоев более светлых и более темных карбонатно-глинистых разностей, слабо трещиноватый. Трещины закрытого типа, различно ориентированы, выполнены беловатым кальцитом. Встречаются отпечатки фауны. На единичном образце в 5,0 м (мощность 10 см) от начала долбления по порам отмечены выпоты газированной нефти коричневого цвета.

Результаты привязки керна приведены в таблице 3 с учетом данных каротажных методов с разбивкой на слои для интервала семилукских отложений по скважинам района исследования. Из таблицы видно, что все интервалы с нефтепроявлениями (выпоты и выделения нефти; запах нефти при раскалывании; налеты, примазки, включения битума) представлены доломитами. Суммарная мощность интервалов с нефтепроявлениями составляет в скв. 1 Шумятическая – 4,3 м, в скв. 34 Ю-Вишанская – 14,5 м, в скв. 2 Иповская – 15,55 м, в скв. 2 3-Давыдовская – 16,9 м, в скв. 1 Людвиновская – 7,7 м, в скв. 603 Зуевская – 7 м, в скв. 604 Зуевская – 4,3 м, в скв. 605 Зуевская – 1,25 м и в скв. 1 Угольская – 7,84 м. В процентном соотношении мощность интервалов с нефтепроявлениями к общей мощности семилукских отложений составляет: для скв. 1 Шумятическая – 14 % (4,3/30), для скв. 34 Ю-Вишанская – 60,5 % (14,5/23,97), для скв. 2 Иповская – 66 % (15,55/23,55), для скв. 2 3-Давыдовская – 64 % (16,9/26,49), для скв. 1 Людвиновская – 29,7 % (7,7/25,94), для скв. 603 Зуевская – 34 % (7/20,49), для скв. 604 Зуевская – 23 % (4,3/18,69), для скв. 605 Зуевская – 5,4 % (1,25/23,2) и для скв. 1 Угольская – 33 % (7,84/23,68). Для скв. 1 Заозерьевская суммарная мощность интервалов с нефтепроявлениями оценивается в 3,5 м. В процентном соотношении мощность интервалов с нефтепроявлениями к общей мощности семилукских отложений для нее – 9,5 % (3,5/36,99).

Добыча нефти проводилась в семи скважинах. Выполнено их ранжирование по объему добытой нефти (от большего к меньшему): скважины 603 Зуевская, 1 Угольская, 1 Шумятическая, 605 Зуевская, 2 3-Давыдовская, 2 Иповская и 604 Зуевская.

Связь между объемом добытой нефти и суммарной мощностью интервалов с нефтепроявлениями для этих скважин не прослеживается.

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ДИАГРАММ АКУСТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА

В соответствии с описанным ранее алгоритмом выполнена обработка каротажных диаграмм акустического каротажа (DT) интервала семилукских отложений по скважинам района исследований. Далее в тексте и на рисунках dT – нормализованная кривая DT.

Скв. 1 Шумятическая. Выполнен анализ диаграммы DT (рис. 4, а) и по данным инклино-

метрии построена проекция ствола скважины (рис. 4, б). Ствол, включая семилукские отложения (помечены оранжевым цветом на проекции ствола скважины), субвертикальный. В районе глубины 4290 м выделяется интервал с повышенными значениями dT, он соответствует отложениям речичского горизонта D₃г_ж, характеризующегося повышенными значениями глинистости. По атрибуту 2 выделяются три интервала с повышенными значениями dT: 4292,35÷4294,95, 4296,95÷4300,55 и 4302,35÷4306,95 м. Каждый из них включает интервалы со значениями dT выше 8 мкс. По результатам автоматизированной интерпретации геофизических исследований (ИНГЕФ) [3] данные интервалы определяются как породы с повышенными значениями глинистости. Участки диаграммы со значениями dT 3÷7 мкс определяются как нефтенасыщенные коллекторы. По результатам привязки керна (см. табл. 3) в интервал 4292,35÷4294,95 м практически полностью попадает слой 4294÷4295 м, а интервал 4302,35÷4306,95 м значительно перекрывается с «составным» слоем 4301÷4305,2 м, характеризующимся нефтепроявлениями «Нефть (выпоты и выделения)». Нефтенасыщенность коллекторов подтверждена результатом ИП в колонне – из интервала 4289÷4307 м получен промышленный приток нефти (Шумятическое месторождение).

Скв. 1 Заозерьевская. Выполнен анализ диаграммы DT (рис. 4, в) и по данным инклинометрии построена проекция ствола скважины (рис. 4, г). Ее ствол практически субвертикальный. По атрибуту 2 выделяется составной интервал 4050,1÷4058,9 м, в котором имеются субинтервалы, характеризующиеся повышенными значениями dT – более 9 мкс. Это соответствует, по нашему мнению, породам с повышенными значениями глинистости, трещиноватости. По результатам интерпретации по ИНГЕФ в этом интервале глубин имеются пласты с повышенной глинистостью, потенциальные коллекторы водонасыщены. В интервале 4058,9÷4087 м по атрибуту 2 интервалы со «средней положительной амплитудой по фазе» не выделяются. Здесь по результатам авторской интерпретации ИНГЕФ выделяются интервалы глубин: 4064,8÷4065,9, 4067,4÷4068,9 и 4076,3÷4077,4 м. В них прогнозируется наличие воды с нефтью в соотношении 2 к 1. Привязка керна (слои) с учетом данных каротажных методов для скважины не проводилась.

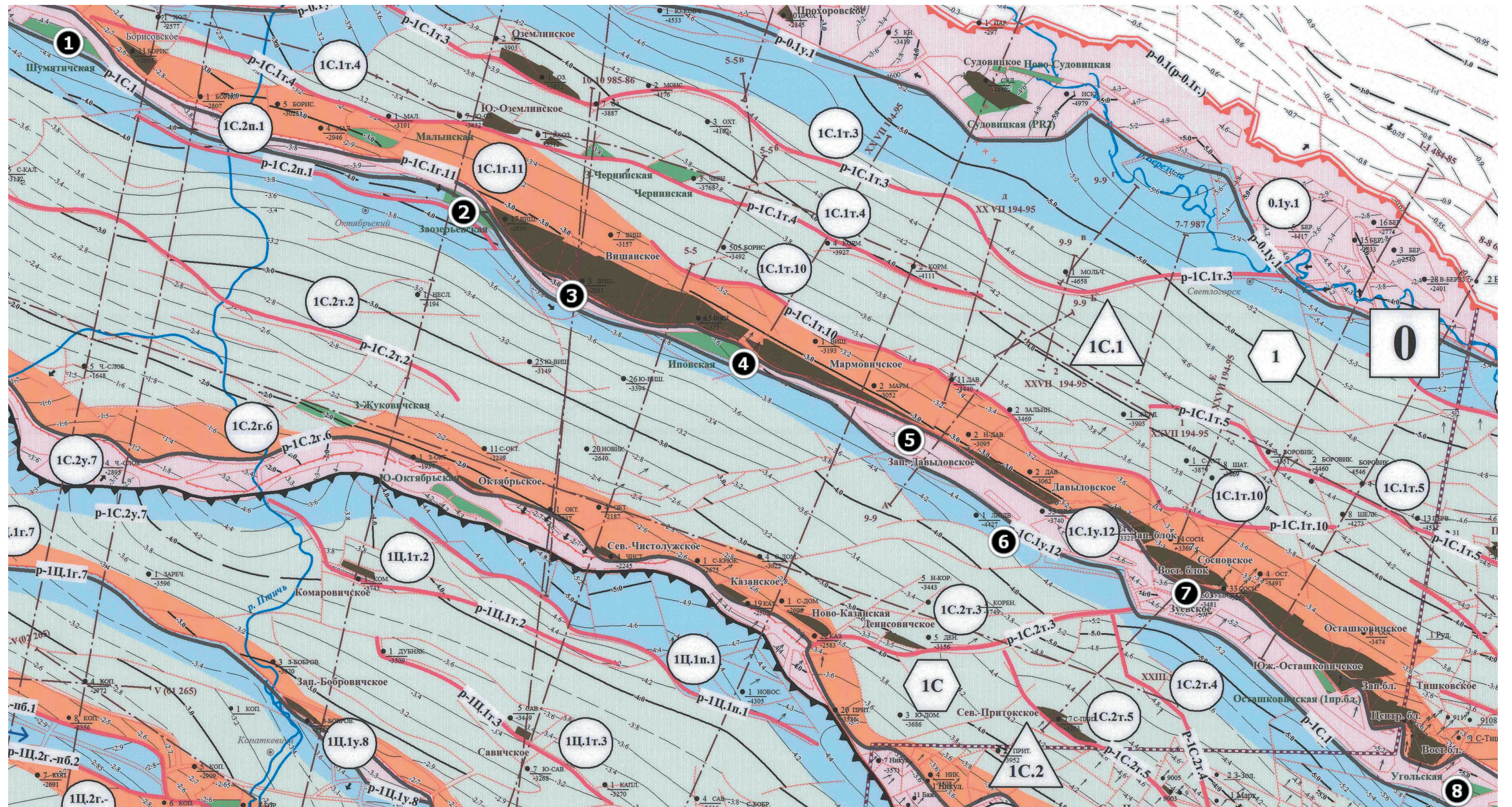


Рисунок 3 – Схема расположения глубоких скважин в районе исследования. Фрагмент карты структурного районирования подсолевого комплекса Припятского прогиба для задач эффективного освоения ресурсов углеводородов [5].

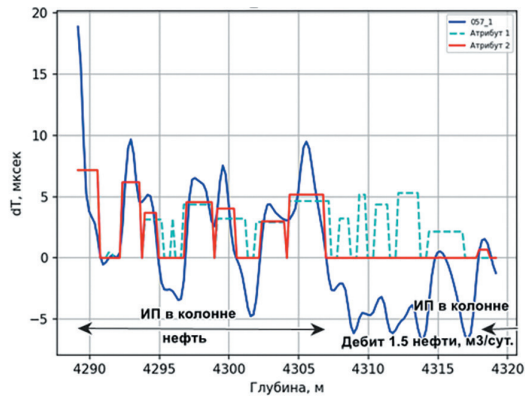
Числа в кружках: 1 – скв. 1 Шумятинская; 2 – скв. 1 Заозерьская; 3 – скв. 34 Ю-Вишанская; 4 – скв. 2 Иповская;
5 – скв. 23-Давыдовская, скв. 9101 Мармовичская; 6 – скв. 1 и 2 Людвинские; 7 – скв. 603, 604 и 605 Зуевские; 8 – скв. 1 Угольская

Таблица 3 – Привязка керн (слои) с учетом данных каротажных методов для интервала семилукских отложений по скважинам района исследований

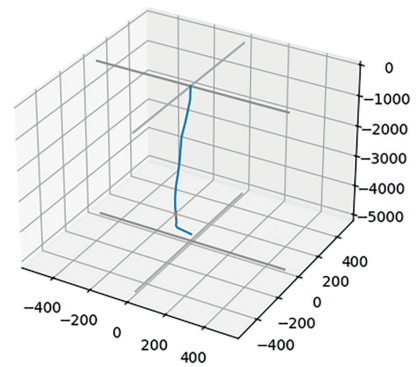
Месторождение	Скв.	Номер керн	Номер слоя	Горизонт кровли	Горизонт подпошвы	Кровля	Подпошва	Толщина слоя	Кровля абс.	Подпошва абс.	Литология	Тип нефти	Структура породы
Шумятинское	1	8	3	D ₃ vr(pit)	D ₃ sm	4288,9	4290,5	1,6	-4141,55	-4143,15	Доломит	Без признаков нефти	
Шумятинское	1	8	4	D ₃ sm	D ₃ sm	4290,5	4291,5	1	-4143,15	-4144,15	Доломит	Без признаков нефти	кв+п
Шумятинское	1	9	1	D ₃ sm	D ₃ sm	4294	4295	1	-4146,65	-4147,65	Доломит	Нефть (выпоты и выделения)	п
Шумятинское	1	9	2	D ₃ sm	D ₃ sm	4295	4296	1	-4147,65	-4148,65	Доломит	Без признаков нефти	
Шумятинское	1	10	1	D ₃ sm	D ₃ sm	4301	4302,6	1,6	-4153,65	-4155,25	Доломит	Нефть (выпоты и выделения)	п+кв+тр
Шумятинское	1	11	1	D ₃ sm	D ₃ sm	4304,5	4305,2	0,7	-4157,15	-4157,85	Доломит	Нефть (выпоты и выделения)	кв+пр
Шумятинское	1	12	1	D ₃ sm	D ₃ sm	4311,5	4312,5	1	-4164,15	-4165,15	Доломит	Нефть (выпоты и выделения)	тр
Шумятинское	1	12	2	D ₃ sm	D ₃ sm	4312,5	4318,5	6	-4165,15	-4171,15	Доломит	Без признаков нефти	
Ю-Вишанское	34	4	1	D ₃ rc	D ₃ sm	3226	3233	7	-3075,469	-3082,46	Доломит	Нефть (выпоты и выделения)	тр+кв
Ю-Вишанское	34	5	1	D ₃ sm	D ₃ sm	3233	3238,5	5,5	-3082,46	-3087,954	Доломит	Нефть (выпоты и выделения)	тр+кв
Ю-Вишанское	34	5	2	D ₃ sm	D ₃ sm	3238,5	3240	1,5	-3087,954	-3089,452	Доломит	Без признаков нефти	кв
Ю-Вишанское	34	6	1	D ₃ sm	D ₃ sm	3240	3247	7	-3089,452	-3096,444	Доломит	Без признаков нефти	тр
Ю-Вишанское	34	7	1	D ₃ sm	D ₃ sm	3247	3249	2	-3096,444	-3098,441	Доломит	Нефть (выпоты и выделения)	кв
Ю-Вишанское	34	7	2	D ₃ sm	D ₃ sr	3249	3254	5	-3098,441	-3103,435	Доломит	Без признаков нефти	
Иповское	2	6	1	D ₃ rc	D ₃ sm	3794	3796,8	2,8	-3314,772	-3317,29	Глина	Без признаков нефти	
Иповское	2	6	2	D ₃ sm	D ₃ sm	3796,8	3799,1	2,3	-3317,29	-3319,36	Доломит глинистый	Без признаков нефти	
Иповское	2	6	3	D ₃ sm	D ₃ sm	3799,1	3800,68	1,58	-3319,36	-3320,783	Доломит	Нефть (выпоты и выделения)	
Иповское	2	7	1	D ₃ sm	D ₃ sm	3801	3805,6	4,6	-3321,072	-3325,224	Доломит	Запах нефти при раскалывании	
Иповское	2	7	2	D ₃ sm	D ₃ sm	3805,6	3808	2,4	-3325,224	-3327,398	Доломит глинистый	Нефть (выпоты и выделения)	
Иповское	2	8	1	D ₃ sm	D ₃ sm	3808	3814,97	6,97	-3327,398	-3333,723	Доломит глинистый	Нефть (выпоты и выделения)	
З-Давыдовское	2	6	1	D ₃ sm	D ₃ sm	3465	3471	6	-3264,668	-3270,665	Доломит	Нефть (выпоты и выделения)	кв+п
З-Давыдовское	2	7	1	D ₃ sm	D ₃ sm	3472,7	3475	2,3	-3272,364	-3274,663	Доломит	Нефть (выпоты и выделения)	кв
З-Давыдовское	2	7	2	D ₃ sm	D ₃ sm	3475	3478,2	3,2	-3274,663	-3277,861	Доломит	Без признаков нефти	тр
З-Давыдовское	2	8	1	D ₃ sm	D ₃ sm	3478,9	3482,2	3,3	-3278,561	-3281,859	Доломит	Нефть (выпоты и выделения)	тр+кв
З-Давыдовское	2	9	1	D ₃ sm	D ₃ sm	3484,4	3486,9	2,5	-3284,058	-3286,557	Доломит	Нефть (выпоты и выделения)	кв
З-Давыдовское	2	9	2	D ₃ sm	D ₃ sr	3486,9	3489,7	2,8	-3286,557	-3289,355	Доломит	Нефть (выпоты и выделения)	кв
Мармовичское	9101	12	1	D ₃ rc	D ₃ sm	3473,2	3475,5	2,3	-3310,407	-3312,698	Аргиллит	Без признаков нефти	тр
Мармовичское	9101	12	2	D ₃ sm	D ₃ sm	3475,5	3477,2	1,7	-3312,698	-3314,39	Доломит	Без признаков нефти	тр
Мармовичское	9101	13	1	D ₃ sm	D ₃ sm	3481,7	3481,9	0,2	-3318,871	-3319,07	Доломит ангидрит- зирванный	Без признаков нефти	

Мармовічскае	9101	14	1	D ₃ sm	D ₃ sm	3491,4	3493,9	2,5	-3328,528	-3331,017	Доломит ангидритизи роўнавы	Без прызнакоў нафты	тр+пир
Людвіноўскае	1	17	1	D ₃ rc	D ₃ sm	4501,5	4506	4,5	-4354,168	-4358,66	Мергель	Без прызнакоў нафты	
Людвіноўскае	1	17	2	D ₃ sm	D ₃ sm	4506	4507	1	-4358,66	-4359,659	Известняк	Без прызнакоў нафты	п+кв+тр
Людвіноўскае	1	18	1	D ₃ sm	D ₃ sm	4514,3	4516,1	1,8	-4366,947	-4368,744	Известняк	Без прызнакоў нафты	фауна
Людвіноўскае	1	18	2	D ₃ sm	D ₃ sm	4516,1	4516,8	0,7	-4368,744	-4369,443	Доломит	Без прызнакоў нафты	п+кв+тр
Людвіноўскае	1	19	1	D ₃ sm	D ₃ sm	4521,3	4522	0,7	-4373,936	-4374,635	Доломит	Без прызнакоў нафты	
Людвіноўскае	1	19	2	D ₃ sm	D ₃ sm	4522	4529,7	7,7	-4374,635	-4382,322	Доломит	Битум (налеты, примазкі, включення)	тр+кв
Людвіноўскае	1	20	1	D ₃ sm	D ₃ sr	4530,7	4535,9	5,2	-4383,321	-4388,513	Доломит	Без прызнакоў нафты	тр
Людвіноўскае	2	15	1	D ₃ sm	D ₃ sm	4478,6	4478,75	0,15	-4321,931	-4322,081	Доломит	Без прызнакоў нафты	
Людвіноўскае	2	16	1	D ₃ sm	D ₃ sm	4485,3	4487,9	2,6	-4328,615	-4331,209	Доломит	Без прызнакоў нафты	тр
Людвіноўскае	2	17	1	D ₃ sm	D ₃ sm	4489,3	4489,45	0,15	-4332,606	-4332,755	Доломит	Без прызнакоў нафты	тр
Людвіноўскае	2	17	2	D ₃ sm	D ₃ sm	4489,45	4491,3	1,85	-4332,755	-4334,601	Доломит	Без прызнакоў нафты	п+кв+тр
Людвіноўскае	2	18	1	D ₃ sm	D ₃ sm	4494,2	4495	0,8	-4337,494	-4338,292	Доломит	Без прызнакоў нафты	тр
Зуевскае	603	6	1	D ₃ sm	D ₃ sm	3585,9	3589,9	4	-3430,06	-3434,06	Доломит	Нефть (выпоты и выделения)	тр+кв
Зуевскае	603	6	2	D ₃ sm	D ₃ sm	3589,9	3590,4	0,5	-3434,06	-3434,56	Доломит	Без прызнакоў нафты	тр
Зуевскае	603	7	1	D ₃ sm	D ₃ sm	3590,4	3591,9	1,5	-3434,56	-3436,058	Доломит глинистый	Без прызнакоў нафты	тр
Зуевскае	603	7	2	D ₃ sm	D ₃ sm	3591,9	3594,9	3	-3436,058	-3439,055	Доломит	Нефть (выпоты и выделения)	п+кв+тр
Зуевскае	604	5	1	D ₃ sm	D ₃ sm	3626	3628,2	2,2	-3462,718	-3464,881	Доломит	Нефть (выпоты и выделения)	п+кв+тр
Зуевскае	604	6	1	D ₃ sm	D ₃ sm	3631	3631,4	0,4	-3467,634	-3468,028	Доломит	Нефть (выпоты и выделения)	п+кв+тр
Зуевскае	604	6	2	D ₃ sm	D ₃ sm	3631,4	3632	0,6	-3468,028	-3468,618	Доломит	Нефть (выпоты и выделения)	тр+кв
Зуевскае	604	7	1	D ₃ sm	D ₃ sm	3634	3635	1	-3470,586	-3471,57	Доломит	Без прызнакоў нафты	тр
Зуевскае	604	7	2	D ₃ sm	D ₃ sm	3635	3636,1	1,1	-3471,57	-3472,652	Доломит	Без прызнакоў нафты	тр
Зуевскае	604	8	1	D ₃ sm	D ₃ sm	3637,1	3637,9	0,8	-3473,636	-3474,424	Доломит	Без прызнакоў нафты	тр
Зуевскае	604	8	2	D ₃ sm	D ₃ sm	3637,9	3639	1,1	-3474,424	-3475,506	Доломит	Запах нафты при раскальвании	тр
Зуевскае	604	9	1	D ₃ sm	D ₃ sm	3639,1	3639,6	0,5	-3475,604	-3476,096	Доломит	Без прызнакоў нафты	тр
Зуевскае	605	8	1	D ₃ sm	D ₃ sm	3640	3640,8	0,8	-3447,97	-3448,759	Доломит	Нефть (выпоты и выделения)	тр+кв
Зуевскае	605	9	1	D ₃ sm	D ₃ sm	3647	3647,3	0,3	-3454,872	-3455,168	Доломит	Нефть (выпоты и выделения)	
Зуевскае	605	10	1	D ₃ sm	D ₃ sm	3650	3650,15	0,15	-3457,83	-3457,978	Доломит	Нефть (выпоты и выделения)	
Зуевскае	605	10	2	D ₃ sm	D ₃ sm	3650,15	3650,7	0,55	-3457,978	-3458,522	Доломит	Без прызнакоў нафты	
Угольскае	1	6	1	D ₃ sm	D ₃ sm	4939,9	4941,4	1,5	-4768,091	-4769,57	Доломит	Нефть (выпоты и выделения)	кв+п
Угольскае	1	6	2	D ₃ sm	D ₃ sm	4941,4	4942,7	1,3	-4769,57	-4770,852	Доломит	Нефть (выпоты и выделения)	кв+п
Угольскае	1	7	1	D ₃ sm	D ₃ sm	4945,9	4950,9	5	-4774,007	-4778,939	Доломит	Нефть (выпоты и выделения)	кв+п
Угольскае	1	7	2	D ₃ sm	D ₃ sm	4950,9	4951,9	1	-4778,939	-4779,927	Доломит	Без прызнакоў нафты	тр

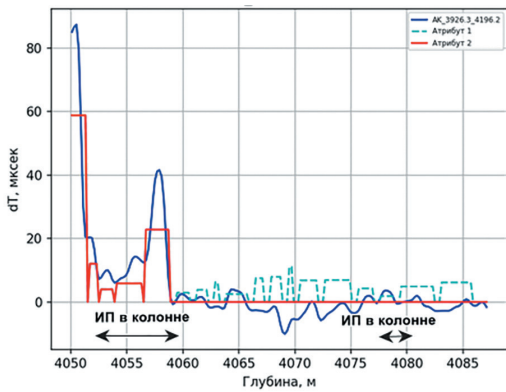
Примечание: тип порового пространства: кв – каверновый, п – поровый, тр – трещинный; включения: пир – пирит, фауна – наличие фаунистических остатков.



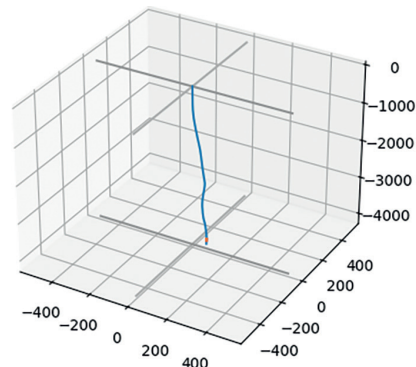
а – анализ диаграммы DT. Сква. 1 Шумятическая



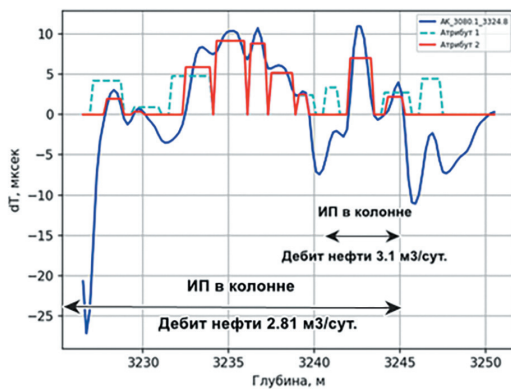
б – инклинометрия. Сква. 1 Шумятическая



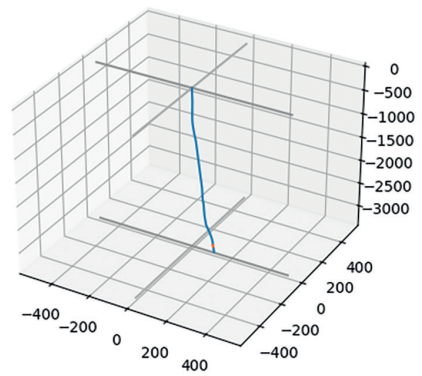
в – анализ диаграммы DT. Сква. 1 Заозерьевская



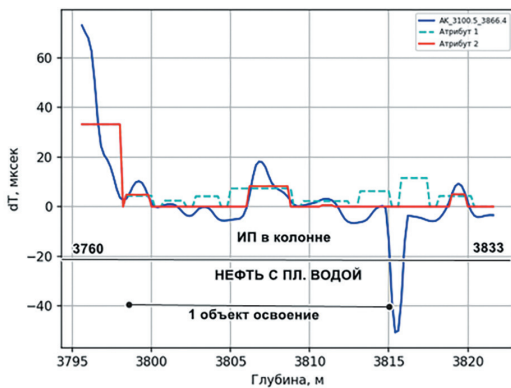
г – инклинометрия. Сква. 1 Заозерьевская



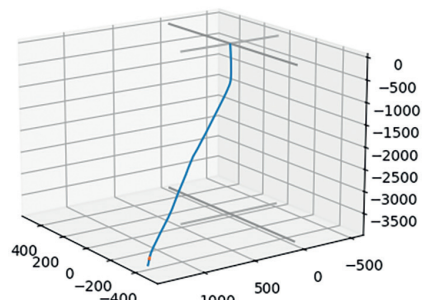
д – анализ диаграммы DT. Сква. 34 Ю-Вишанская



е – инклинометрия. Сква. 34 Ю-Вишанская



ж – анализ диаграммы DT. Сква. 2 Иповская



з – инклинометрия. Сква. 2 Иповская

Рисунок 4 – Анализ диаграмм DT и инклинометрии.
Сква. 1 Шумятическая, 1 Заозерьевская, 34 Ю-Вишанская, 2 Иповская

С целью уточнения полученных результатов выполнен анализ диаграммы ДТ оперативной обработки данных акустического каротажа от 17.10.2023 (рис. 5). По атрибуту 2 выделяется составной интервал 4050,0÷4059 м, в котором имеются субинтервалы, характеризующиеся повышенными значениями dT – более 9 мкс, и выделяется интервал 4077,8÷4078,4 м, характеризующийся очень низкими значениями dT. Полученные по двум описанным выше диаграммам ДТ итоговые данные практически не отличаются: по атрибуту 2 выделяется составной интервал 4050,0÷4059 м, в интервале глубин 4059÷4087 м отсутствуют пласты с достаточно высокими значениями атрибута 2 и обладающие мощностью больше пороговой. Отсутствие таких пластов в интервале глубин 4059÷4087 м позволяет сделать вывод о наличии здесь пород с акустическими свойствами, близкими к или ниже «фоновых» значений. При ИП в открытом стволе в интервале 4036,4÷4077,8 м получен приток глинистого рас-

твор с нефтью и пластовой водой дебитом 12 м³/сут. В пробоотборной свече – вода с пленкой нефти плотностью 1,27 г/см³. В герметичном пробоотборнике газированный раствор с нефтью плотностью 0,97 г/см³. При испытании ИП в колонне из интервала 4053÷4069 м получен приток нефти удельного веса 0,891 г/см³ по результатам химанализа. Средний дебит по результатам роста уровня 0,6 м³/сут при СДУ 2012,5 м. При испытании ИП в колонне в интервале глубин 4077÷4081 м получен приток пластовой воды удельного веса 1,29 г/см³ по результатам химанализа. Средний дебит по результатам роста уровня 4,8 м³/сут при СДУ 1384,5 м. При испытании семилукских отложений в интервале 4077÷4081 м получен приток пластовой воды удельного веса 1,29 г/см³. Средний дебит по результатам роста уровня 4,8 м³/сут при СДУ 1384,5 м. На основании вышесказанного можно прогнозировать минимальную нефтеотдачу из интервала 4058,9÷4087 м.

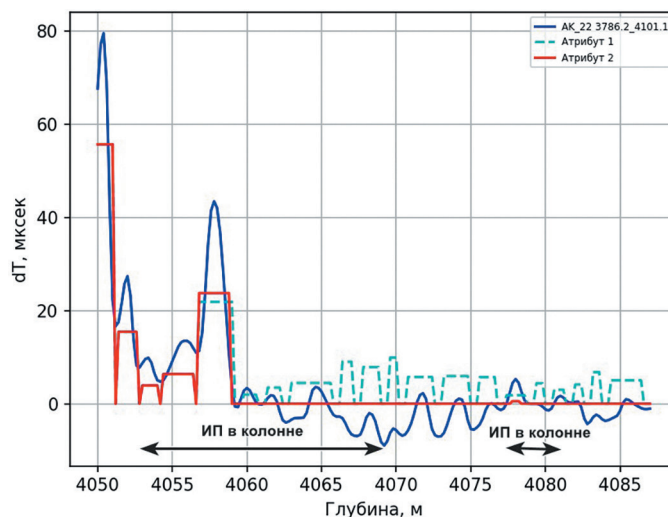


Рисунок 5 – Анализ диаграммы ДТ оперативной обработки данных акустического каротажа. Скв. 1 Заозерьевская

Скв. 34 Ю-Вишанская. Выполнен анализ диаграммы ДТ (рис. 4, д) и по данным инклинометрии построена проекция ствола скважины (рис. 4, е): он практически вертикальный. По атрибуту 2 выделяется составной интервал 3232,5÷3239,7 м и 2 узких интервала: 3242,1÷3243,5 и 3244,3÷3245,3 м. По результатам интерпретации по ИНГЕФ в интервале глубин 3227,8÷3239,8 м пласты нефтенасыщены и отсутствуют глинистые пропластки, а в интервале примерно 3242,7÷3243,5 м выделяется нефтенасыщенный слабоглинистый коллектор. По результатам привязки керна (см. табл. 3) в интервал составного интервала 3232,5÷3239,7 м попадает нижняя часть «составного» слоя 3226÷3238,5 м «Нефть (выпоты и выделения)», коллектор трещинно-кавернового

типа. Следует также отметить, что в интервале 3240÷3247 м выделяется слой «Без признаков нефти» с трещинным типом коллектора. Нефтенасыщенность коллекторов подтверждена результатом ИП в колонне – из интервала 3241÷3245 м получен приток нефти дебитом 3,1 м³/сут, а из интервала 3225÷3245 м – 2,81 м³/сут. Ее добыча в скважине не производилась, возможно, из-за трещинного типа коллектора.

Скв. 2 Иповская. Выполнен анализ диаграммы ДТ (рис. 4, ж) и по данным инклинометрии построена проекция ствола скважины (рис. 4, з), ствол наклонный. По атрибуту 2 выделяется интервал 3806,2÷3808,8 м. По результатам привязки керна (см. табл. 3) в этот интервал попадает слой

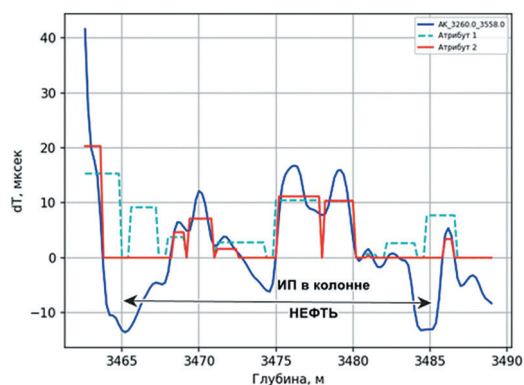
3805,6÷3808 м «Нефть (выпоты и выделения)» с пористо-каверновым типом коллектора. ИП в колонне в интервале 3760÷3833 м ($D_{3\text{vr}}-D_{3\text{sr}}$) получен приток «Нефть с пл. водой», «приобщение 1-го объекта», интервал 3798÷3815 м, из которого при разработке получен небольшой приток нефти с сопутствующей водой в соотношении примерно 1 к 2 (Иповское месторождение).

Скв. 2 3-Давыдовская. Выполнен анализ диаграммы ДТ (рис. 6, а) и по данным инклинометрии построена проекция ствола наклонной скважины (рис. 6, б). По атрибуту 2 выделяется два составных интервала: 3468,4÷3471,2 и 3475,2÷3480,2 м. Второй составной интервал характеризуется значениями dT больше 8 мкс. По результатам интерпретации по ИНГЕФ в интервале 3466÷3475,6 м пласты нефтенасыщены и отсутствуют глинистые пропластки, а в интервале 3475,6÷3486,8 м выделяется нефтенасыщенный слабоглинистый коллектор. По результатам привязки керн (см. табл. 3) в часть первого составного интервала попадает слой 3465÷3471 м «Нефть (выпоты и выделения)» с каверно-поровым типом коллектора. Подинтервал 3476,2÷3478 м из второго составного интервала практически совпадает с слоем 3475÷3278,2 м «Без признаков нефти» с трещиноватым типом коллектора. Подинтервал 3478,2÷3480,2 м из второго составного интервала перекрывает верхнюю часть слоя 3478,9÷3482,2 м «Нефть (выпоты и выделения)» с трещинно-кавернозным типом коллектора. ИП в колонне в интервале глубин 3465÷3485 м получен приток «Нефть». Из него при разработке получен промышленный приток нефти (3-Давыдовское месторождение).

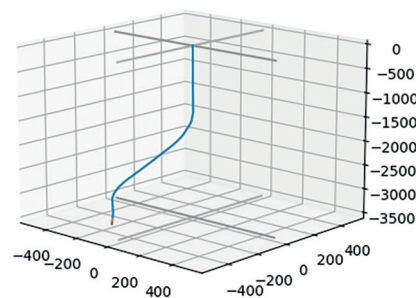
Скв. 9101 Мармовичская. Выполнен анализ диаграммы ДТ (рис. 6, в) и по данным инклинометрии построена проекция ствола скважины (рис. 6, г). Скважина наклонная. По атрибуту 2 выделяется 1 составной интервал 3480,2÷3483,2 м и 3 интервала: 3487,4÷3488,4, 3483,8÷3486,6 и 3490,2÷3492 м. Все они характеризуются значениями dT , превышающими 8 мкс. По результатам интерпретации по ИНГЕФ в интервале семилукских отложений нефтенасыщенные коллекторы не выделяются. По результатам привязки керн (см. табл. 3) выделяются слои: 3481,7÷3481,9 м «Без признаков нефти», порода – «Доломит ангидритизированный», и 3491,4÷3493,9 м «Без признаков нефти», порода – «Доломит ангидритизированный», трещинный тип коллектора, включения пирита. ИП в открытом стволе в интервале глубин 3479÷3555 м ($D_{3\text{sm}}-D_{2-3\text{ln}}$) получен приток «Пластовая вода» дебитом 2,64 м³/сут. Заключение: в скважине в интервале семилукских отложений нефтенасыщенные коллекторы не выделены.

Скв. 1 Людвиновская. Выполнен анализ диаграммы ДТ (рис. 6, д) и по данным инклинометрии построена проекция ее ствола (рис. 6, е). Скважина субвертикальная. По атрибуту 2 выделяются 5 интервалов глубины 4510,8÷4512,2, 4512,8÷4515, 4517,6÷4520, 4521,6÷4522,6 и 4529,2÷4531 м. Интервалы 4510,8÷4512,2, 4517,6÷4520, и 4529,2÷4531 м характеризуются значениями dT , превышающими 8 мкс. По результатам интерпретации ИНГЕФ в интервале 4509÷4519,5 м выделяется нефтенасыщенный коллектор, а в интервале 4529,2÷4531 м (интервал определен по атрибуту 2) выделяется глинистый пласт. При изучении керн в интервале 4523,3÷4530,7 м (вынос керн 89,36 %) определен $K_{\text{пл}} = 21,21$ %. По результатам привязки керн (см. табл. 3) выделяются слои: 4506÷4507 м «Без признаков нефти», порода – «Известняк», порово-каверно-трещинный тип коллектора; 4514,3÷4516,1 м «Без признаков нефти», порода – «Известняк», фауна; 4516,1÷4516,8 м «Без признаков нефти», порода – «Доломит», порово-каверно-трещинный тип коллектора; 4521,3÷4522 м «Без признаков нефти», порода – «Доломит», и 4522÷4529,7 м «Битум (налеты, примазки, включения)», порода – «Доломит», трещинно-каверновый тип коллектора. ИП в колонне в интервале глубин 4506÷4512 м получен приток «Пл. вода с нефтью» 0,84 м³/сут. Как видно из приведенных данных, результат интерпретации по данной скважине неоднозначен. Возможно, было бы рационально при проведении испытания пластов в ней провести ИП в колонне в интервале 4512,8÷4515 м. Состояние скважины на дату окончания бурения – «Ликвидирована по геологическим причинам (I кат.)».

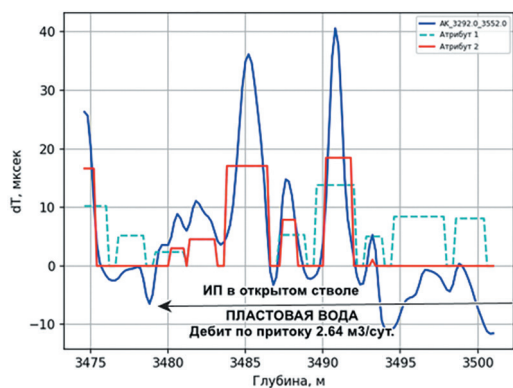
Скв. 2 Людвиновская. Выполнен анализ диаграммы ДТ (рис. 6, ж) и по данным инклинометрии построена проекция ствола наклонной скважины (рис. 6, з). По атрибуту 2 выделяется 2 интервала: 4482÷4484,8 и 4486,8÷4488,2 м. Они характеризуются значениями dT больше 12 мкс. По результатам интерпретации по ИНГЕФ в интервалах 4482,6÷4484,8 и 4487,4÷4488,4 м выделяется слабоглинистый, возможно нефтенасыщенный коллектор. По результатам привязки керн (см. табл. 3) выделяются слои: 4478,6÷4478,75 м «Без признаков нефти»; 4485,3÷4487,9 м «Без признаков нефти», трещиноватый тип коллектора; 4489,3÷4489,45 м «Без признаков нефти», трещиноватый тип коллектора; 4489,45÷4491,35 м «Без признаков нефти», порово-каверно-трещиноватый тип коллектора, и 4494,2÷4495 м «Без признаков нефти», трещиноватый тип коллектора. ИП в открытом стволе получен приток глинистого раствора 3,6 м³/сут. Заключение: в скважине в интервале семилукских отложений нефтенасыщенные коллекторы отсутствуют.



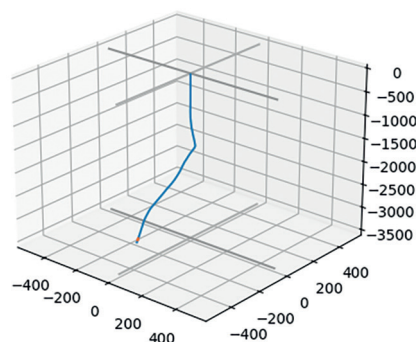
а – анализ диаграммы DT. Сква. 2 3-Давыдовская



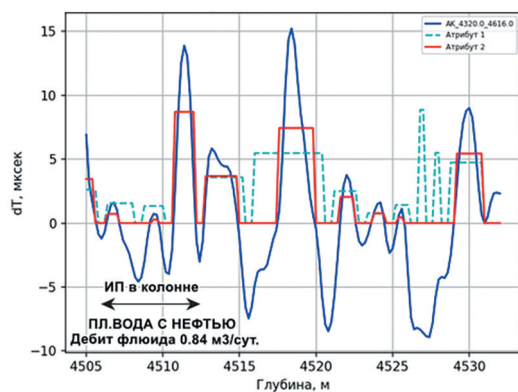
б – инклинометрия. Сква. 2 3-Давыдовская



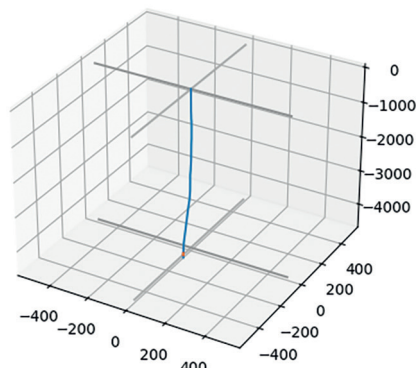
в – анализ диаграммы DT. Сква. 9101 Мармовичская



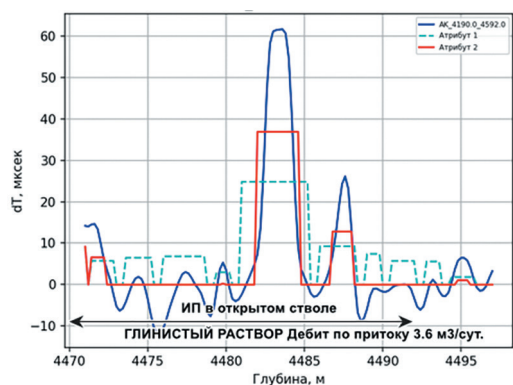
г – инклинометрия. Сква. 9101 Мармовичская



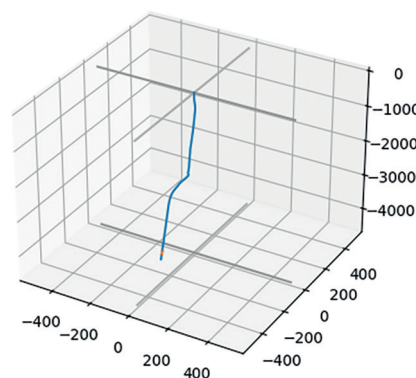
д – анализ диаграммы DT. Сква. 1 Людвиновская



е – инклинометрия. Сква. 1 Людвиновская

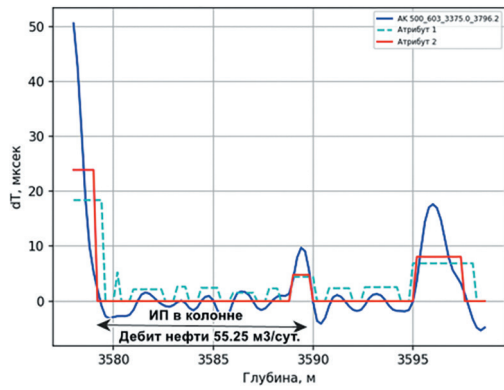


ж – анализ диаграммы DT. Сква. 2 Людвиновская

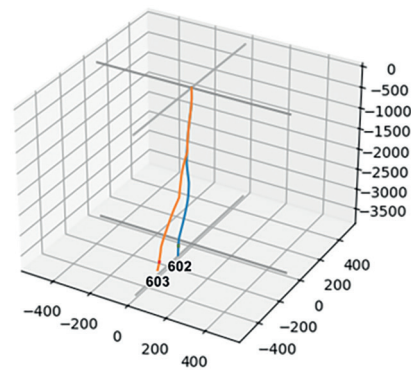


з – инклинометрия. Сква. 2 Людвиновская

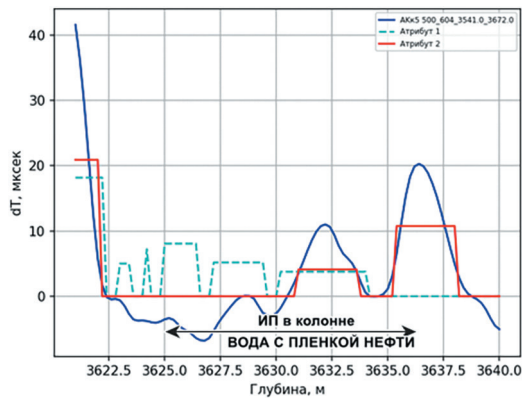
Рисунок 6 – Анализ диаграмм DT и инклинометрия. Сква.2 3-Давыдовская, 9101 Мармовичская, 1 Людвиновская, 2 Людвиновская



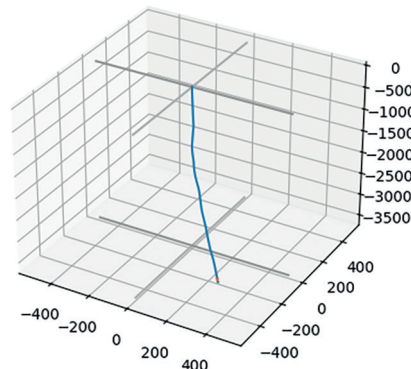
а – анализ диаграммы DT. Скв. 603 Зуевская



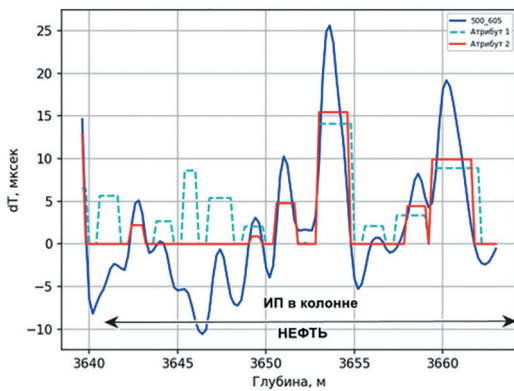
б – инклинометрия. Скв. 602 и 603 Зуевские



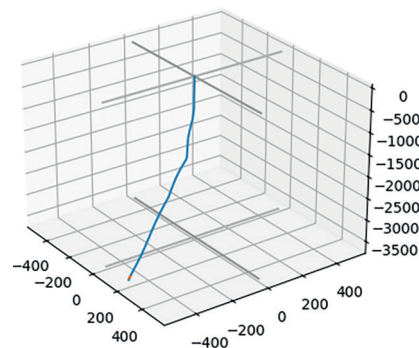
в – анализ диаграммы DT. Скв. 604 Зуевская



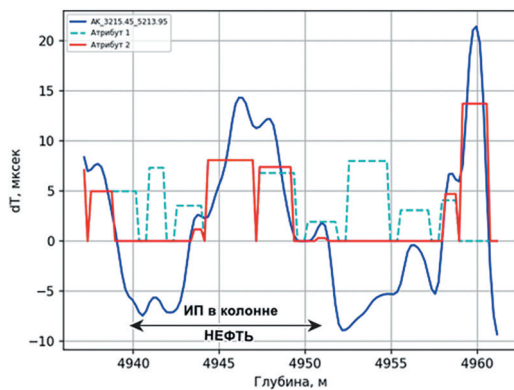
г – инклинометрия. Скв. 604 Зуевская



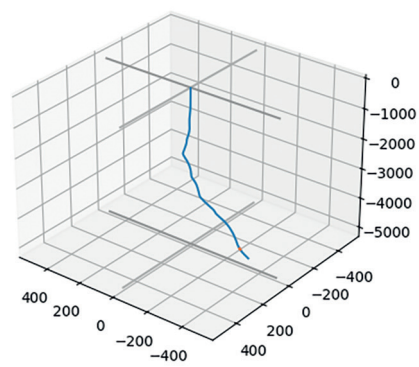
д – анализ диаграммы DT. Скв. 605 Зуевская



е – инклинометрия. Скв. 605 Зуевская



ж – анализ диаграммы DT. Скв. 1 Угольская



з – инклинометрия. Скв. 1 Угольская

Рисунок 7 – Анализ диаграмм DT и инклинометрия. Скв. 603, 604, 605 Зуевские; 1 Угольская

Скв. 603 Зуевская. Выполнен анализ диаграммы ДТ (рис. 7, а) и по данным инклинометрии построена проекция ствола скважины (рис. 7, б). Она забурена под наклоном с глубины 1264 м в скважине 602 Зуевская. По атрибуту 2 выделяется два интервала глубин: 3589÷3590 м и 3595,2÷3597,6 м. В интервале 3582÷3589 м по атрибуту 2 интервалы со «средней положительной амплитудой по фазе» не выделяются, что позволяет сделать вывод о практической идентичности по акустическим свойствам пород в этом интервале и близости акустических свойств к фоновым значениям. Акустические исследования в скважине выполнены аппаратурой волнового акустического каротажа АКВ-1 (измерительный пульт АНК-М). Цифровая запись. На кривой Аэф в интервале 3581÷3583 м отмечаются низкие значения, а в интервале 3584÷3588 м – пониженные значения, что соответствует зонам затуханиями упругих волн.

С целью расширения динамического диапазона исходная цифровая диаграмма была функционально преобразована по методике ИНГЕФ (рис. 8).

По атрибуту 2 на полученной в результате преобразования диаграмме выделяется составной интервал 3582,7÷3587,5 м и интервалы 3588,4÷3590,3 и 3595,2÷3597,2 м. Последние два характеризуются значениями dT больше 8 мкс. По результатам интерпретации по ИНГЕФ в интервале 3580÷3589,5 м пласты нефтенасыщены с пропластками с максимальной глинистостью 5 %, в интервале 3589,4÷3590,2 м глинистость составляет в среднем 18,7 %, а в интервале 3595,1÷3597 м – 26 %. По результатам привязки керна (см. табл. 3) выделяются слои: 3585,9÷3589,9 м «Нефть (выпоты и выделения)» с трещинно-каверновым типом коллектора; 3589,9÷3590,4 м «Без признаков нефти», порода – «Доломит», трещинный тип коллектора; 3590,4÷3591,9 м «Без признаков нефти», порода – «Доломит глинистый», трещинный тип коллектора, и 3591,9÷3594,9 м «Нефть (выпоты и выделения)» с порово-каверно-трещинным типом коллектора. ИП

в колонне в интервале 3578÷3589 м 11.08.2008 получен приток «Нефть» дебитом 55,25 м³/сут, а 14.08.2008 из того же интервала – 100,8 м³/сут. Из него при разработке получен промышленный приток нефти (Зуевское месторождение).

Скв. 604 Зуевская. Выполнен анализ диаграммы ДТ (рис. 7, в) и по данным инклинометрии построена проекция ствола скважины (рис. 7, г). Скважина наклонная. По атрибуту 2 выделяется два интервала: 3631÷3633,8 и 3635,4÷3638,2 м. В обоих имеются подинтервалы, характеризующиеся значениями dT больше 8 мкс (по ИНГЕФ – породы с повышенной глинистостью). По результатам интерпретации ИНГЕФ в интервале 3622,5÷3632 м флюид в пластах – нефть с водой в соотношении 2 к 1.

С целью уточнения полученных результатов выполнен анализ диаграммы ДТ оперативной обработки данных акустического каротажа (рис. 9).

По атрибуту 2 выделяются интервалы 3627,4÷3628,6, 3629,8÷3630,4, 3630,6÷3632,2 (верхняя часть интервала 1 на рис. 7, в) и 3635,4÷3637,8 м (практически 2 интервал на рис. 7, в). По результатам привязки керна (см. табл. 3) выделяются слои 3626÷3628,2 м «Нефть (выпоты и выделения)» с порово-каверно-трещинным типом коллектора; 3631÷3631,4 м «Нефть (выпоты и выделения)» также с порово-каверно-трещинным коллектором; 3631,4÷3632 м «Нефть (выпоты и выделения)» с трещинно-каверновым коллектором; 3635÷3636,1 м «Без признаков нефти», порода – «Доломит», трещинный тип коллектора; 3637,1÷3637,9 м «Без признаков нефти», порода – «Доломит», также трещинный тип коллектора, и 3637,9÷3639 м «Запах нефти при раскалывании», порода – «Доломит», трещинный тип коллектора. При ИП в колонне в интервале глубины 3625÷3636 м получен приток «Вода с пленкой нефти». Из этого интервала при разработке получен небольшой приток нефти с водой в соотношении примерно 1 к 1 (Зуевское месторождение).

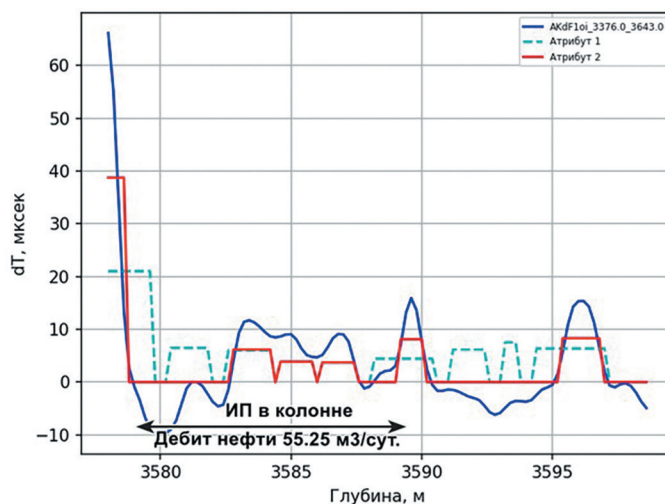


Рисунок 8 – Анализ преобразованной диаграммы ДТ. Скв. 603 Зуевская

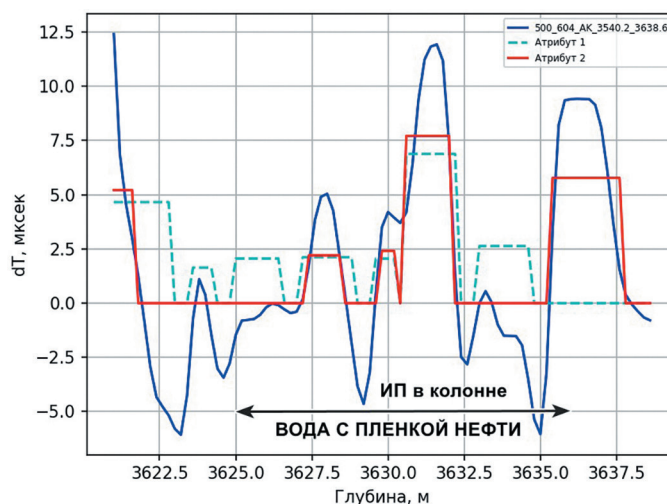


Рисунок 9 – Анализ преобразованной диаграммы DT. Сква. 604 Зуевская

Сква. 605 Зуевская. Выполнен анализ диаграммы DT (рис. 7, д) и по данным инклинометрии построена проекция ствола скважины (рис. 7, е). Скважина наклонная. По атрибуту 2 выделяется 6 интервалов: 3642,4÷3643,2, 3649,2÷3649,8, 3650,6÷3651,8, 3653÷3654,8 (в начале интервала глинистый пласт), 3658÷3659,2 и 3659,4÷3661,8 м (значения dT больше 8 мкс, по ИНГЕФ – глинистый пласт). По результатам интерпретации по ИНГЕФ в интервалах 3649,4÷3651,4 и 3653,4÷3654,8 м выделяется нефтенасыщенный коллектор. По результатам привязки керна (см. табл. 3) выделяются слои 3640÷3640,8 м «Нефть (выпоты и выделения)» с трещинно-каверновым типом коллектора; 3647÷3647,3 м «Нефть (выпоты и выделения)», 3650÷3650,15 м «Нефть (выпоты и выделения)» и 3650,15÷3650,7 м «Без признаков нефти». С интервалом 3650,6÷3651,8 м, выделенным по атрибуту 2, пересекаются слои 3650÷3650,15 и 3650,15÷3650,7 м. ИП в колонне в интервале 3641÷3670 м получен приток «Нефть». Из него при разработке получен промышленный приток нефти (Зуевское месторождение).

Сква. 1 Угольская. Выполнен анализ диаграммы DT (рис. 7, ж) и по данным инклинометрии построена проекция ствола наклонной скважины (рис. 7, з). По атрибуту 2 выделяются 4 интервала: 4937,15÷4938,95, 4943,55÷4949,35, 4950,75÷4951,35 и 4958,15÷4960,75 м (значения dT больше 8 мкс). Интерпретация по ИНГЕФ не проводилась. По результатам привязки керна (см. табл. 3) выделяются слои 4939,9÷4941,4 м «Нефть (выпоты и выделения)» с каверно-поровым типом коллектора; 4941,4÷4942,7 м «Нефть (выпоты и выделения)» также с каверно-поровым типом коллектора; 4945,9÷4950,9 м «Нефть (выпоты и выделения)» с каверно-поровым коллектором и 4950,9÷4951,9 м «Без признаков нефти», порода – «Доломит», трещинный тип коллектора. С выделенным по атрибуту 2 ин-

тервалом 4943,55÷4949,35 м пересекается слой 4945,9÷4950,9 м, а с интервалом 4958,15÷4960,75 м – слой 4950,9÷4951,9 м. ИП в колонне в интервале глубины 4939÷4951 м получен приток «Нефть». Из него при разработке получен промышленный приток нефти (Угольское месторождение).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В акустическом методе исследования скважин основными регистрируемыми параметрами являются интервальное время пробега DT и Аэф – коэффициент ослабления амплитуды продольной волны. Интерпретация по методу акустического каротажа основана на различии акустических свойств пород. Нефтеносные коллекторы характеризуются меньшими значениями скоростей (большие значения DT) по сравнению с водоносными коллекторами.

В результате исследований установлено, что связь между объемом добытой нефти и суммарной мощностью интервалов с нефтепроявлениями для рассмотренных выше скважин не прослеживается.

По результатам практического опробования экспресс-анализа диаграмм акустического каротажа по 12 скважинам региональной зоны локальных поднятий Южно-Речицко – Вишанская – Южно-Вишанская и примыкающего к ней структурного подножия Червонослободско-Малодушинской тектонической ступени Припятского прогиба установлено:

- экспресс-анализ позволяет разбить акустическую каротажную кривую на локальные участки с повышенными значениями dT – нормализованной кривой DT и выделить перспективные интервалы разреза для их дальнейшего изучения (качественный анализ);

- выделенные по атрибуту 2 «Средняя положительная амплитуда по фазе» в отложениях семилукского горизонта интервалы на диаграммах dT достаточно хорошо согласуются с результатами

интерпретации по методу «Методика автоматизированной интерпретации геофизических исследований скважин» (ИНГЕФ), с результатами «Привязка керн (слои) с учетом данных каротажных методов» и результатами испытания пластов в скважине;

– линия тренда (нулевой уровень нормализации) для интервала семилукских отложений имеет угол наклона, близкий к нулевому;

– перспективными в плане нефтенасыщения можно считать интервалы, значения dT которых лежат в диапазоне 4÷8 мкс;

– интервалы, значения dT в которых менее 4 мкс, вероятнее всего, будут соответствовать водоносным или «сухим» коллекторам;

– интервалы, значения dT в которых превышают 8 мкс, вероятнее всего, будут соответствовать глинистым (заглинизированным) породам;

– при наличии в интервале исследования однотипных по акустическим свойствам пород требуются дополнительные исследования.

Проведенные исследования на практических примерах конкретных скважин показывают, что нефтенасыщенность пластов при их достаточной мощности находит отражение в регистрируемом при акустическом методе исследования скважин интервальном времени пробега. Полученные данные планируется использовать при проведении сейсмогеологического моделирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Анпилов, А. П.** Геологическая интерпретация промыслово-геофизических материалов Припятского прогиба / А. П. Анпилов, А. А. Государева. – Минск : Наука и техника, 1987. – 182 с.
2. **Геология** и нефтегазоносность запада Восточно-Европейской платформы / З. Л. Познякевич [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 1997. – 696 с.
3. **Залев, Н. З.** Методика автоматизированной интерпретации геофизических исследований скважин / Н. З. Залев. – Минск : Университетское, 1990. – 144 с.
4. **Ивакин, Б. Н.** Акустический метод исследования скважин / Б. Н. Ивакин, Е. В. Карус, О. Л. Кузнецов. – М. : Недра, 1978. – 320 с.
5. **Карта** структурного районирования подсолевого комплекса Припятского прогиба для задач эффективного освоения ресурсов углеводородов масштаба 1:200 000 / В. Н. Бескопильный [и др.]. – Минск : РУП «Белкартография», 2011.
6. **Литоология** и коллекторские свойства подсолевых отложений Припятского прогиба / Л. А. Демидович [и др.]. – М. : Недра, 1981. – 220 с.

Артыкул паступіў у рэдакцыю 16.09.2024

Рэцэнзент У. І. Зуй

АПЕРАТЫЎНАЯ АЦЭНКА КАЛЕКТАРСКИХ УЛАСЦІВАСЦЯЎ ПАРОД ПА ДАДЗЕННЫХ АКУСТЫЧНАГА КАРАТАЖУ

В. М. Сілуянаў¹, І. Р. Захарыя¹, А. В. Кандраценка²

¹Дзяржаўнае прадпрыемства «НВЦ па геалогіі»

Філіял «Інстытут геалогіі»

вул. Акадэміка Купрэвіча, 7, 220084, Мінск, Беларусь

E-mail: siluyanovone@rambler.ru, ramzes0409@gmail.com, oil_ig@geologiya.by

²РУП «Вытворчае аб'яднанне «Беларуснафта»

Нафтагаздабываючае ўпраўленне «Рэчыцанафта»

вул. Леніна, 43, 247500, Рэчыца, Беларусь

E-mail: a.kondratenko2@beloil.by

У артыкуле разгледжаны аўтарскі спосаб экспрэс-аналізу дыяграм акустычнага каратажу свідравін. Экспрэс-аналіз дазваляе разбіць акустычную каратажную крывую на лакальныя ўчасткі з падвышанымі значэннямі DT і вылучыць перспектыўныя інтэрвалы разрэзу для іх далейшага вывучэння.

Прыведзены вынікі апрабавання спосабу экспрэс-аналізу дыяграм акустычнага каратажу на прыкладзе шэрага глыбокіх свідравін, размешчаных у Паўднёва-Рэчыцка – Вішанскай – Паўднёва-Вішанскай рэгіянальнай зоне лакальных падняццяў і прылеглым да яе структурным падножжы Чырвонаслабодска-Маладушынскай тэктанічнай ступені Прыпяцкага прагіну. Аб'ект вывучэння – семілуцкія адклады падсолевага нафтагазанагнага комплексу Прыпяцкага прагіну.

Ключавыя словы: Прыпяцкі прагін, акустычны каратаж, падсолевы карбанатны нафтагазаносны комплекс, семілуцкія адклады.

OPERATIONAL ASSESSMENT OF RESERVOIR ROCK PROPERTIES BASED ON ACOUSTIC LOGGING DATA

V. Siluyanov¹, I. Zakharia¹, A. Kondratenko²

¹State Enterprise "Research and Production Center for Geology"
Branch "Institute of Geology"

7 Akademika Kuprevicha St, 220084, Minsk, Belarus

E-mail: siluyanovone@rambler.ru, ramzes0409@gmail.com, oil_ig@geologiya.by

²RUE "Production Association «Belorusneft»"

Oil and Gas Production Department "Rechitsa"

43 Lenina St, 247500, Rechitsa, Belarus

E-mail: a.kondratenko2@beloil.by

The author's method of express analysis of acoustic well logging diagrams is considered in the article. The express-analysis allows to split the acoustic logging curve into local areas with elevated DT values and identify promising intervals of the section for their further study.

The results of testing the method of express analysis of acoustic logging diagrams on the example of a number of deep wells located in the South Rechitsko – Vishanskaya – South Vishanskaya regional zone of local uplifts and adjacent to it structural bottom of the Chervonoslobodsko-Malodushinskaya tectonic stage of the Pripyat Trough is presented. The object of study is Semiluki sediments of subsalt oil-and-gas bearing complex of the Pripyat Trough.

Keywords: Pripyat Trough, acoustic logging, subsalt carbonate oil and gas bearing complex, Semiluki sediments.

ГЕАХІМІЯ

УДК 552.161/23(476-15)

МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД РУДОПРОЯВЛЕНИЯ «ОЗЕРЫ» (КРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ФУНДАМЕНТ ЗАПАДА БЕЛАРУСИ)

А. А. Толкачикова, О. А. Пискун, М. П. Гуринович, Е. А. Александрович

Государственное предприятие «НПЦ по геологии»
Филиал «Институт геологии»

ул. Академика Купревича, 7, 220084, Минск, Беларусь
E-mail: gmkf@geologiya.by, fundament@geologiya.by

В статье представлены результаты исследования кристаллических пород малоизученного рудного участка «Озеры», расположенного на западе Беларуси. Выделены типы и разновидности пород, определены их минералого-петрографические и геохимические особенности. Основное внимание уделено образованиям, подвергшимся разной степени гидротермально-метасоматическому воздействию. Уточнен интервал рудной минерализации. Установлено, что проявление «Озеры» металлогенически специализировано на цветные, редкие и благородные металлы и относится к сульфидно-полиметаллической рудной формации жильного типа.

Ключевые слова: кристаллический фундамент, участок «Озеры», метасоматические породы, геохимия, рудопроявление.

ВВЕДЕНИЕ

На западе Беларуси в 2 км западнее населенного пункта аг. Озеры Гродненского района в докембрийском кристаллическом фундаменте выделен участок с рудной минерализацией – «Озеры» (рис. 1). Структурно он расположен в контуре Свислочского гранулитового блока Белорусско-Прибалтийского гранулитового пояса и приурочен к тектоническим нарушениям динамического влияния Скидельского разлома. Зона Скидельского разлома, в свою очередь, интенсивно деформирована системой разломов субширотного простирания. К этим субширотным разломам и узлам их пересечения с основными разломами Скидельской зоны приурочено выявленное рудопроявление.

Участок «Озеры» является слабо изученным объектом среди выделенных на западе Беларуси рудопроявлений («Шнипки», «Ельня»), связанных с гидротермально-метасоматическими процессами, вызванными активизацией гранитоидного магматизма. Первые сведения о проявлении были получены в 2007 г. в рамках проводимых РУП «Белгеология» работ по оценке геологической природы и поискового значения перспективных проявлений Белорусского кристаллического массива. Для заверки гравимагнитной аномалии была пробурена скважина ОП-12, вскрывшая с глубины 316,7 м до 476,9 м породы фундамента, представленные метаморфическими образованиями щучинской серии (AR1šč) и гранитоидами осмолковского комплекса (AR1osm), с присутствием в разной степени мета-

соматически преобразованных пород с развитием здесь рудной, в первую очередь сульфидной, минерализации, где были определены по результатам спектрального полуколичественного анализа повышенные содержания меди – от 1,5 до 10 кг/т и молибдена – до 10 г/т.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для изучения послужили образцы пород из керна скважины ОП-12, пробуренной Белорусской гидрологической экспедицией РУП «Белгеология». С использованием поляризационных микроскопов Альтами ПОЛАР 312, Carl Zeiss Axioskop 40 A PoI было изучено около 12 шлифов разных типов кристаллических образований участка «Озеры», а также проведен минералогический количественный анализ 3 проб метасоматитов (Н. С. Завадич, Институт геологии, Минск).

Для выявления особенностей химизма всех пород, вскрытых скважиной ОП-12, использовались аналитические данные 10 полных силикатных (филиал «Центральная лаборатория» Государственного предприятия «НПЦ по геологии», аналитик П. А. Цыкунова, 2023 г.) и 60 спектрально-полуколичественных анализов (Центральная лаборатория РУП «Белгеология»; данные В. П. Шаровой, 2007). Для сравнения с типичными представителями щучинской серии применялись результаты 339 спектральных полуколичественных анализов [4], выполненных в период с 1964 по 1977 г. в Лаборатории физико-химических методов ис-

следования БелНИГРИ, химической лаборатории Научно-исследовательского института стройматериалов, Центральной лаборатории управления геологии БССР, химической лаборатории Института геохимии и физики минералов АН УССР, ПО «Центрказгеология» (г. Караганда). Также были получены результаты по 7 анализам, выполненным ICP-MS методом, и проведены микрозондовые исследования порообразующих и рудных

минералов (Центральная лаборатория ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург, 2023 г.).

Для определения степени накопления рассеянных элементов были вычислены кларки концентрации (Кк) – отношения средних содержаний микроэлементов в породах к кларкам соответствующих элементов в главных типах магматических пород земной коры (основных, средних, кислых), определенных А. П. Виноградовым [1].

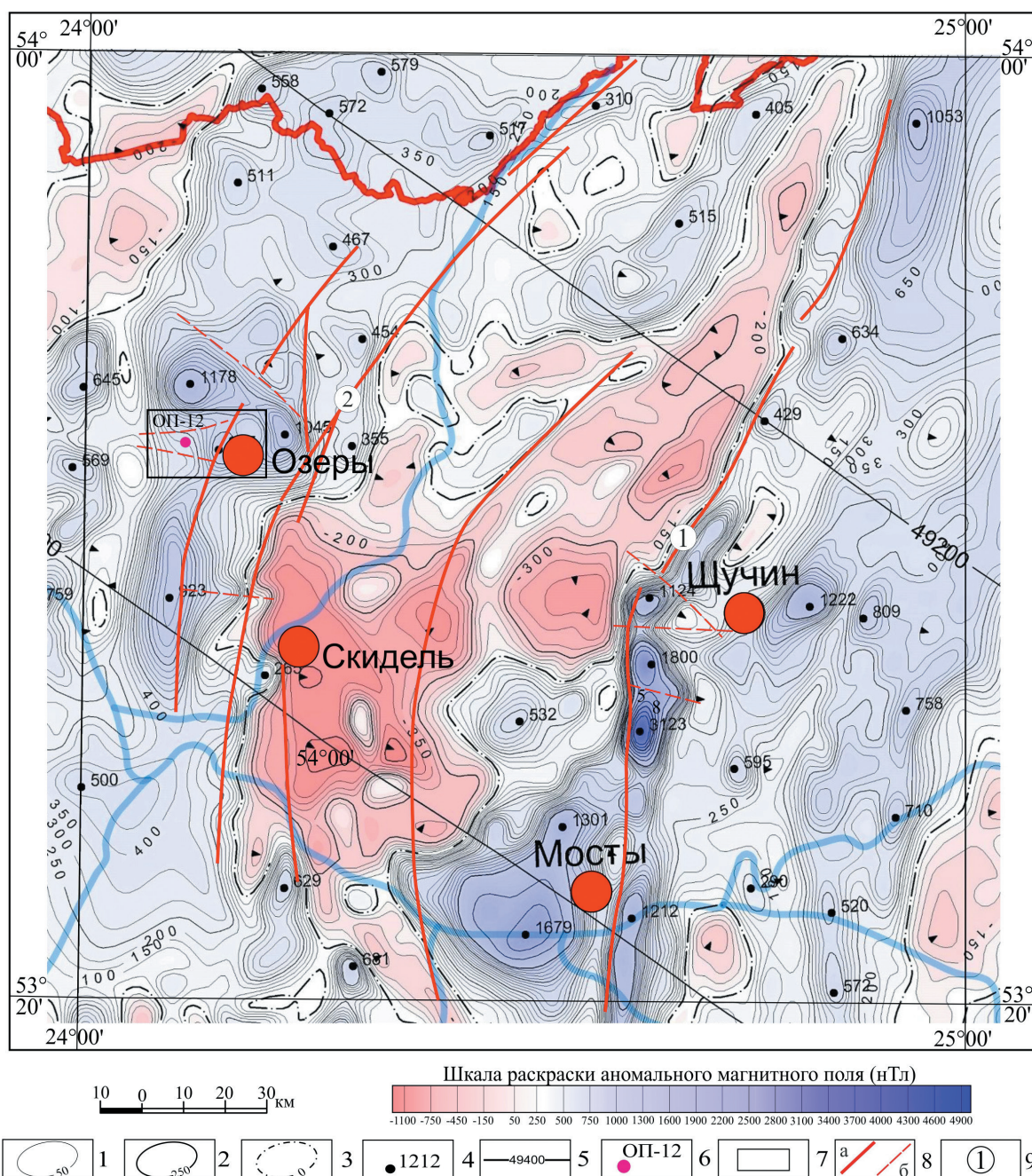


Рисунок 1 – Карта аномального магнитного поля изучаемого региона с элементами тектоники: 1 – изолинии, кратные 50 нТл; 2 – изолинии, кратные 250 нТл; 3 – нулевые изолинии; 4 – экстремальные значения, нТл; 5 – изолинии нормального магнитного поля эпохи 1965 г., нТл (модель ВСЕГЕИ); 6 – буровые скважины; 7 – участок «Озеры»; 8 – разрывные нарушения: а – главные, б – второстепенные; 9 – цифрами в кружках показаны: 1 – Щучинская зона разломов, 2 – Скидельская зона разломов

Изучение участка «Озеры» заключалось в комплексном анализе структурно-геологических, минералого-петрографических и геохимических данных.

МИНЕРАЛОГ-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД

Кристаллический фундамент участка «Озеры» составляют в основном метаморфические породы щучинской серии: кристаллические сланцы пироксеновые и амфибол-пироксеновые, амфиболиты и плагиогнейсы амфибол-пироксеновые, пироксен-амфиболовые и амфибол-биотитовые, образованные по ним метасоматические

образования, а также прорывающие стратифицированные породы – кварцевые монцодиориты и граниты амфибол-биотитовые и биотитовые осоловского комплекса. Интервал пород с сульфидной минерализацией в виде мелкой вкрапленности и тонких прожилков установлен в интервале 364–402 м.

Следует отметить, что кристаллические породы на данном участке в так называемом чистом виде не наблюдаются, поскольку в той или иной степени изменены процессами катаклаза, окварцевания, калишатизации, биотитизации, эпидотизации (рис. 2–4), вплоть до метасоматитов (рис. 5, 6), где первичные структуры полностью утрачены.

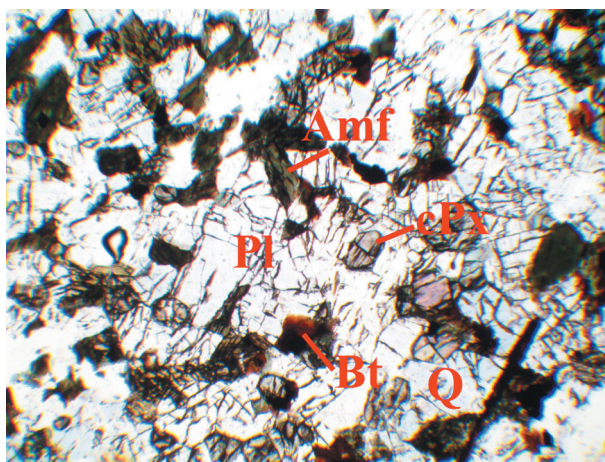
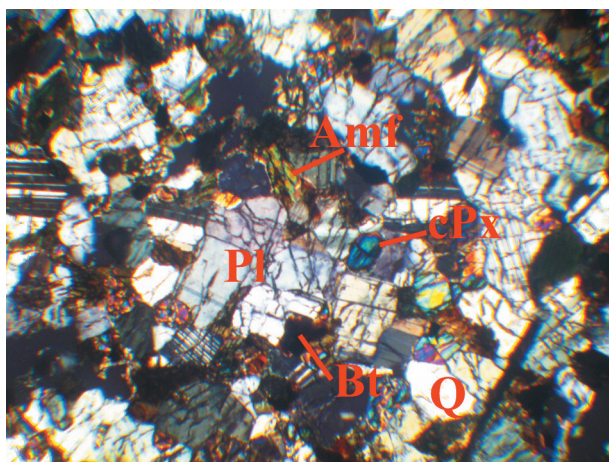


Рисунок 2 – Кристаллический сланец амфибол-пироксеновый, биотитизированный и окварцованный, скв. ОП-12, гл. 396,5 м

Здесь и далее фото шлифа: слева – с анализатором; справа – без анализатора; видимое поле шлифа 3,0×2,5 мм

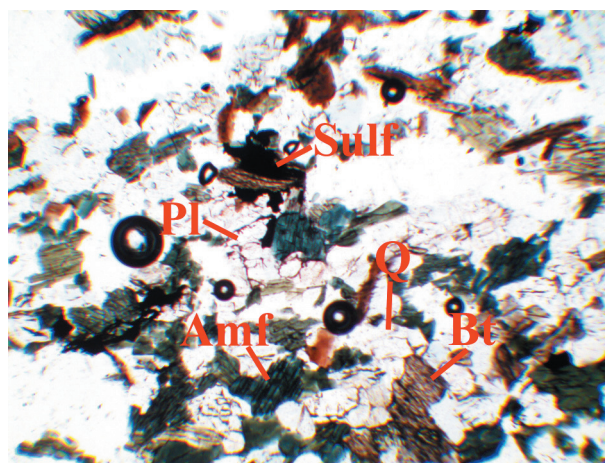
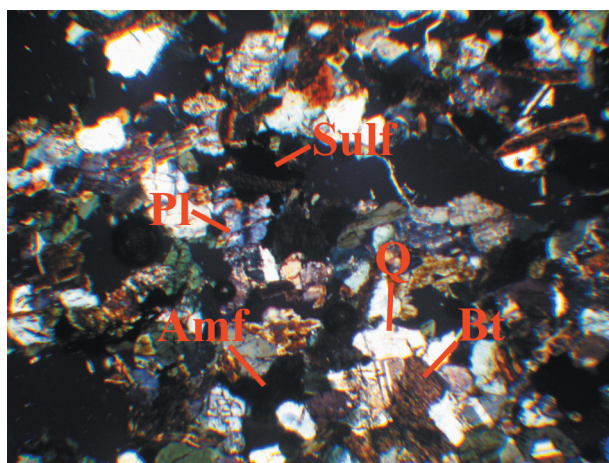


Рисунок 3 – Амфиболит биотитизированный, скв. ОП-12, гл. 389,0 м

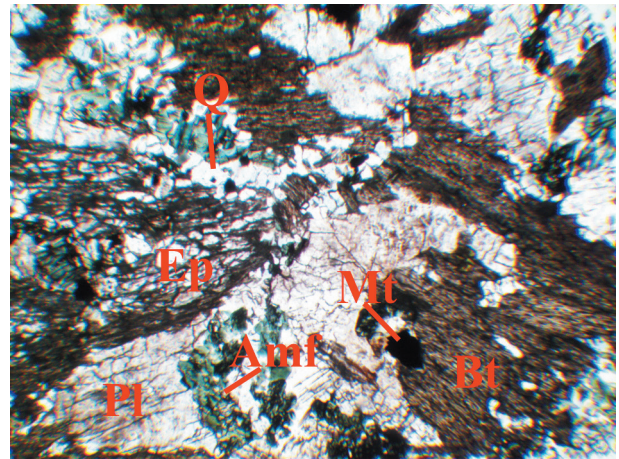
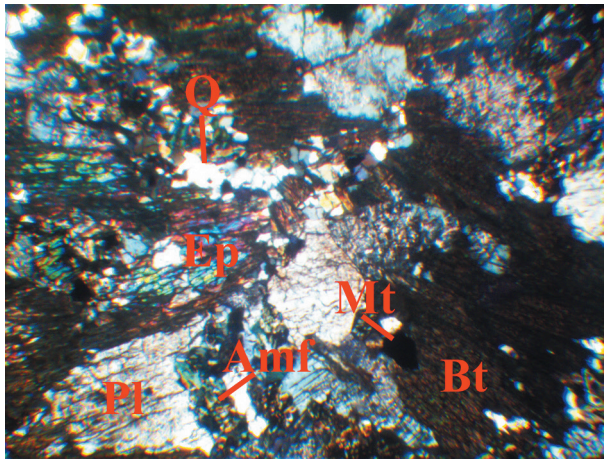


Рисунок 4 – Плагіогнейс амфібол-біотитовый епідотсодержащий, скв. ОП-12, гл. 393,3 м

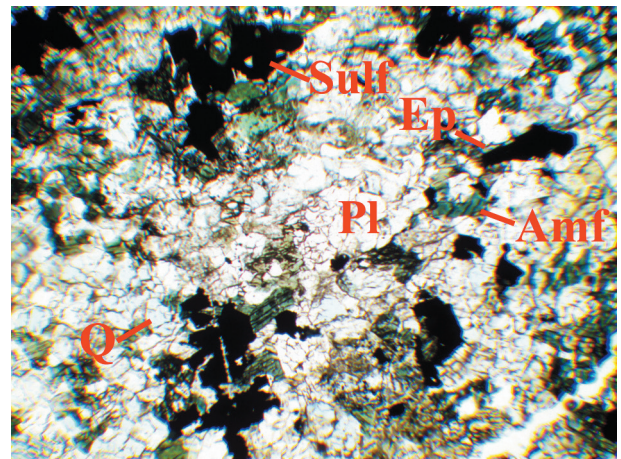
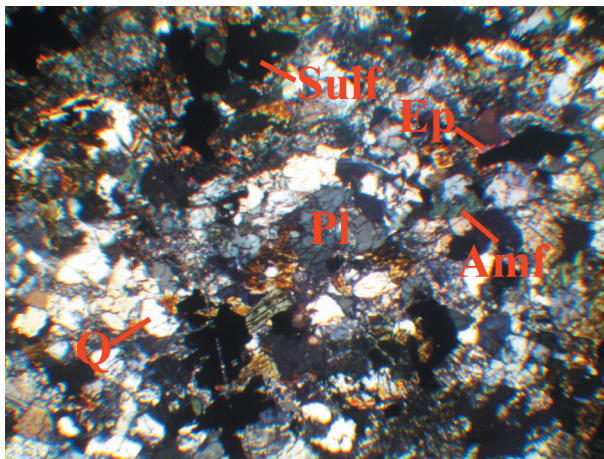


Рисунок 5 – Метасоматит епідот-кварц-амфібол-плагіоклазовый, скв. ОП-12, гл. 383,3 м

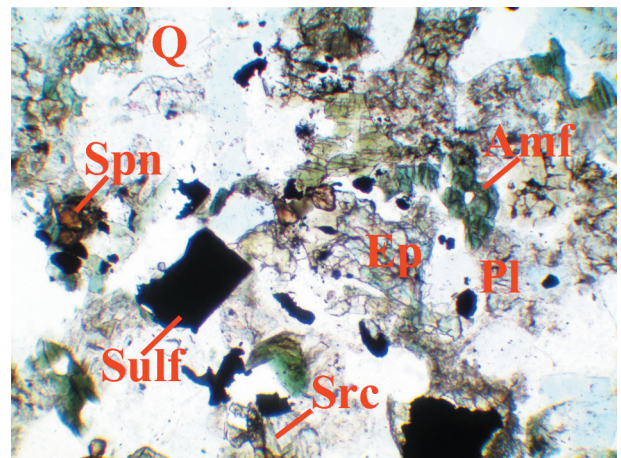
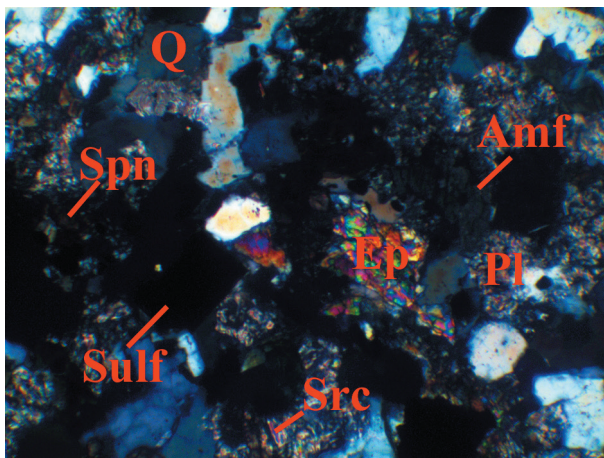


Рисунок 6 – Метасоматит амфібол-епідот-кварц-плагіоклазовый, скв. ОП-12, гл. 388,5 м
Видимое поле шлифа 1,5×1,0 мм

В зависимости от количественного преобладания тех или иных минералов среди метасоматитов выделяются эпидот-кварц-амфибол-плагиоклазовые и амфибол-эпидот-кварц-плагиоклазовые разновидности с массивной, сланцеватой текстурой, тонко-, мелкозернистой гранобластовой структурой. Характерно широкое проявление процессов серицитизации и альбитизации, а также обильная вкрапленность сульфидных минералов.

Минеральный состав (%): плагиоклаз – 45–50, амфибол – 15–20, кварц – 10–15, эпидот – 10–12, сульфиды – 3–5, магнетит – 1, сфен – 1. Вторичные минералы: хлорит, серицит, скаполит.

Плагиоклаз присутствует в двух генерациях. Первая генерация представлена олигоклаз-андезином, который формирует неправильной формы зерна размером не более 0,3–0,4 мм. Для него характерно обильное замещение вторичными минералами, такими как скаполит, серицит-пелитовый материал. Вторая генерация представлена альбитом, индивиды которого образуют неправильные зерна размером 0,2–0,4 мм, не затронутые вторичными изменениями. Кварц представлен в виде неправильных угловатых зерен размером 0,3–0,5 мм. В породе он распространен в виде как одиночных зерен, так и небольших скоплений и прожилков. Амфибол – роговая обманка, формирует неправильные, удлинено-неправильные зерна и бесформенные выделения бледно-зеленого и сине-зеленого цвета. Размер отдельных индивидов не превышает 0,4–0,5 мм. Эпидот образует неправильные округлые комковатые выделения, часто формирующие скопления в виде прослоев и гнезд. Размер зерен от 0,3 до 0,5–0,6 мм. В ассоциации с эпидотом часто можно наблюдать сфен, амфибол и рудные минералы. Сфен присутствует в виде мелких буровато-коричневых зерен неправильной формы, размер которых не превышает 0,2 мм. Рудные минералы представлены в основном сульфидами, которые образуют неправильные, угловатые выделения, реже идиоморфные зерна размером до 0,5–0,6 мм. Также присутствует небольшое количество магнетита, образующего зерна в виде мелкой вкрапленности размером не более 0,1–0,2 мм.

Петрохимически кристаллические сланцы и амфиболиты относятся к породам основного, плагиогнейсы – среднего состава (табл. 1). Для них характерна от умеренной до повышенной железистость ($F_{\text{общ}} = 0,6–0,8$), титанистость ($t' = 5–12$) и глиноземистость ($al' = 1–2$), преобладание закисного железа над окисным, натрия над калием ($Na_2O/K_2O = 3,7–6,2$). На данном участке метаморфические породы отличаются от типичных пред-

ставителей щучинской серии [4], в их химическом составе наблюдается повышенное содержание оксидов кремния, алюминия и щелочей, в основном натрия, в некоторых случаях – кальция до 10,3–10,5 % и серы до 3–4 %, а также отмечаются повышенные показатели потерь при прокаливании (2–3 %), т. е. породы в той или иной степени изменены вторичными процессами, повлекшими изменения в их химическом составе.

Метасоматиты относятся к породам основного состава (табл. 1) и от метаморфитов, по которым они образовались, отличаются высокой железистостью ($F_{\text{общ}} = 0,84$ %), низкой титанистостью ($t' = 2,6$ %) и глиноземистостью ($al' = 0,5$ %). Петрохимически метасоматические изменения в породах проявились в уменьшении содержания оксидов натрия и алюминия и увеличении суммы железа, преобладании окисного железа (при довольно значительной концентрации Fe_2O_3 – до 11 %) над закисным. Потери при прокаливании самые высокие среди рассматриваемых пород ($П.п.п = 6,7$ %).

Содержание большинства микроэлементов в метаморфических породах участка «Озеры» соответствует кларковым значениям для пород соответствующего состава по А. П. Виноградову [1]. Отмечается несколько повышенное содержание, по сравнению с типичными стратифицированными представителями щучинской серии [4], халькофильных (меди, свинца) и некоторых литофильных (стронция и бария) элементов; в кристаллических сланцах выше концентрация олова и бериллия.

В минерализованной зоне (364–402 м) (рис. 7) в образованиях, подвергшихся большей степени гидротермально-метасоматической проработки, зафиксировано (по данным спектрально-полуколичественного анализа) довольно высокое содержание халькофильных элементов: Cu – 10 000 г/т (выше кларковых значений по [1] в 100 раз), Pb – 100 г/т ($K_k = 13$), Mo – 10 г/т ($K_k = 7$), Sn – 10 г/т ($K_k = 7$), некоторых литофильных – Sr – 1500–2000 г/т ($K_k = 3–5$), Ba – 1000 г/т ($K_k = 3$), Be – 10 г/т ($K_k = 10$), Yb – 7 г/т ($K_k = 4$) (табл. 2, 3).

Результаты, полученные при проведении аналитических исследований методом ICP-MS, подтвердили обогащенность пород Cu (до 2–5 кг/т, $K_k = 20–48$) и Mo (до 85 г/т, $K_k = 61$), в некоторой степени Sr, Ba, Be, а также позволили выявить значительные концентрации таких элементов, как Ag (0,6–1,5 г/т, выше кларка в 20–60 раз) и W (52 г/т, в 52 раза выше кларка (табл. 4, рис. 8).

Таблица 1 – Химический состав (мас. %) пород кристаллического фундамента, вскрытых скважиной ОП-12 на участке «Озеры»

Порода	Кристаллические сланцы		Амфиболиты		Плагииогнейсы			Метасоматит
Глубина, м	383,0	396,5	379,8	389,0	392,6	393,3	343,4	388,5
SiO ₂	50,54	50,71	45,87	45,31	53,20	50,49	56,91	49,23
TiO ₂	0,58	0,82	0,67	0,82	0,99	0,56	0,61	0,49
Al ₂ O ₃	16,11	19,18	15,93	18,11	18,13	15,17	17,88	10,94
Fe ₂ O ₃	1,76	3,24	5,95	3,56	1,63	2,91	2,79	10,86
FeO	8,16	6,33	8,23	6,88	6,33	6,97	3,79	7,79
MnO	0,20	0,18	0,19	0,25	0,14	0,28	0,09	0,14
MgO	7,04	5,40	3,28	5,68	4,86	6,49	3,77	3,52
CaO	9,79	8,26	10,26	8,27	6,38	10,54	6,74	7,15
Na ₂ O	2,99	3,75	3,30	2,26	3,61	2,70	4,68	1,15
K ₂ O	0,69	0,84	0,70	1,46	2,07	1,21	1,54	1,24
P ₂ O ₅	0,19	0,19	0,17	0,20	0,44	0,14	0,37	0,14
SO ₃	0,41	0,03	3,06	4,29	0,32	0,17	0,09	0,68
П.п.п	1,54	1,08	2,37	2,91	1,88	2,37	0,74	6,66
Сумма	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
F _{общ}	0,59	0,64	0,81	0,65	0,63	0,61	0,64	0,84
t'	5,80	8,52	4,74	7,83	12,39	5,62	9,31	2,65
al'	0,95	1,28	0,91	1,12	1,41	0,93	1,73	0,49
mg#	0,41	0,36	0,19	0,35	0,38	0,39	0,36	0,16
FeO/Fe ₂ O ₃	4,64	1,95	1,38	1,93	3,88	2,40	1,36	0,72
Al ₂ O ₃ /Na ₂ O	5,39	5,12	4,82	8,01	5,03	5,61	3,82	9,51
FeO*	9,75	9,25	13,59	10,08	7,80	9,59	6,30	17,57
FeO*/MgO	1,38	1,71	4,14	1,78	1,60	1,48	1,67	4,99
FeO/MgO	1,16	1,17	2,51	1,21	1,30	1,07	1,01	2,21
Na ₂ O+K ₂ O	3,68	4,58	4,00	3,72	5,68	3,92	6,22	2,39
Na ₂ O/K ₂ O	4,35	4,48	4,70	1,54	1,74	2,23	3,05	0,93

Примечание. FeO* = FeO + 0,9xFe₂O₃ – мас. % – общее железо.**Таблица 2** – Содержание микроэлементов (г/т) в измененных породах рудной зоны участка «Озеры», вскрытых скв. ОП-12 (спектрально-полуколичественный анализ)

Интервал, м	368,4–370,4	370,4–372,4	372,4–374,4	374,4–376,4	376,4–378,7	378,7–381,0	381,0–383,0	383,0–385,0	385,0–387,0	387,0–389,6	389,6–391,9	391,9–394,2	394,2–396,6	396,6–398,9	398,9–401,9
Элемент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ti	3000	3000	5000	5000	5000	2000	2000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	1000	5000
V	200	300	200	300	500	150	300	200	200	200	150	300	150	150	150
Cr	15	100	30	150	100	15	200	10	15	30	30	50	30	10	10
Ni	70	70	50	100	50	7	300	7	10	30	7	50	30	30	30
Co	100	30	10	30	30	10	70	50	50	30	20	30	50	30	30
Sc	15	20	15	20	30	15	50	15	20	10	3	20	15	10	10
Cu	10000	700	300	1500	1500	300	500	700	700	1000	2000	300	1000	300	300
Pb	20	15	10	10	15	100	10	15	15	10	10	15	10	15	15
Zn	50	100	70	200	200	50	300	100	200	70	70	200	100	200	200
Mo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1	1	1	1	1
Sn	1	1	1	1	3	10	1	1	1	2	1	1	1	1	1
Ga	15	20	10	15	15	20	10	15	20	15	10	20	10	15	15
Sr	1500	1500	2000	1500	1500	700	200	1500	1000	1000	1000	1500	1000	1500	1500
Ba	1000	700	700	700	500	300	300	100	500	500	500	1000	300	700	700
Be	1	1	1	1	1	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Zr	50	30	50	30	20	70	30	30	20	30	200	30	100	70	70
Nb	3	3	3	1	2	50	1	1	2	7	10	2	20	3	3
Y	10	20	15	20	20	50	30	10	30	30	10	20	30	15	15
Yb	1	1	1	1	2	7	2	1	1	2	1	2	1	1	1
Mn	1500	2000	1000	2000	2000	700	1000	1000	1000	1000	700	1500	500	700	700
Ge	1	1	1	1	1	3	3	1	3	2	1	1	2	1	1
P	300	2000	2000	1000	1500	300	100	2000	1500	700	500	1000	300	1500	1500
Li	10	10	10	10	20	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10
B	5	7	10	10	15	30	10	10	10	15	30	50	10	15	15

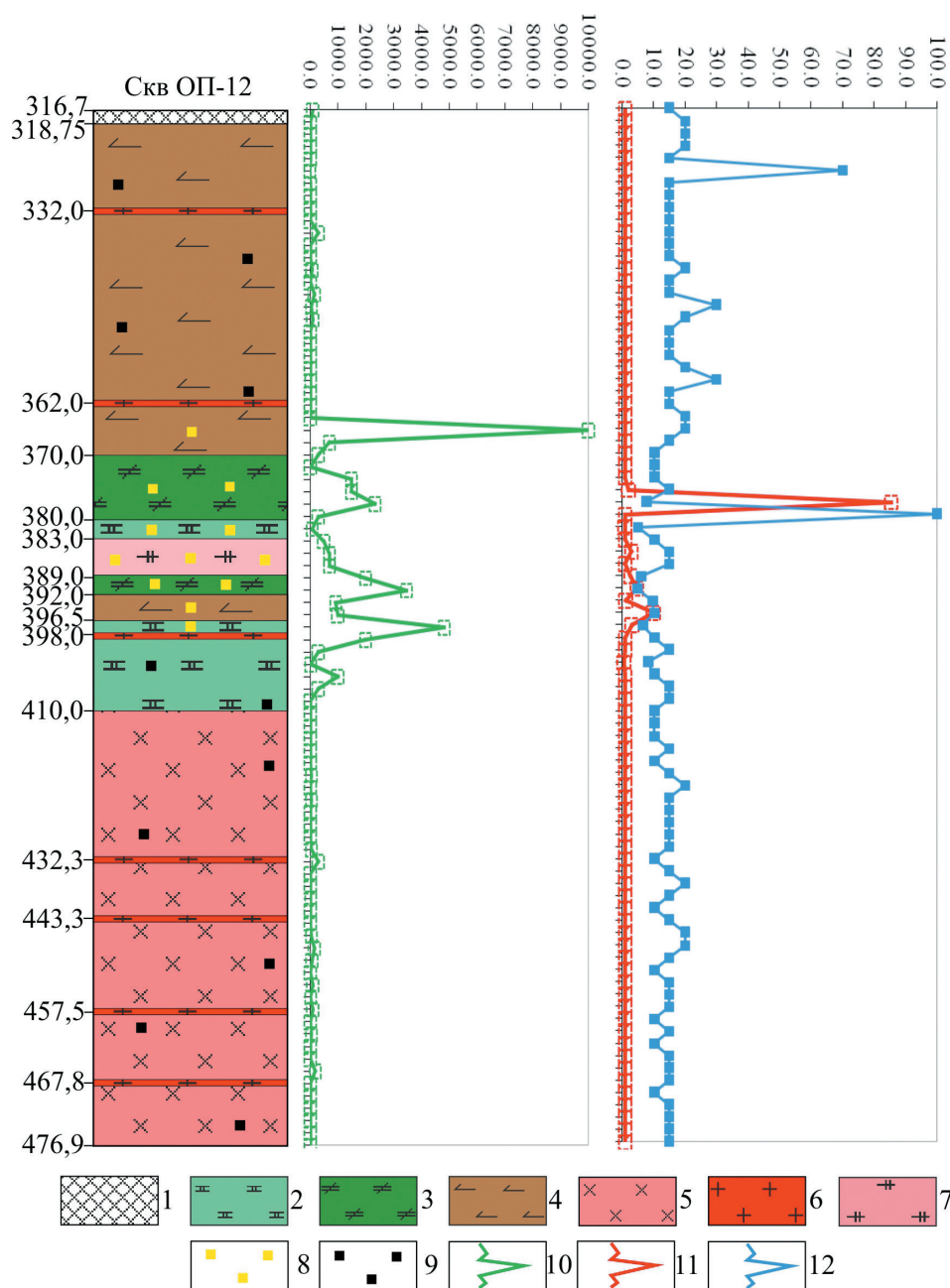


Рисунок 7 – Разрез буровой скважины ОП-12, вскрывшей породы участка «Озёры»: 1 – кора выветривания; 2 – кристаллические сланцы: двупироксеновые и амфибол-пироксеновые; 3 – амфиболиты; 4 – плагиогнейсы: пироксен-амфиболовые, амфибол-пироксеновые и амфибол-биотитовые; 5 – кварцевые монцодиориты; 6 – граниты; 7 – метасоматиты; 8 – вкрапления сульфидов; 9 – вкрапления магнетита; 10 – распределение меди по породам скв. ОП-12; 11 – распределение молибдена по породам скв. ОП-12; 12 – распределение свинца по породам скв. ОП-12

На основе полученных результатов геохимических исследований можно сделать вывод, что по своему типу проявление «Озёры» *металлогенически специализировано на цветные, редкие и благородные металлы: медь, молибден, вольфрам и серебро.*

В зоне минерализации установлены такие рудные и акцессорные минералы, как пирит, пирротин, халькопирит, сфалерит, борнит, магнетит, ильменит, гематит, титанит, ортит, монацит, циркон, апа-

тит, эпидот, с преобладающей ролью сульфидных минералов. Халькопирит и пирит присутствуют в породах как в виде самостоятельной формы минералов, так и в сростках с пироксенами, амфиболами и плагиоклазами. Максимальное содержание пирита по результатам минералогического анализа (по данным В. П. Шаровой, 2007) было определено в 8820 г/г, магнетита – 8210 г/г.

Таблица 3 – Кларки концентраций (Кк) микроэлементов в измененных породах рудной зоны участка «Озеры», вскрытых скв. ОП-12 (спектрально-полуколичественный анализ)

Элемент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ti	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,6
V	1,0	1,5	1,0	1,5	2,5	0,8	1,5	1,0	1,0	1,0	0,8	1,5	0,8	0,8
Cr	0,1	0,5	0,2	0,8	0,5	0,1	1,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1
Ni	0,4	0,4	0,3	0,6	0,3	0,1	1,9	0,1	0,1	0,2	0,0	0,3	0,2	0,2
Co	2,2	0,7	0,2	0,7	0,7	0,2	1,6	1,1	1,1	0,7	0,4	0,7	1,1	0,7
Sc	0,5	0,7	0,5	0,7	1,0	0,5	1,7	0,5	0,7	0,3	0,1	0,7	0,5	0,3
Cu	100,0	7,0	3,0	15,0	15,0	3,0	5,0	7,0	7,0	10,0	20,0	3,0	10,0	3,0
Pb	2,5	1,9	1,3	1,3	1,9	12,5	1,3	1,9	1,9	1,3	1,3	1,9	1,3	1,9
Zn	0,4	0,8	0,5	1,5	1,5	0,4	2,3	0,8	1,5	0,5	0,5	1,5	0,8	1,5
Mo	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	7,1	0,7	0,7	0,7	0,7
Sn	0,7	0,7	0,7	0,7	2,0	6,7	0,7	0,7	0,7	1,3	0,7	0,7	0,7	0,7
Ga	0,8	1,1	0,6	0,8	0,8	1,1	0,6	0,8	1,1	0,8	0,6	1,1	0,6	0,8
Sr	3,4	3,4	4,5	3,4	3,4	1,6	0,5	3,4	2,3	2,3	2,3	3,4	2,3	3,4
Ba	3,3	2,3	2,3	2,3	1,7	1,0	1,0	0,3	1,7	1,7	1,7	3,3	1,0	2,3
Be	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Zr	0,5	0,3	0,5	0,3	0,2	0,7	0,3	0,3	0,2	0,3	2,0	0,3	1,0	0,7
Nb	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	2,5	0,1	0,1	0,1	0,4	0,5	0,1	1,0	0,2
Y	0,5	1,0	0,7	1,0	1,0	2,4	1,4	0,5	1,4	1,4	0,5	1,0	1,4	0,7
Yb	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	3,5	1,0	0,5	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	0,5
Mn	0,8	1,0	0,5	1,0	1,0	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,8	0,3	0,4
Ge	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	2,0	2,0	0,7	2,0	1,3	0,7	0,7	1,3	0,7
P	0,2	1,4	1,4	0,7	1,1	0,2	0,1	1,4	1,1	0,5	0,4	0,7	0,2	1,1
Li	0,7	0,7	0,7	0,7	1,3	1,3	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
B	1,0	1,4	2,0	2,0	3,0	6,0	2,0	2,0	2,0	3,0	6,0	10,0	2,0	3,0

Примечание – Номера анализов соответствуют номерам в табл. 2. Цветовые обозначения: Кк < 0,20; Кк = 0,21–0,70; Кк = 0,71–1,50; Кк = 1,52–2,00; Кк = 2,01–2,50; Кк = 2,51–5,0; Кк = 5,01–10,0; Кк > 10,0.

Таблица 4 – Содержание микроэлементов (г/т) в измененных породах рудной зоны участка «Озеры» (ICP-MS метод)

Глубина, м	383,0	396,5	379,8	389,0	392,6	388,3	388,5
Элемент	1	2	3	4	5	6	7
Ti	4380,0	4380,0	4620,0	5640,0	5940,0	4260,0	3960,0
V	244,0	235,0	278,0	363,0	195,0	188,0	211,0
Cr	195,0	140,0	104,0	178,0	121,0	75,5	99,3
Ni	142,0	21,5	18,7	17,7	25,8	28,4	52,9
Co	40,3	26,9	42,6	22,6	28,7	80,2	64,4
Cu	88,9	25,7	2340,0	934,0	4820,0	2000,0	3470,0
Pb	5,1	8,1	7,5	9,5	6,3	5,8	4,7
Zn	144,0	127,0	126,0	130,0	92,9	88,2	73,0
Ag	0,0	0,0	0,4	0,2	1,5	0,3	0,6
Mo	1,0	0,6	85,4	1,1	3,1	2,8	4,8
Sn	1,2	0,9	1,2	1,5	1,0	1,0	0,8
Sr	508,0	917,0	838,0	524,0	1350,0	556,0	459,0

Окончание табл. 4

Глубина, м	383,0	396,5	379,8	389,0	392,6	388,3	388,5
Элемент	1	2	3	4	5	6	7
Ba	438,0	567,0	282,0	437,0	665,0	519,0	433,0
Be	1,0	1,0	1,6	1,8	1,8	1,0	1,5
Zr	34,8	51,9	27,1	38,6	37,9	43,1	34,0
Nb	1,3	3,2	2,6	3,7	6,5	3,1	2,5
U	0,3	0,5	0,4	0,3	1,2	0,4	0,4
Rb	10,5	5,1	14,9	74,5	93,6	130,0	94,8
Li	7,3	4,1	10,1	18,6	25,3	19,5	19,8
W	2,2	0,9	1,4	3,1	1,9	7,5	51,6
Th	0,8	0,8	0,7	0,4	0,5	0,5	0,5
Hf	1,1	1,6	0,9	1,1	1,1	1,2	0,9
Sc	24,7	24,0	25,3	29,5	16,4	21,3	19,6
Y	16,5	14,4	13,9	19,1	11,0	12,4	12,3
La	8,8	11,7	13,0	13,0	22,3	18,2	14,7
Ce	17,9	25,8	28,0	31,1	44,8	32,3	27,4
Pr	2,4	3,5	4,0	4,9	5,8	4,3	3,6
Nd	9,9	15,6	17,7	22,4	23,8	18,6	14,7
Sm	2,3	3,7	3,9	5,2	4,5	4,2	3,1
Eu	1,0	1,1	1,0	1,5	1,6	1,4	1,1
Gd	2,4	3,2	3,3	4,2	3,4	3,5	2,5
Tb	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,4
Dy	2,9	2,9	2,7	3,5	2,1	2,6	2,2
Ho	0,6	0,5	0,5	0,7	0,4	0,5	0,5
Er	1,7	1,5	1,4	1,9	1,1	1,1	1,2
Tm	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2
Yb	1,7	1,3	1,2	1,8	1,1	0,9	1,0
Lu	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2

Примечание – 1–2 – кристаллические сланцы; 3–4 – амфиболиты; 5 – плагинейсы; 6–7 – метасоматиты (аналитики: В. А. Шишлов, В. Л. Кудряшов).

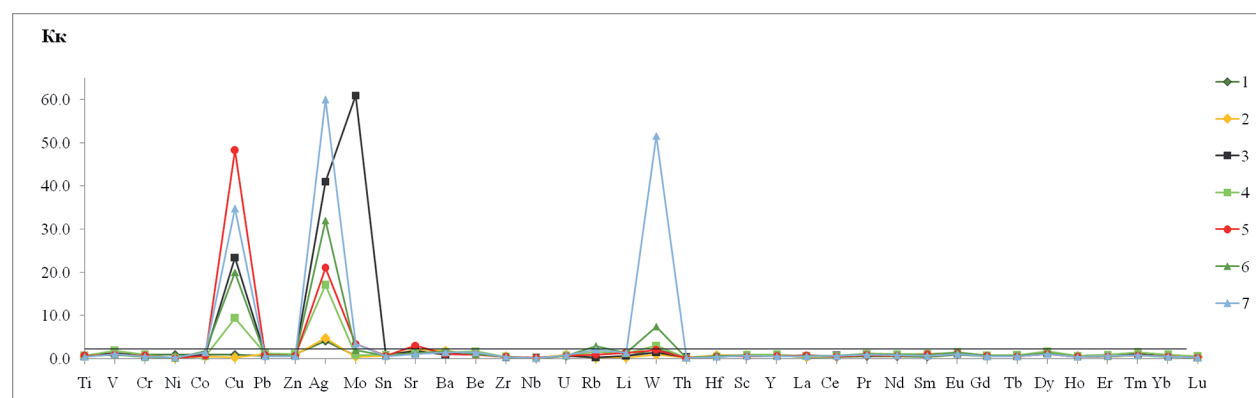


Рисунок 8 – График распределения микроэлементов в измененных породах рудной зоны участка «Озеры» по результатам ICP-MS метода

Микрозондовыми аналитическими исследованиями был определен химический состав некото-

рых рудных и акцессорных минералов (рис. 9–10, табл. 5–11).

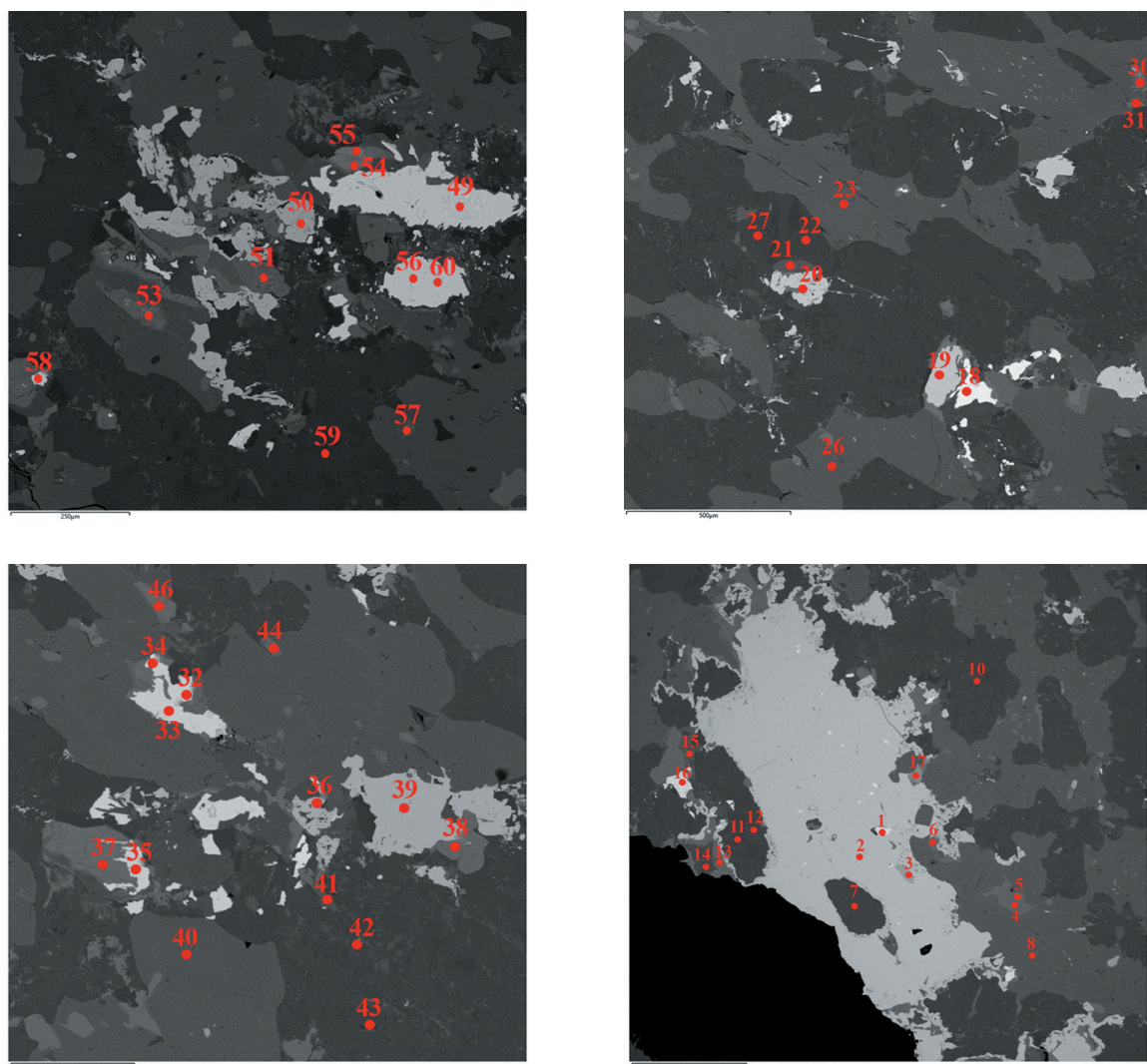


Рисунок 9 – Фото аншлифа измененного амфиболита, скв. ОП-12 – 389,0 м.

Спектры: халькопирит – 1, 16, 18, 33, 35, 49, 58, 60; пирит – 2, 19, 20, 36, 39, 50; сфалерит – 32, 34, 56; ильменит – 3; титанит – 31, 38, 46, 51; плагиоклаз – 7, 10, 12, 22, 27, 42, 43, 59; калиевый полевой шпат – 11; амфиболы – 8, 15, 21, 26, 40, 41, 57; пироксен – 6; апатит – 30, 44; ортит – 17, 54, 55; хлорит – 4, 5, 13, 37, 53

Таблица 5 – Химический состав (мас. %) пирита, скв. ОП-12

Элемент	Глубина 379,8 м								Глубина 388,3 м			
	№ спектра											
	134	138	139	140	143	149	153	159	62	67	77	98
S	50,53	53,79	51,39	53,97	54,17	53,67	54,32	54,41	51,44	54,02	54,55	54,68
Fe	48,67	46,21	48,08	46,03	45,83	46,33	45,68	45,59	48,56	45,98	45,45	45,32
Cu	0,37	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ni	0,44	–	0,52	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Сумма	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Элемент	Глубина 388,5 м							Глубина 389,0 м				
	№ спектра											
	162	163	165	171	173	187	2	19	20	36	39	50
S	52,00	54,55	54,39	54,64	54,51	54,53	53,80	53,99	54,03	54,34	54,48	54,41
Fe	44,51	45,45	45,61	45,36	45,49	45,47	46,20	46,01	45,97	45,66	45,52	45,59
Tl	3,49	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Сумма	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Примечание – Здесь и далее – анализы выполнены методом электронно-зондового микроанализа в лаборатории ВСЕГЕИ (г. Санкт-Петербург, 2023 г.). Аналитик О. А. Яковлева.

Таблица 6 – Химический состав (мас. %) халькопирита, скв. ОП-12

Элемент	Глубина 379,8 м						Глубина 388,3 м							
							№ спектра							
	111	122	130	137	141	144	63	64	66	79	95	99	100	101
S	35,30	36,05	35,75	35,84	35,60	36,45	36,01	35,63	35,70	36,00	36,74	36,22	36,63	36,04
Fe	31,03	30,51	30,54	30,34	30,45	29,75	30,27	29,98	30,06	29,89	29,68	29,55	40,78	30,28
Cu	33,67	33,44	33,71	33,82	33,95	33,80	33,73	34,39	34,25	34,11	33,59	34,23	22,59	33,68
Сумма	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Элемент	Глубина 388,5 м						Глубина 389,0 м							
							№ спектра							
	161	164	172	188	191		1	16	18	33	35	49	58	60
S	35,26	35,99	36,30	36,05	36,16		35,17	35,13	35,75	35,76	35,88	35,76	35,78	35,89
Fe	42,38	29,83	30,44	30,91	30,08		30,57	30,27	30,10	30,51	30,27	30,15	30,38	30,05
Cu	17,00	34,18	33,26	33,04	33,76		34,26	34,60	34,15	33,73	33,85	34,22	33,84	34,06
Ni	4,83	–	–	–	–		–	–	–	–	–	–	–	–
Ag	0,52	–	–	–	–		–	–	–	–	–	–	–	–
Сумма	100	100	100	100	100		100	100	100	100	100	100,1	100	100

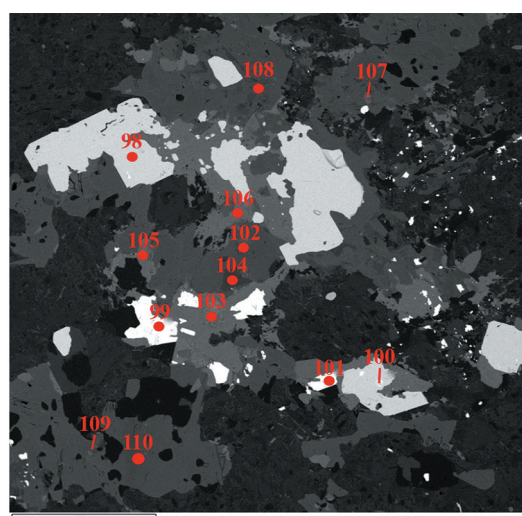
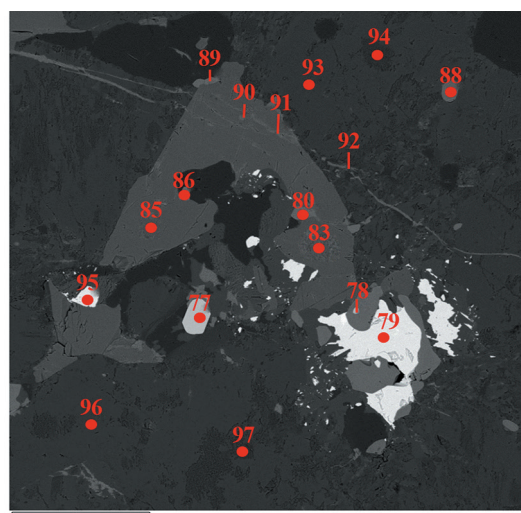
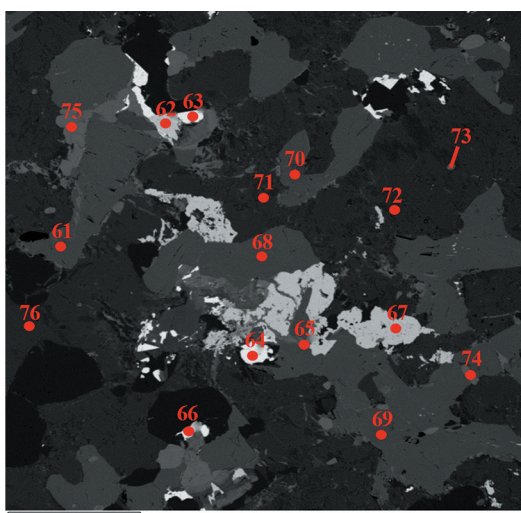


Рисунок 10 – Фото аншлифа метасоматита, скв. ОП-12 – 388,3 м.

Спектры: халькопирит – 63, 64, 66, 79, 95, 99, 100, 101; пирит – 62, 67, 77, 98; магнетит – 78; ильменит – 61; титанит – 65, 74, 75, 80, 89; плагиоклаз – 71, 76, 93, 96; калиевый полевой шпат – 72, 94, 97; амфиболы – 68, 69, 70, 85, 86, 102, 104, 108, 110; пироксены – 105, 106, 109; апатит – 73, 88, 90, 107; хлорит – 91, 92

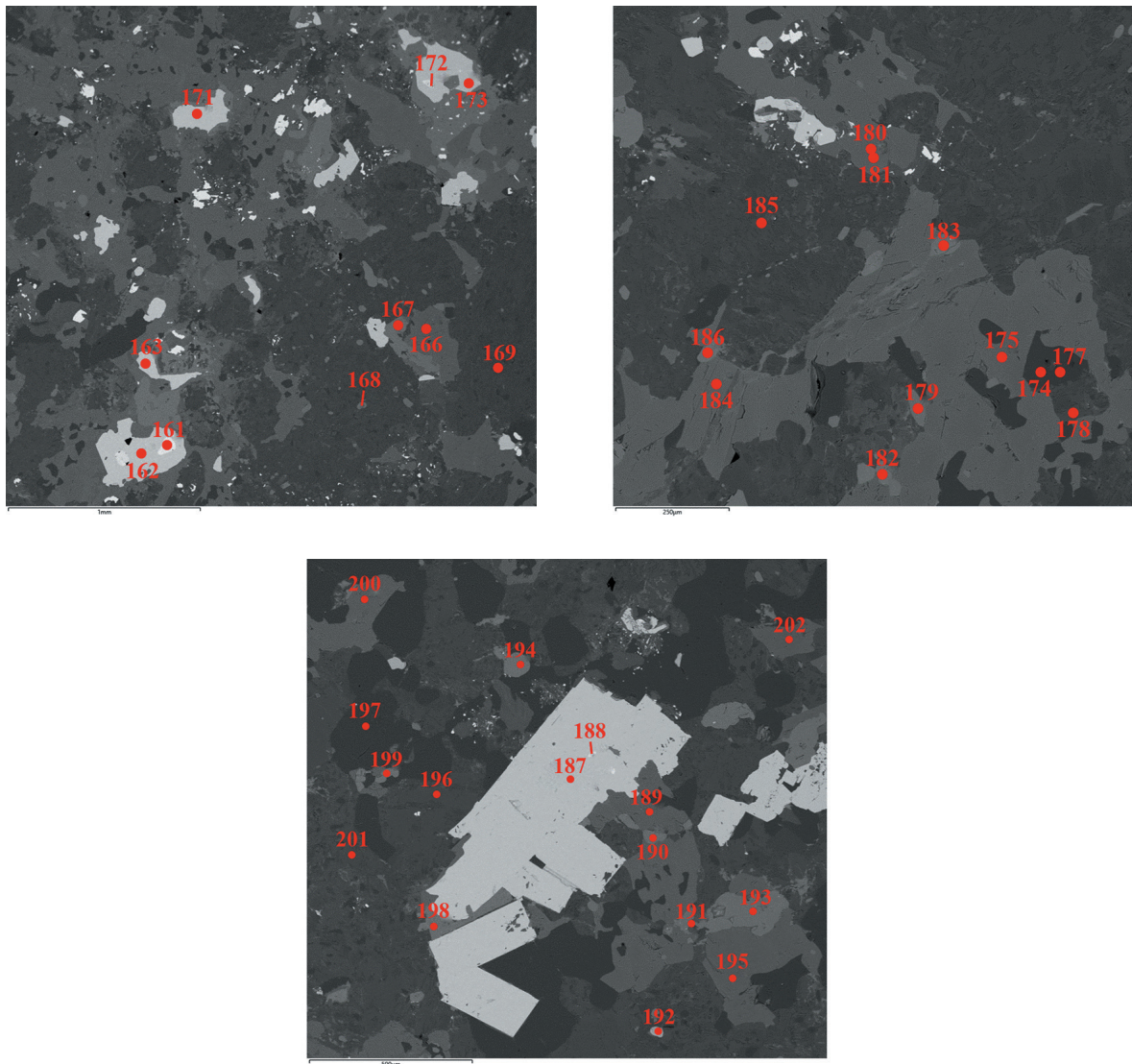


Рисунок 11 – Фото аншлифа метасоматита, скв. ОП-12 – 388,5 м.
Спектры: халькопирит – 161, 164, 172, 188, 191; пирит – 162, 163, 165, 171, 173, 187; ильменит – 192;
титанит – 167, 170, 182, 183, 186, 190, 193, 194, 199; плагиоклаз – 178, 185, 196, 201;
амфиболы – 166, 175, 181, 184, 189, 195, 200, 202; кварц – 197; апатит – 168, 179; хлорит – 198

Таблица 7 – Химический состав (мас. %) сфалерита, скв. ОП-12

Элемент	Глубина 389,0 м		
	№ спектра		
	32	34	56
S	33,69	33,47	33,41
Fe	8,39	7,19	7,18
Cu	3,05	0,65	1,65
Zn	54,86	58,69	57,76
Сумма	100	100	100

Таблица 8 – Химический состав (мас. %) окисно-рудных минералов, скв. ОП-12

Элемент	Гематит		Магнетит	Ильменит						
	379,8 м		388,3 м	379,8 м				388,3 м	388,5 м	389,0 м
	№ спектра									
	112	129	78	113	118	121	142	61	192	3
SiO ₂	–	–	–	–	0,21	–	–	–	–	–
TiO ₂	–	–	1,45	50,14	49,56	52,79	48,10	48,72	50,90	49,41
Al ₂ O ₃	–	–	–	–	0,27	–	–	–	–	–
Fe ₂ O ₃	100	100	96,30	46,88	46,96	–	–	–	–	48,06
FeO	–	–	–	–	–	43,93	48,96	48,03	45,43	–
MnO	–	–	0,20	2,98	3,04	3,28	2,94	3,25	2,70	2,53
CaO	–	–	0,66	–	–	–	–	–	–	–
V ₂ O ₅	–	–	1,39	–	–	–	–	–	0,97	–
Сумма	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Таблица 9 – Химический состав (мас. %) титанита (сфена), скв. ОП-12

Элемент	Глубина 388,3 м							Глубина 388,5 м		
	№ спектра									
	65	74	75	80	86	89	103	167	170	182
SiO ₂	30,88	30,98	31,30	31,08	31,49	31,16	30,99	31,19	30,93	30,70
TiO ₂	38,75	38,43	38,03	38,12	37,80	38,52	38,43	38,41	37,63	38,88
Al ₂ O ₃	1,49	1,77	1,71	1,69	1,61	1,49	1,56	1,40	1,92	1,22
Fe ₂ O ₃	–	–	–	1,18	1,25	1,10	1,10	–	–	–
FeO	1,03	0,96	0,85	–	–	–	–	0,99	1,29	0,85
CaO	27,84	27,90	28,12	27,93	27,85	27,74	27,91	28,01	28,23	28,35
Сумма	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Элемент	Глубина 388,5 м						Глубина 389,0 м			
	№ спектра									
	183	186	190	193	194	199	31	38	46	51
SiO ₂	31,35	31,29	31,18	30,94	31,28	30,98	30,79	30,78	30,91	30,44
TiO ₂	35,56	37,13	37,43	37,57	38,07	37,97	38,54	37,86	37,84	38,38
Al ₂ O ₃	2,86	2,12	1,99	1,94	1,58	1,95	1,69	2,05	2,07	1,73
Fe ₂ O ₃	–	–	–	–	–	–	1,03	1,27	1,09	1,01
FeO	1,67	1,19	1,21	1,10	1,13	0,88	–	–	–	–
CaO	28,55	28,27	28,19	28,44	27,94	28,23	27,96	28,05	28,09	28,44
Сумма	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Таблица 10 – Химический состав (мас. %) апатита, скв. ОП-12

Элемент	Глубина 379,8 м					Глубина 388,3 м				Глубина 388,5 м		Глубина 389,0м	
	№ спектра												
	119	132	145	156	157	73	88	90	107	168	179	30	44
SiO ₂	–	–	–	0,45	0,38	0,36	0,41	0,57	–	–	–	–	–
Al ₂ O ₃	–	0,16	–	0,15	–	0,21	–	–	–	–	–	–	–
Fe ₂ O ₃	0,92	0,42	–	–	–	–	–	0,45	0,35	–	–	0,34	0,38
MnO	–	0,22	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
CaO	53,42	53,90	54,02	54,12	54,28	53,17	53,19	53,34	53,05	53,71	53,79	53,93	53,78
P ₂ O ₅	41,89	41,80	42,11	41,93	41,74	41,97	42,20	41,51	42,25	42,06	42,23	42,04	41,98
F	3,11	2,28	3,38	2,98	3,14	4,29	4,20	4,14	4,35	4,22	3,98	3,51	3,86
Cl	0,66	1,23	0,49	0,37	0,45	–	–	–	–	–	–	0,18	–
Сумма	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Таблица 11 – Химический состав (мас, %) циркона и ортита, скв, ОП-12

Элемент	Глубина 379,8 м	Глубина 389,0 м	Глубина 389,0м	
	Циркон	Ортит		
	№ спектра			
	124	17	54	55
SiO ₂	31,82	34,92	35,87	35,23
Al ₂ O ₃	–	19,90	21,50	20,15
Fe ₂ O ₃	–	13,61	–	–
FeO	–	–	12,13	12,66
MgO	–	0,68	0,51	1,01
CaO	–	16,06	17,06	15,79
ZrO ₂	66,91	–	–	–
HfO ₂	1,27	–	–	–
NiO	–	0,02	–	–
La ₂ O ₃	–	5,82	3,24	6,29
Ce ₂ O ₃	–	8,00	7,95	8,02
Nd ₂ O ₃	–	0,98	1,73	0,84
Сумма	100	100	100	100

Исходя из морфологических особенностей и взаимоотношения рудных минералов между собой выделяется три их генерации: 1-я генерация представлена существенно магнетитом и ильменитом, иногда с пиритом; 2-я генерация – преимущественно сульфидная – пиритом, халькопиритом, пирротинном; 3-я наиболее поздняя генерация представлена гематитом, халькопиритом с примесью сфалерита и борнита.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Измененные породы участка «Озеры» можно отнести к классу гидротермально-метасоматических образований с ведущей ролью проявления инфильтрационного и сопутствующего диффузионного метасоматоза, связанного с воздействием флюидов в проницаемой зоне тектонических нарушений Скидельского глубинного разлома. Источником флюида, вероятно, служили остывающие интрузии мостовского гранитоидного комплекса, возможно, расположенный севернее Берштовский массив. Подобный метасоматический процесс наблюдался и на ранее изученных нами рудопрооявлениях «Ельня», «Шнипки» [2, 3]. Можно сказать, что процессы гранитообразования мостовского комплекса имели широкое распространение и влияние на преобразование исходных пород и охватывали большие территории Белорусско-Прибалтийского гранулитового пояса и Инчукалнской зоны кристаллического фундамента запада Беларуси.

Породы участка «Озеры», подвергшиеся в той или иной степени гидротермально-метасомати-

ческому воздействию, характеризуются обогащенностью халькофильными, некоторыми литофильными и благороднометальными элементами. Выявлено довольно высокое содержание Cu, Pb, Mo, Sn, Sr, Be, Ag, W, превышающее кларковые значения по [1] в 7–100 раз, при этом наиболее значимые концентрации установлены для *Си* (до 5–10 кг), *Мо* (до 85 г/т), *Аg* (до 1,5 г/т) и *W* (52 г/т). Проявление «Озеры» ранее было отнесено к медно-порфировому оруденению, однако на основе детального комплексного подхода к изучению данного участка с применением современных геохимических и минералогических методов исследования сделан вывод, что рудопрооявление «Озеры» *металлогенически специализировано на цветные, редкие и благородные металлы: медь, молибден, серебро, вольфрам* и относится к *сульфидно-полиметаллической рудной формации жильного типа*.

Как уже отмечалось, участок «Озеры», где породы фундамента вскрыты скв. ОП-12 на глубине 316,7–476,9 м, является наименее изученным объектом среди выделенных в данном регионе рудопрооявлений. Здесь пробурена только одна скважина и проведены малообъемные геофизические работы, в связи с чем нет четкой информации о протяженности, мощности и характере рудных зон, поэтому объективно оценить перспективность данного участка на полезные ископаемые сложно. На данном этапе исследований проявление «Озеры», учитывая немаленькую глубину залегания изученной рудной зоны (364–402 м), узкий спектр набора полезных компонентов и их

вариабельность, можно отнести к малоперспективному объекту на обнаружение промышленных запасов полезных ископаемых. Тем не менее представляется целесообразным доизучить этот участок с проведением электроразведочных работ масштаба 1:10 000 (1:25 000) и бурением сква-

жин, с целью прослеживания рудных интервалов и их детального изучения.

Работа выполнена в рамках Государственной программы научных исследований «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг. (подпрограмма 10.4 «Белорусские недра», НИР 3).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Виноградов, А. П.** Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры / А. П. Виноградов // Геохимия. – 1962. – № 7. – С. 555–571.
2. **Минералого-геохимические** особенности метасоматитов кристаллического фундамента запада Беларуси (участок «Ельня») / А. А. Толкачикова [и др.] // Літасфера. – 2023. – № 2 (59). – С. 61–75.
3. **Пискун, О. А.** Особенности вещественного состава метасоматитов кристаллического фундамента запада Беларуси (участок «Шнипки») / О. А. Пискун, А. А. Толкачикова, М. П. Гуринович // Літасфера. – 2022. – № 2 (57). – С. 9–23.
4. **Химические** анализы горных пород кристаллического фундамента Белоруссии : справочник / А. М. Пап [и др.]. – Минск : Наука и техника, 1988. – 243 с.

Артыкул паступіў у рэдакцыю 01.09.2024

Рэцэнзент А. Г. Лапцэвіч

МІНЕРАЛАГА-ГЕАХІМІЧНЫЯ АСАБЛІВАСЦІ ПАРОД РУДАПРАЯЎЛЕННЯ «АЗЁРЫ» (КРЫСТАЛІЧНЫ ФУНДАМЕНТ ЗАХАДА БЕЛАРУСІ)

А. А. Талкачыкава, А. А. Піскун, М. П. Гурыновіч, Е. А. Александровіч

Дзяржаўнае прадпрыемства «НВЦ па геалогіі»

Філіял «Інстытут геалогіі»

вул. Акадэміка Купрэвіча, 7, 220084, Мінск, Беларусь

E-mail: gmkf@geologiya.by, fundament@geologiya.by

У артыкуле прадстаўлены вынікі даследавання крышталічных парод малавывучанага руднага ўчастка «Азёры», размешчанага на захадзе Беларусі. Вылучаны тыпы і разнастайнасці парод, вызначаны іх мінералагічна-петраграфічныя і геохімічныя асаблівасці. Асноўная ўвага надаецца ўтварэнням, змененым рознымі ступенямі гідратэрмальна-метасаматычнага ўплыву. Удакладнены інтэрвал руднай мінералізацыі. Выяўлена, што праяўленне «Азёры» металагенічна спецыялізавана на каляровыя, рэдкія і высакародныя металы і належыць да сульфідна-поліметалічнай руднай фармацыі жылнага тыпу.

Ключавыя словы: крышталічны фундамент, участак «Азёры», метасаматычныя пароды, геохімія, руднапраяўленне.

MINERALOGICAL AND GEOCHEMICAL FEATURES OF ROCKS OF THE AZIORY ORE OCCURRENCE (THE CRYSTALLINE BASEMENT OF THE WESTERN BELARUS)

A. Tolkachikova, A. Piskun, M. Hurynovich, E. Aleksandrovich

State Enterprise “SPC for Geology”

Branch “Institute for Geology”

7 Akademika Kuprevicha St, 220084, Minsk, Belarus

E-mail: gmkf@geologiya.by, fundament@geologiya.by

The article presents the results of study of crystalline rocks of the underexplored ore site “Aziory”, located in the west of Belarus. The types and varieties of rocks are identified, their mineralogical, petrographic and geochemical features are determined. The main attention is paid to formations that have been subjected to varying degrees of hydrothermal and metasomatic effects. The interval of ore mineralization has been clarified. It has been established that the “Aziory” occurrence is metallogenically specialized for non-ferrous, rare and noble metals and belongs to a sulfide-polymetallic vein-type ore formation.

Keywords: crystalline basement, “Aziory” site, metasomatic rocks, geochemistry, ore occurrence.

КАРЫСНЫЯ ВЫКАПНІ

УДК 550.856;553.632

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБВОДНЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ РАЗРЕЗА ГЛИНИСТО-МЕРГЕЛЬНОЙ ТОЛЩИ ПОЗДНЕДЕВОНСКОГО ВОЗРАСТА В ПРЕДЕЛАХ ПРОМПЛОЩАДКИ ПЕТРИКОВСКОГО РУДОУПРАВЛЕНИЯ ОАО «БЕЛАРУСЬКАЛИЙ»

К. Ю. Балашов¹, Е. Г. Лайко¹, В. И. Пашкевич², В. П. Самодуров³

¹Открытое акционерное общество «Белгорхимпром»
ул. Киселева, 26А, 220029, Минск, Беларусь
E-mail: balashovkj@gmail.com

²Государственное научное учреждение «Институт природопользования НАН Беларуси»
ул. Франциска Скорины, 10, 220076, Минск, Беларусь

³Белорусский государственный университет
пр. Независимости, 4, 220030, Минск, Беларусь

В статье приводятся результаты изучения обводненных интервалов разреза глинисто-мергельной толщи позднедевонского возраста, выполненные при научно-методическом сопровождении проходки шахтных стволов в пределах промышленной площадки Петриковского рудоуправления (далее – Петриковское РУ). Практическая значимость проведенного комплекса исследований связана с обеспечением безопасной эксплуатации шахтных стволов Петриковского РУ.

Ключевые слова: Петриковское месторождение калийных солей, Петриковское рудоуправление, глинисто-мергельная толща, подземные и поровые воды, рассолы, водозащитная толща.

ВВЕДЕНИЕ

Целью работы являлось изучение литолого-петрографических особенностей и гидрогеологических условий обводненных интервалов разреза глинисто-мергельной толщи в пределах промплощадки Петриковского рудоуправления (рис. 1, а).

Подобного рода работы по научно-методическому сопровождению проходки шахтных стволов, как на новом и еще до конца не изученном Петриковском месторождении калийных солей, так и на эксплуатируемом на протяжении 60-ти лет Старобинском месторождении калийных солей, позволяют получить наиболее достоверную и объективную информацию о геологическом строении и гидрогеологических условиях вскрываемого шахтными стволами разреза.

Проведенные работы по изучению геологического разреза и наблюдению за водо-, рассолопри токами в шахтных стволах отличаются высокой информативностью, точностью и достоверностью полученных данных по сравнению с работами по исследованию геологического разреза посредством документирования кернового материала контрольно-стволовых скважин и анализа гидрогеологических условий при выполнении опытно-фильтрационных работ в гидрогеологических скважинах.

Проходке шахтных стволов уделяется пристальное внимание со стороны как производственных, так и научных геологических организаций. Повы-

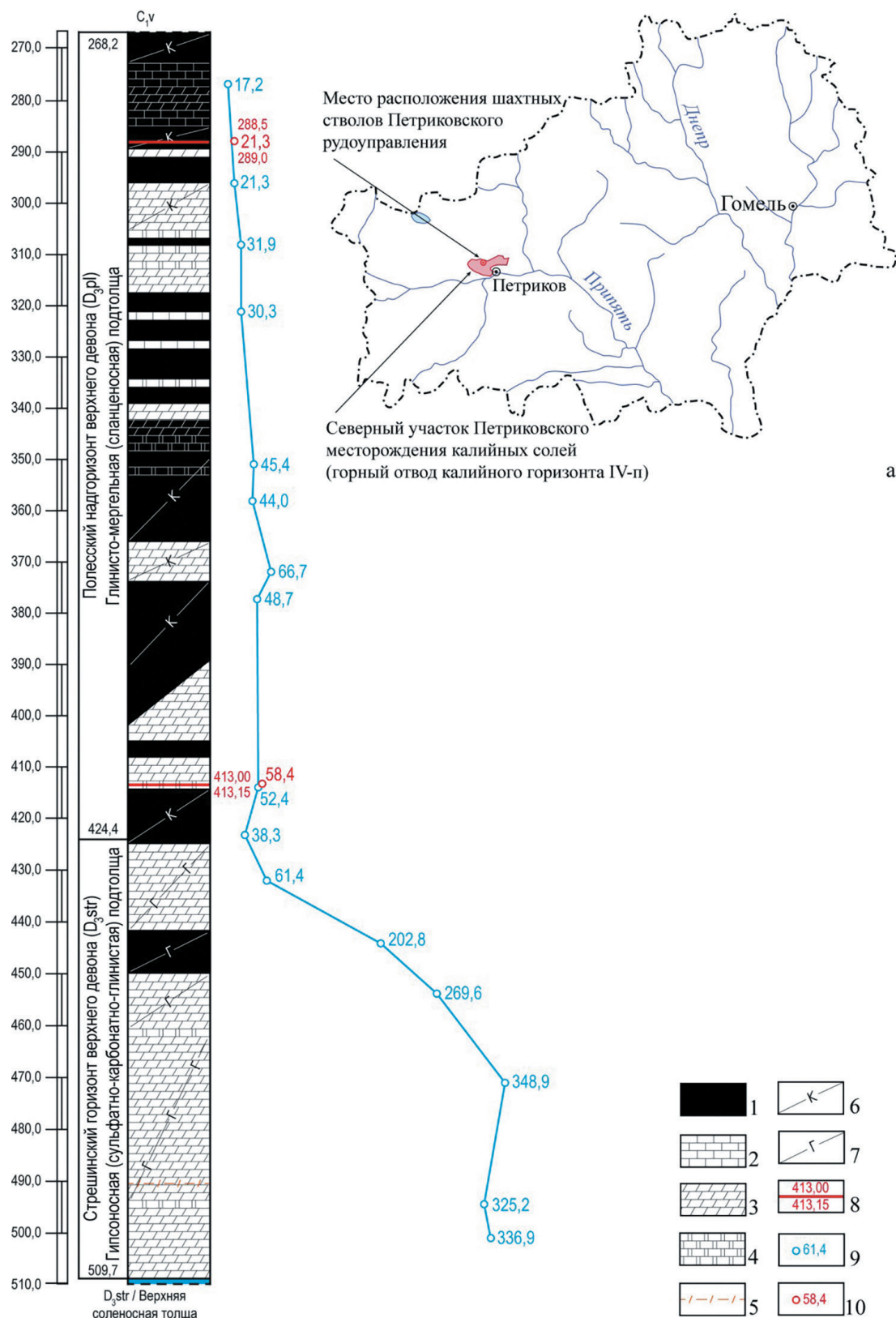
шенное внимание связано с тем, что в шахтных стволах имеется возможность провести в полном объеме изучение породного массива в ненарушенном залегании с отбором большого количества образцов для различных видов исследований: литолого-петрографических, стратиграфического расчленения разреза, оценки тектонических условий породного массива, гидрогеологических исследований, т. е. выполнить полный комплекс исследований.

В последующем, при длительной эксплуатации шахтных стволов, полученные исходные данные позволят с высокой степенью точности определить интервалы поступления подземных вод (рассолов) (при их наличии). Кроме того, полученная информация будет использована при обосновании включения в состав водозащитной толщи части разреза вышележащих надсолевых отложений глинисто-мергельной толщи.

При проведении исследований был применен следующий комплекс методов:

- выполнено обследование и документирование породных стенок шахтных стволов (зарисовка, описание и фотодокументирование) как в обводненных интервалах разреза, так и по всему вскрытому шахтными стволами разрезу;

- выполнен отбор образцов горных пород для проведения литолого-петрографических исследований и изучения поровых вод;



б

Рисунік 1 – Местарасположение Петриковского РУ (а), літолагічны разрез і гідрогеохімічная зональнасць адкладаў гліністо-мергельнай толцы ў межах прамплошадкі Петрыковскага РУ (б):

1 – гліна аргілітпадобная; 2 – ізнствяк; 3 – мергель; 4 – доломіт; 5 – прослоі гліны монтморілонітовай; 6 – прожылкі ауцігеннага кальцыта; 7 – прожылкі ауцігеннага гіпса; 8 – абводненыя інтэрвалы, м; 9 – значэння агульнай мінералізацыі паровых вод, г/дм³; 10 – значэння агульнай мінералізацыі падземных вод і рассолаў, г/дм³

- выполнены замеры величин водо-, рассолопритоков;
- выполнен отбор проб подземных вод и рассолов;
- выполнены литолого-петрографические исследования образцов горных пород с использованием XRF-анализатора Olympus Innov X;
- выполнено изучение химического состава проб подземных вод и рассолов в «Центральной лаборатории» ОАО «Беларуськалий»;
- выполнено изучение поровых вод в лаборатории гидрогеологии и гидроэкологии ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси».

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

При проходке шахтных стволов на Петриковском РУ (рис. 1, б) были вскрыты и пройдены на полную мощность несколько обводненных интервалов. В дальнейшем при производстве работ по сооружению шахтных стволов интервалы, где наблюдались водо-, рассолопритоки, были перекрыты передовой бетонной крепью и тюбинговой колонной с затюбинговым бетоном. Также произведены работы по тампонажу закрепного пространства для создания цементационной завесы по всему периметру в породном массиве, окружающем шахтные стволы.

Характеристика геологического строения глинисто-мергельной толщи (см. рис. 1, б), выполнена авторами по результатам сопровождения проходки шахтного ствола № 1 (скипового) Петриковского РУ.

Глинисто-мергельная толща в пределах промплощадки Петриковского рудоуправления мощностью 241,5 м залегает в интервале глубин от 268,2 до 509,7 м. Она представлена переслаиванием в разрезе мергеля и глины аргиллитоподобной с частыми прослоями известняка и доломита, а также с большим количеством трещин, заполненных аутигенным кальцитом и гипсом-селенитом. Перекрывается толща отложениями визейского яруса каменноугольной системы (C_1v), представленными переслаиванием глины темно-серой, плотной, массивной и песчаником серым кварцевым. Подстилается глинисто-мергельная толща солью каменной коричневато-серой, средне-крупнозернистой, стратиграфически приуроченной к осовецким слоям стрешинского горизонта девонской системы (D_3os).

Отложения глинисто-мергельной толщи верхнедевонского возраста подразделяются на две подтолщи: глинисто-мергельную (сланценосную) подтолщу и сульфатно-карбонатно-глинистую (гипсоносную) подтолщу.

Глинисто-мергельная (сланценосная) подтолща залегает в интервале глубин от 268,2 до 424,4 м и имеет мощность 156,2 м, стратиграфически включает в себя отложения полесского надгоризонта верхнего девона (D_3pl). Сложена в основном гли-

ной аргиллитоподобной темно-серой, массивной, неяснослоистой, в некоторых интервалах слоистой, плотной; мергелем темно-серым, массивным, слоистым, плотным; местами породы трещиноватые с горизонтальными и секущими прожилками кальцита светло-серого цвета. В толще также встречены прослои мергеля сапропелевого серо-коричневого цвета; известняка темно-серого, тонкозернистого, очень плотного; известняка строматолитового серо-коричневого цвета; доломита серого, массивного, тонкозернистого. По всей толще отмечаются остатки обуглившейся растительности и аутигенной пиритовой минерализации.

Сульфатно-карбонатно-глинистая (гипсоносная) подтолща залегает в интервале глубин от 424,4 до 509,7 м и имеет мощность 85,3 м. Она выделяется в составе глинисто-мергельной толщи по первому появлению прожилков гипса. Стратиграфически включает в себя любанские (D_3lub) и осовецкие (D_3os) слои стрешинского горизонта верхнего девона. Граница между этими слоями проводится по региональному маркирующему горизонту – прослою глины монтмориллонитовой светло-зеленой, массивной, жирной [6]. Гипсоносная подтолща сложена в основном мергелем серым, темно-серым, массивным, трещиноватым и глиной аргиллитоподобной, темно-серой, слоистой, трещиноватой, с многочисленными прожилками светло-серого и белого волокнистого гипса-селенита. Прожилки как согласно залегающие, так и секущие. В подтолще наблюдаются многочисленные прослои и линзы мергеля сапропелевого коричневого цвета; доломита серого, плотного, скрытозернистого; известняка строматолитового; сульфатно-карбонатной породы голубовато-светло-серого цвета. В нижней части подтолщи наблюдаются прослои ангидрит-доломитовой породы кирпично-красного цвета.

Вскрытые обводненные интервалы разреза приурочены к отложениям глинисто-мергельной (сланценосной) подтолщи. В гидрогеологическом отношении оба обводненных интервала связаны с водоупорным локально водоносным (слабоводоносным) полесским карбонатно-терригенным комплексом.

Первый («верхний») обводненный интервал вскрыт шахтным стволом № 2 (клетевым) в интервале глубин 288,5–289,0 м. Мощность интервала составляет 0,5 м. Интервал литологически представлен (рис. 2, а, б) мергелем серым, массивным, с большим количеством тектонических трещин толщиной до 6,5 мм, выполненными баритовой и участками доломитовой минерализацией. По данным литолого-петрографических исследований, основная масса породы (мергеля) состоит из кальцита (54,3 %) и иллита (45,7 %). Тектонические трещины в породе заполнены в основном баритом и в меньшей степени доломитом.

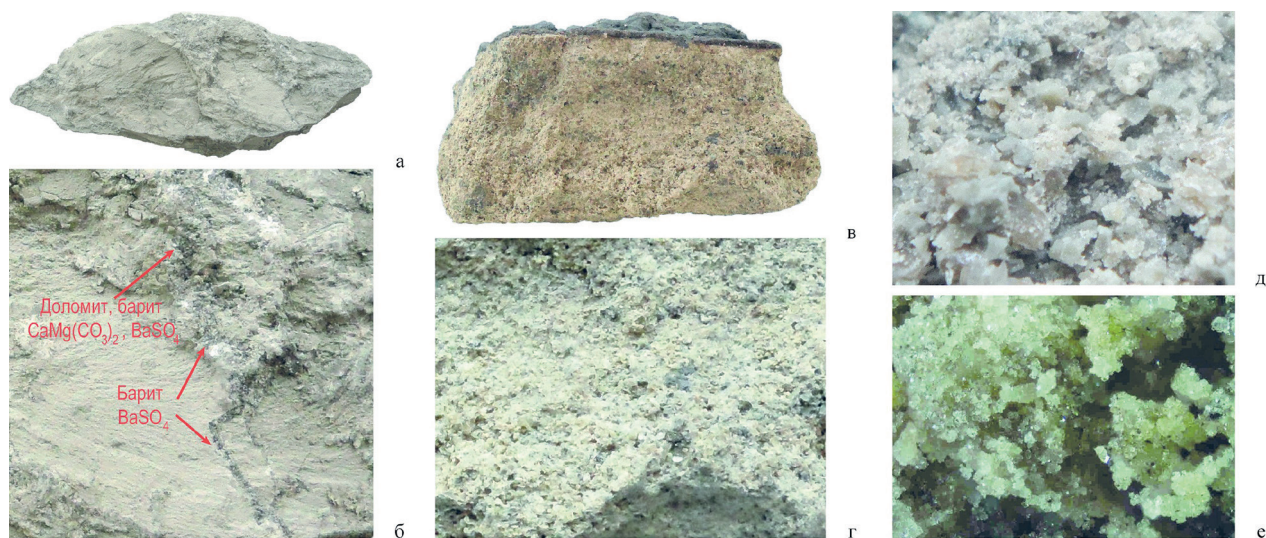


Рисунок 2 – Фотографии образцов горных пород, отобранных из обводненных интервалов разреза: мергель из первого («верхнего») обводненного интервала: а – штучной образец мергеля (размер образца 235,0 мм); б – микрофотография трещин в образце мергеля (размер поля зрения 44,0 мм); доломит пористый из второго («нижнего») обводненного интервала: в – штучной образец доломита пористого (размер образца 120,0 мм); г – увеличенная микрофотография образца доломита (размер поля зрения 12,0 мм); д – микрофотография образца доломита (размер поля зрения 9,0 мм); е – микрофотография стека образца доломита (размер поля зрения 1,5 мм)

Следует отметить, что приуроченность сульфатной и карбонатной минерализации к единой системе тектонических трещин свидетельствует о многоэтапной активизации разломной зоны при смене химического типа растворов на разных этапах тектонической активизации.

Наблюдения за величиной водопритока (дебита) из первого («верхнего») обводненного интервала проводились с 20.07.2017 по 01.12.2017 на протяжении 134 дней. В среднем за период наблюдений значение дебита составило $0,33 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Как видно из рис. 3, а, интенсивность водопроявлений различается по разным участкам периметра шахтного ствола: наиболее интенсивный приток в виде ручьев по породным стенкам наблюдался в северо-восточной, восточной и восточно-юго-восточной частях шахтного ствола. Менее интенсивный водоприток в виде капелей по породным стенкам наблюдался почти по всему периметру окружности шахтного ствола. Вышеназванные факты говорят о том, что породный массив в данном интервале глинисто-мергельной (сланценосной) подтолщи характеризуется неравномерным распространением и неравномерной ориентировкой водопроводящих тектонических трещин, в связи с чем величины водопритоков меняются резко и на сравнительно небольшом расстоянии.

За время проведения наблюдений в первом («верхнем») интервале водопритока было отобрано 18 проб подземных вод для проведения химического анализа. В целом химический тип воды следующий (согласно [4]): вода сильносоленоватая, хлоридная натриевая, нейтральная. Минерализация изменяет-

ся от 20,8 до $24,7 \text{ г/дм}^3$. Величина водородного показателя (рН) изменяется от 6,6 до 8,3. В табл. 1 приведена формула Курлова для подземных вод данного интервала водопритока.

Важным замечанием является то, что данный обводненный интервал вскрыт при проходке только шахтным стволом № 2 (клетевым). В шахтном стволе № 1 (скиповом) он отсутствует, что говорит о зоне локального развития водопроводящих трещин, оперяющих разломную зону, близко подходящую к шахтному стволу № 2 (клетевому) с юго-востока (рис. 4).

Наличие разломной зоны подтверждается наблюдениями в шахтном стволе № 2 (клетевом), а именно наличием разрывных дизъюнктивных нарушений в залегании слоев горных пород в верхней части глинисто-мергельной толщи, амплитуда которых достигает 60,0 см (рис. 5). Разломная зона в виде неуверенно распространяющихся трещин и зоны возможной трещиноватости прослеживается по данным сейсмических работ в вышезалегающей толще отложений триасовой и каменноугольной систем, а также в отложениях сланценосной и гипсоносной подтолщ верхнего девона. Кроме этого, в зоне тектонического нарушения отмечено проявление процесса будинирования пород (см. рис. 5, а).

Разломная зона и связанная с ней зона трещиноватости в плане расположена к северо-востоку и востоку от шахтных стволов Петриковского РУ. Простирается она с северо-запада на юго-восток. С развитием оперяющих водопроводящих трещин разломной зоны в мергелях связана их обводненность (рис. 6).

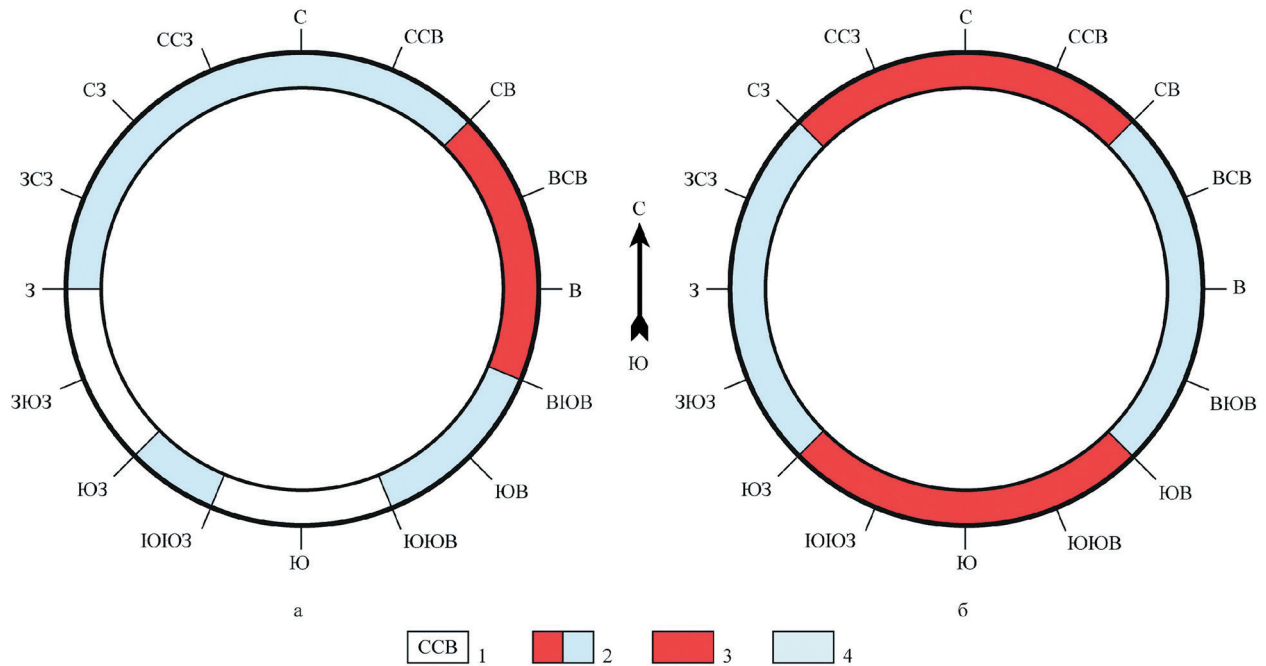


Рисунок 3 – Схема поперечного сечения шахтных стволов

с нанесенными значениями интенсивности водо-, рассолопроявлений по сторонам света (по румбам):

a – шахтный ствол № 2 (клетевой) в интервале глубин 288,5–289,0 м;

б – шахтный ствол № 1 (скиповой) в интервале глубин 410,00–413,15 м;

1 – направление сторон света (румбы);

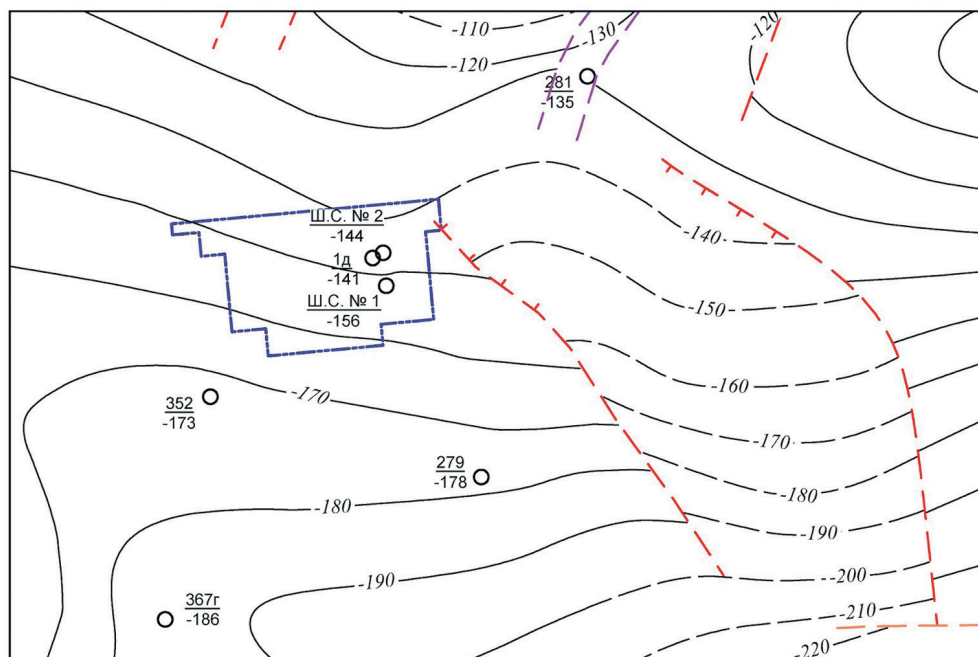
2 – места выявленных водо-, рассолопроявлений различной степени интенсивности;

3 – места интенсивных водо-, рассолопроявлений в виде ручьев;

4 – места менее интенсивных водо-, рассолопроявлений в виде капелей

Таблица 1 – Обобщенная характеристика обводненных интервалов разреза, установленных при проходке шахтных стволов на Петриковском РУ

Параметры водо-, рассолопритока	Обводненный интервал		
	«Верхний»	«Нижний»	
Шахтный ствол	Шахтный ствол № 2 (клетевой)	Шахтный ствол № 1 (скиповой)	Шахтный ствол № 2 (клетевой)
Глубина залегания, м	288,50–289,00	413,00–413,15	406,00–406,10
Мощность интервала, м	0,50	0,15	0,10
Литологический состав	Мергель серый, массивный, трещиноватый	Доломит серовато-желтый, пористый, мелкозернистый, рыхлый	
Расход водопритока Q , м ³ /ч	0,33	4,0	1,2
Формула химического типа подземных вод, рассолов	$M_{21,3} \frac{Cl_{89}SO_{4,10}}{Na_{84}Mg_{8}Ca_{8}K_1} pH_{6,6}$	$M_{38,4} \frac{Cl_{88}SO_{4,12}}{Na_{87}Mg_{7}Ca_6} pH_{7,7}$	$M_{56,3} \frac{Cl_{87}SO_{4,13}}{Na_{87}Ca_{7}Mg_6} pH_{9,2}$
Химический тип подземных вод, рассолов	Вода сильносоленоватая, хлоридная натриевая, нейтральная	Рассол слабый, хлоридный натриевый, слабощелочной	Рассол слабый, хлоридный натриевый, щелочной



Границы:

— промплощадки Петриковского ГОКа

Скважины и шахтные стволы:

○ $\frac{1д}{-210}$ вскрывшие поверхность отложений
глинисто-мергельной (сланценой) подтолщи;
в числителе - номер скважины или шахтного
ствола, в знаменателе - абсолютная отметка
глинисто-мергельной (сланценой) подтолщи, м

Изогипсы поверхности глинисто-мергельной
(сланценой) подтолщи, м:

— -120 —

- уверенные;

- -140 -

- неуверенные

Разломы:

— — — — — - выделенные по поверхности сланценой
подтолщи и проникающие глубже поверхности
верхней солоносной толщи;

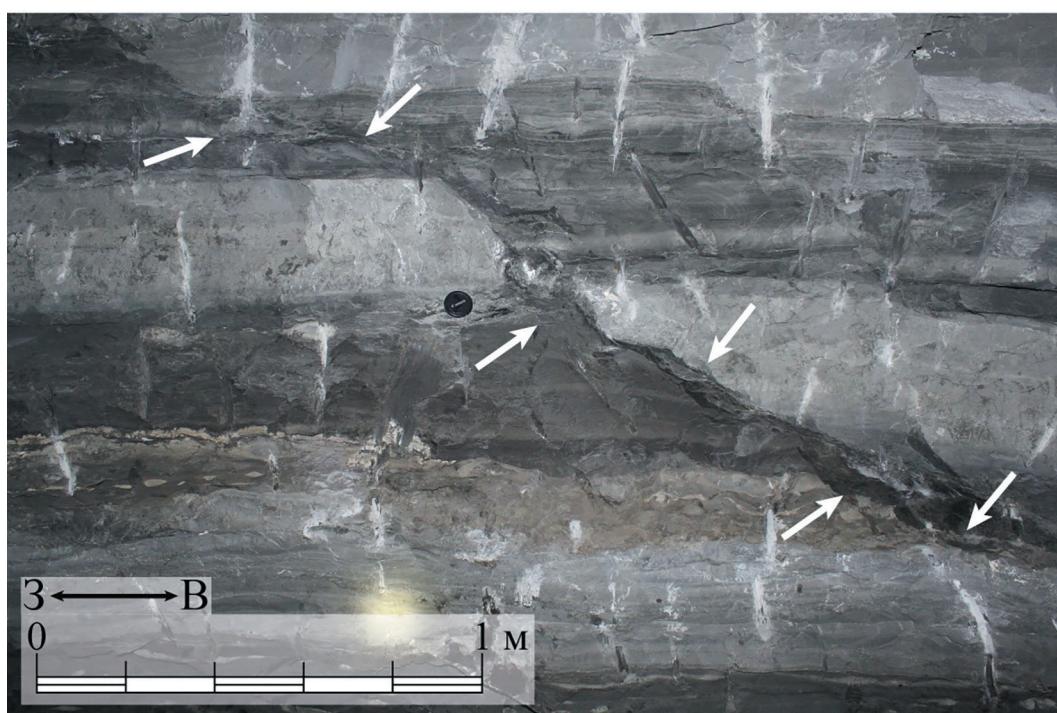
— — — — — - выделенные по поверхности сланценой
подтолщи и затрагивающие гипсоносную
подтолщу;

- выделенные по поверхности сланценой
подтолщи и затухающие в сланценой
подтолще

Рисунок 4 – Тектоническая схема поверхности
глинисто-мергельной (сланценой) подтолщи



а



б



Рисунок 5 – Разрывные нарушения в южной (а) и северной (б) частях стенок шахтного ствола № 2 (клетевого) в интервале 288,2–291,0 м:
1 – направление сторон света; 2 – указатели дизъюнктивных разрывных нарушений

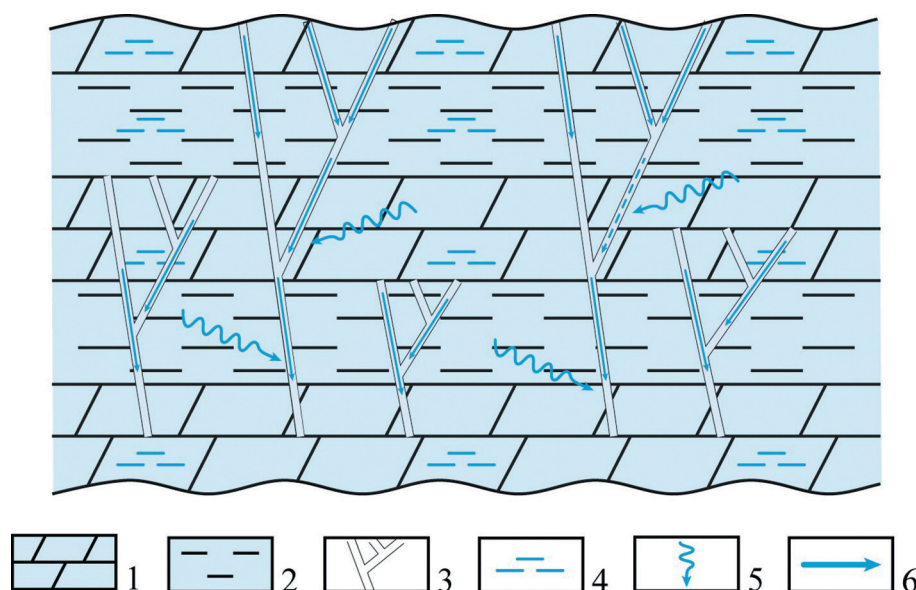


Рисунок 6 – Принципиальная схема образования обводнения горных пород первого («верхнего») интервала водопритока:

1 – мергель; 2 – глина аргиллитоподобная; 3 – водопроводящие тектонические трещины; 4 – поровые воды; 5 – отжим под действием горного давления поровых вод с образованием свободных (гравитационных) подземных вод с последующим скоплением в породе-коллекторе; 6 – свободные (гравитационные) подземные воды, содержащиеся в породе-коллекторе (трещиноватых мергелях и глинах аргиллитоподобных)

Как было сказано ранее, мергели, которыми сложен первый интервал водопритока, сами по себе являются водонепроницаемыми породами, но наличие тектонической трещиноватости делает эту толщу мергелей хорошим коллектором трещинного типа, что дает прямую возможность скопления в ней подземных вод и рассолов. Отметим, что химические типы подземных вод, отобранных и изученных из первого интервала водопритока, и поровых вод, отобранных из горных пород, залегающих в этом интервале, в целом схожи. Как минерализация, так и химический тип подземных и поровых вод имеют почти полную идентичность, а именно: минерализация изменяется от 21,28 до 21,3 г/дм³, а химический тип в обоих случаях хлоридный натриевый. Поэтому наиболее вероятным способом обводнения первого («верхнего») интервала рассолопритока являются процессы отжима поровых вод из вмещающих их горных пород (см. рис. 6).

Второй («нижний») обводненный интервал вскрыт шахтным стволом № 1 (скиповым) в интервале глубин 413,00–413,15 м и шахтным стволом № 2 (клетевым) в интервале глубин 406,00–406,10 м. Мощность интервала составляет 0,10–0,15 м.

Обводненный интервал литологически представлен доломитом серовато-желтым, пористым, мелкозернистым, рыхлым (рис. 2, в–е). Горная порода является хомогенной, органогенные частицы в ее составе отсутствуют. Порода состоит из агрегатов микрокристаллов доломита и редких облом-

ков пород. По данным исследований химического состава в породе преобладает доломит, отмечаются примеси силикатов (иллита) и сульфатов (целестина). Структура порового пространства показана на рис. 2, в–е. Карбонаты формируют агрегаты микрокристаллов, внутри которых отмечаются поры, соразмерные с микрокристаллами карбонатов. Между агрегатами располагаются извилистые поры, которые образуют каналы, пронизывающие весь слой данной породы. Именно наличие сети извилистых пор способствует высокой проницаемости этой породы.

Наблюдения за величиной рассолопритока (дебита) из второго обводненного интервала проведено по двум шахтным стволам. Наблюдения проводились с 11.11.2017 по 16.02.2018 на протяжении 98 дней. Значение дебита рассолопритока при вскрытии второго обводненного интервала составило 4,0 м³/ч. После сооружения передовой бетонной крепи значение дебита рассолопритока уменьшилось до 2,5–2,6 м³/ч. Позднее после проведения работ по тампонажу закрепного пространства значения рассолопритока уменьшились до 0,7 м³/ч. В дальнейшем наблюдалось просачивание рассола через шов в передовой бетонной крепи.

Как видно из рис. 3, б, интенсивность рассолопроявлений различается по участкам периметра шахтного ствола: наиболее интенсивный приток в виде ручьев по породным стенкам наблюдался в северной и южной частях шахтного ствола. Менее

интенсивный рассолоприток в виде капелей по породным стенкам наблюдался в западной и восточной частях. Это говорит о возможном направлении движения потока рассолов с севера на юг, а именно по уклону (падению) залегания водоносного прослоя доломитов.

За время проведения наблюдений за рассолопритоками во втором («нижнем») интервале было отобрано 7 проб рассолов для проведения химического анализа. В целом химический тип воды следующий (согласно [4]): рассол слабый, хлоридный натриевый, слабощелочной. Минерализация изменяется от 53,8 до 58,4 г/дм³. Величина водородного показателя (рН) изменяется от 6,9 до 9,2. В табл. 1 приведена формула Курлова для подземных вод данного интервала рассолопритока.

Данный обводненный интервал разреза сложен доломитом пористым, для которого характерна высокая проницаемость и в целом хорошие коллекторские и емкостные свойства, связанные с большим объемом порового пространства, представленного извилистыми порами, образующими сообщающиеся каналы, пронизывающие весь слой данной породы. Скопление рассолов в этой толще, в первую очередь, обусловлено литолого-петрографическими особенностями и связано с большим развитием водопроводящих и водовмещающих пор.

Возможным способом обводнения второго («нижнего») интервала рассолопритока являются процессы отжима поровых вод из вмещающих их горных пород (рис. 7).

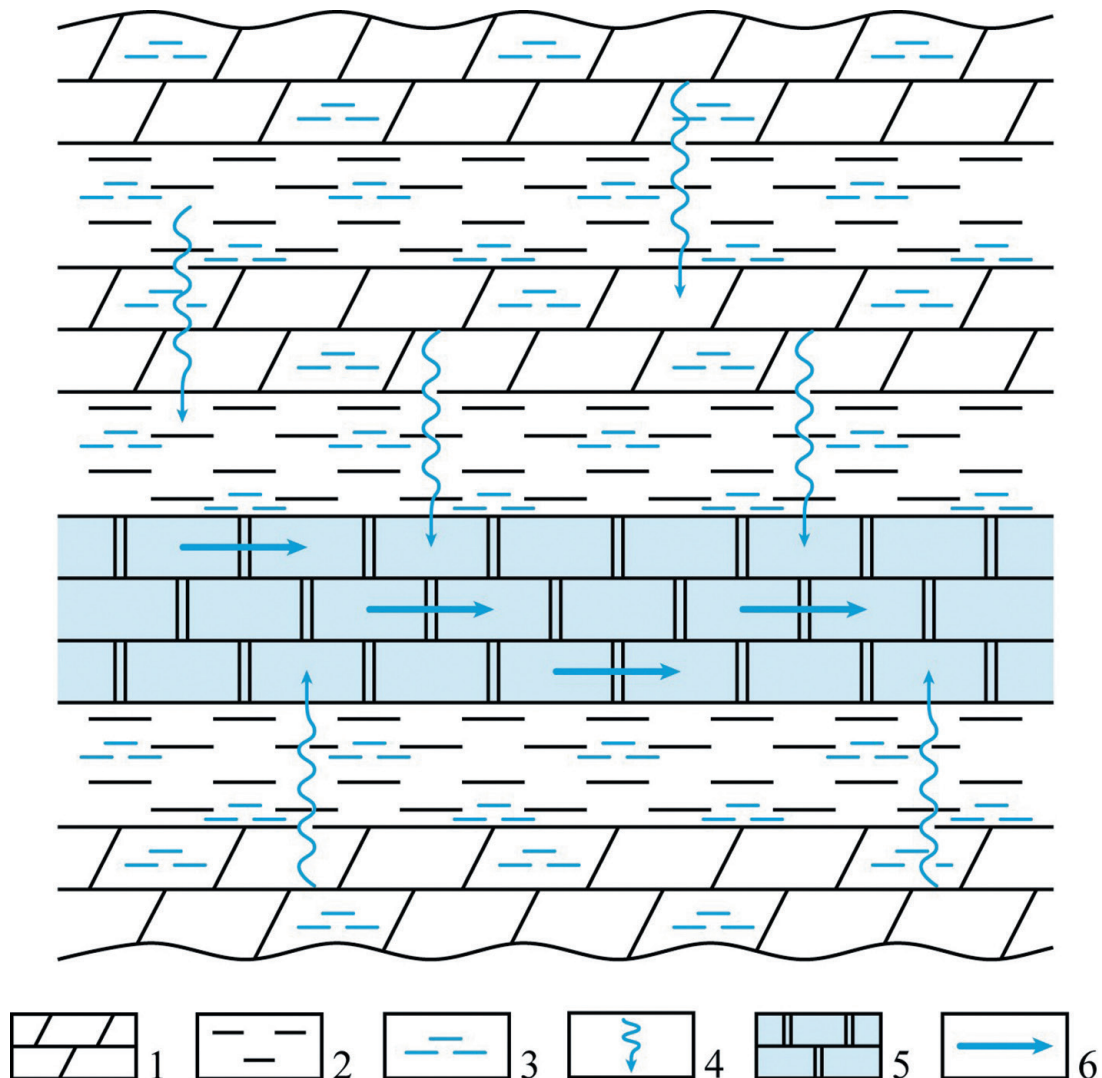


Рисунок 7 – Принципиальная схема образования обводнения горных пород второго («нижнего») интервала водопритока:

1 – мергель; 2 – глина аргиллитоподобная; 3 – поровые воды; 4 – отжим под действием горного давления поровых вод с образованием свободных (гравитационных) подземных вод с последующим скоплением в породе-коллекторе; 5 – доломит – коллектор отжатых поровых вод; 6 – свободные (гравитационные) подземные воды, содержащиеся в породе-коллекторе (пористом доломите)

Как следует из [1], объем отжатых поровых вод зависит, в первую очередь, от следующих факторов:

– глубины залегания горных пород, которая, в свою очередь, определяет величину горного давления, оказываемого на горные породы, содержащие поровые воды, и тем самым определяет нагрузку, оказываемую на них;

– водно-физических и физико-механических свойств горных пород, содержащих поровые воды, а именно такие параметры, как естественная влажность, влагонасыщенность и пористость.

Далее кратко рассмотрим поровые воды: общую минерализацию, химический тип и изменение этих показателей с увеличением глубины. Для сланценосной подтолщи характерна прямая гидрогеохимическая зональность (рис. 1). Общая минерализация поровых вод увеличивается с глубиной от 3,9 до 66,8 г/дм³. Химический тип – сульфатно-хлоридный натриевый, хлоридно-сульфатный натриевый, реже – хлоридный натриевый. Для гипсоносной подтолщи также характерна прямая гидрогеохимическая зональность (см. рис. 1). Общая минерализация поровых вод увеличивается с глубиной от 61,5 до 348,9 г/дм³. Химический тип – хлоридный натриевый, реже сульфатно-хлоридный натриевый. Резкий рост минерализации наблюдается в интервале глубин 430,0–470,0 м, т.е. в верхней и средней частях гипсоносной подтолщи. Общая мощность толщи с минерализацией поровых вод более 250,0 г/дм³ составляет 56,0 м [2].

Общая минерализация поровых вод в пределах «верхнего» интервала водопритока изменяется

от 17,2 до 21,3 г/дм³, химический тип определяется как вода сильносоленоватая, хлоридно-сульфатная натриевая, от слабокислой до нейтральной.

Общая минерализация поровых вод в пределах «нижнего» интервала водопритока составляет 52,4 г/дм³, химический тип определяется как рассол слабый, сульфатно-хлоридный натриевый, нейтральный.

Представленные факторы определяют возможность образования подземных вод за счет отжатия поровых вод, интенсивность и объем отжатия поровых вод и возможность их скопления при наливии в разрезе пород-коллекторов.

Ранее в табл. 1 приведена обобщенная характеристика обводненных интервалов разреза, установленных при проходке шахтных стволов на Петриковском РУ.

Отметим, что подземные воды и рассолы, полученные из интервалов водо-, рассолопритоков являются агрессивными по отношению к соляным породам (табл. 2). Во-первых, рассолы недонасыщенны, т.е. концентрация растворенных соляных минералов (NaCl и KCl) составляет менее 300,0 г/дм³. Во-вторых, сравнивая наиболее значимые и показательные генетические коэффициенты, а именно: 1000Br/Cl, эMg/эCl и эNa/эCl, видим, что значения всех вышеперечисленных генетических коэффициентов отличаются от предельно допустимых значений, при которых рассолы не будут являться агрессивными и опасными по отношению к соляным породам [5].

Таблица 2 – Значения наиболее характерных генетических коэффициентов подземных вод (рассолов) интервалов водо-, рассолопритоков, установленных при проходке шахтных стволов на Петриковском РУ

Генетические коэффициенты	Значения генетических коэффициентов, показатели которых относят рассолы к чрезвычайно опасным (агрессивным) по отношению к соляным породам	Генетические коэффициенты, характерные для «верхнего» интервала рассолопритока, от – до – среднее значение	Генетические коэффициенты, характерные для «нижнего» интервала рассолопритока, от – до – среднее значение
1000Br/Cl	< 3,5	0,5–1,2– 0,75	0,4–0,7– 0,49
эMg/эCl	< 0,13	0,075–0,096– 0,09	0,013–0,078– 0,06
эNa/эCl	> 0,7	0,904–0,941– 0,93	0,933–0,997– 0,98

Следует также отметить, что подземные воды и рассолы, при взаимодействии с материалами крепи шахтных стволов (жидкое стекло, цемент, бетонные и железобетонные конструкции), с одной стороны, проявляют по отношению к ним агрессивные свойства, разрушая их, с другой стороны – изменяется исходный «природный» химический тип подземных вод и рассолов на «техногенный» из-за взаимодействия со строительными материалами крепи шахтных стволов [3].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных работ были получены данные по условиям обводненности глинисто-мергельной толщи в пределах промплощадки Петриковского РУ. Установлено, что в толще почти безводной глинисто-мергельной (сланценосной) подтолщи имеется 2 обводненных интервала. Обводненные интервалы разреза сложены различными типами пород (трещиноватые мергели и пористые доломиты), фильтрационно-емкостные

свойства которых связаны с различным типом коллекторов (трещинного и порового типов соответственно). Обводнены породы неравномерно (водо-, рассолопритоки изменяются по различным интервалам от 0,33 до 4,0 м³/ч). Подземные воды и рассолы имеют сходный химический тип, а именно хлоридный натриевый, но при этом различную степень минерализации (увеличивающуюся с глубиной от 21,3 до 58,4 г/дм³). Обводненность связана с отжимом поровых вод в пустотное пространство трещиноватых мергелей и пористых доломитов. При этом нижезалегающая сульфатно-

карбонатно-глинистая (гипсоносная) подтолща оказалась абсолютно безводной, в связи с чем рекомендуется рассмотреть возможность для проведения дальнейших исследований с целью включения ее в состав водозащитной толщи.

Изученные подземные воды и рассолы являются агрессивными и опасными по отношению к соляным породам. Поэтому установленным обводненным интервалам должно уделяться повышенное внимание при обследовании шахтных стволов в процессе их эксплуатации на предмет различного рода и интенсивности водо-, рассолопритоков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Богомолов, Г. В.** Поровые растворы осадочных пород солеродных бассейнов / Г. В. Богомолов, Л. И. Матвеева, М. Ф. Козлов ; под ред. Г. В. Богомолова. – Минск : Наука и техника, 1980. – 142 с.
2. **Гидрогеохимическая** характеристика глинисто-мергельной толщи по данным изучения поровых растворов в пределах промплощадок Петриковского рудоуправления и Дарасинского рудника ОАО «Беларуськалий» / К. Ю. Балашов [и др.] // Тенденции и проблемы развития наук о земле в современном мире : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 6–7 окт. 2022 г. / УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины» ; редкол.: А. И. Павловский (гл. ред.) [и др.]. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2022. – С. 90–94.
3. **Изменение** химического состава рассолов в зоне контакта с материалами крепи шахтных стволов на Петриковском горно-обогатительном комплексе / К. Ю. Балашов [и др.] // Проблемы региональной геологии запада Восточно-Европейской платформы и смежных территорий : материалы II Междунар. науч. конф., Минск, 16 февр. 2021 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: О. В. Лукашев (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2021. – С. 216–220.
4. **ОСТ 41-05-263-86.** Воды подземные, классификация по химическому составу и температуре. Отраслевой стандарт. – М., 1986. – 12 с.
5. **Систематизация** рассолов Старобинского месторождения калийных солей в условиях определения степени их опасности для ведения горных работ / В. М. Сорокин [и др.] // Минеральные ресурсы и человек : труды междунар. науч.-техн. конф., Варна, 17–19 сент. 2002 г. : в 2 ч. – Варна, 2002. – Ч. 2. – С. 295–300.
6. **Строение** и состав туфогенного пеплового горизонта Петриковского месторождения калийных солей / В. П. Самодуров [и др.] // География. Геология. – 2019. – № 1. – С. 119–127.

Артыкул паступіў у рэдакцыю 06.08.2024

Рэцэнзент А. М. Галкін

ГІДРАГЕАЛАГІЧНАЯ ХАРАКТАРЫСТЫКА АБВАДНЕННЫХ ІНТЭРВАЛАЎ РАЗРЭЗУ ГЛІНІСТА-МЕРГЕЛЬНАЙ ТОЎШЧЫ ПОЗНЕДЭВОНСКАГА ЎЗРОСТУ Ў МЕЖАХ ПРАМПЛЯЦОЎКІ ПЕТРЫКАЎСКАГА РУДАЎПРАЎЛЕННЯ ААТ «БЕЛАРУСКАЛІЙ»

К. Ю. Балашоў¹, К. Г. Лайко¹, В. І. Пашкевіч², У. П. Самадураў³

¹Адкрытае акцыянернае таварыства «Белгархімпрам»
вул. Кісялёва, 26А, 220029, Мінск, Беларусь

E-mail: balashovkj@gmail.com

²Дзяржаўная навуковая ўстанова «Інстытут прыродакарыстання НАН Беларусі»
вул. Францыска Скарыны, 10, 220076, Мінск, Беларусь

³Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт
пр. Незалежнасці, 4, 220030, Мінск, Беларусь

У артыкуле прыводзяцца вынікі вывучэння абвадненых інтэрвалаў разрэзу глініста-мергельнай тоўшчы познедэвонскага ўзросту, выкананыя пры навукова-метадычным суправаджэнні праходкі шахтавых ствалоў у межах прамысловай пляцоўкі Петрыкаўскага рудаўпраўлення (далей – Петрыкаўскае РУ). Практычная

значнасць праведзенага комплексу даследаванняў звязана з забеспячэннем бяспечнай эксплуатацыі шахтавых ствалоў Петрыкаўскага РУ.

Ключавыя словы: Петрыкаўскае радовішча калійных соляў, Петрыкаўскае рудаўпраўленне, глініста-мергельная тоўшча, падземныя і поравыя воды, расолы, водаахоўная тоўшча.

HYDROGEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WATERED INTERVALS OF THE LATE DEVONIAN CLAY-MARL STRATA WITHIN THE INDUSTRIAL SITE OF THE PETRIKOV MINING MANAGEMENT OF THE OJSC «BELARUSKALI»

K. Balashov¹, E. Laiko¹, V. Pashkevich², V. Samodurov³

¹Joint Stock Company “Belgorkhimprom”

26A Kiseleva St, 220029, Minsk, Belarus

E-mail: balashovkj@gmail.com

²Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus

10 F. Skoriny St, 220076, Minsk, Belarus

³Belarusian State University

4 Niezaliežnasci Avenue, 220030, Minsk, Belarus

The article presents the results of a study of watered intervals of the Late Devonian clay-marl strata, carried out with scientific and methodological support for the excavation of mine shafts within the industrial site of the Petrikov mining administration (hereinafter referred to as the Petrikov RU). The practical significance of the conducted research is to ensure safe operation of mine shafts at the Petrikov RU.

Keywords: Petrikov potassium salt deposit, Petrikov mining administration, clay-marl strata, groundwater and pore water, brines, water-protective strata.

КАРОТКІЯ ПАВЕДАМЛЕННИ

УДК 550.42(575.1)

ГЕОХИМИЯ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ ДЖАНГАКЛЫ (МАЛЬГУЗАРСКИЕ ГОРЫ, УЗБЕКИСТАН)

М. М. Мирхамдамов, М. М. Пирназаров, С. К. Мухаммедов

ГУ «Институт минеральных ресурсов» Университет геологических наук
ул. Олимлар, 64а, 100164, Ташкент, Узбекистан
E-mail: gguimr@mail.ru, gpniimr@exat.uz

Работа посвящена геохимическим исследованиям комплексного оруденения рудопроявления Джангаклы, расположенного в горах Мальгузар. В ходе проведенных исследований было уточнено, что рудопроявление приурочено к зоне Зирабулакского сброса. Песчано-сланцевые отложения смяты в мелкие узкие складки субширотного простирания, осложненные рядом крутопадающих разрывов северо-западного простирания. Вследствие этого образовались протяженные зоны смятия и дробления пород. Зоны сопровождаются метасоматическими преобразованиями пород, сериями кварцевых прожилков и линз.

Ключевые слова: сбросы, оруденение, золото, сульфидная минерализация, Узбекистан.

ВВЕДЕНИЕ

Рудопроявление Джангаклы расположено в отрогах Южного Тянь-Шаня в пределах северных склонов Мальгузарских гор. Район характеризуется сильно расчлененным рельефом среднего высокогорья с абсолютными высотными отметками от 1400 до 2217 м. Относительные превышения водоразделов над тальвегами ручьев достигают 450–500 м. Основными водными артериями в районе являются ручьи Етикичу и Урюклы. Постоянный водоток имеется только в нижнем течении указанных ручьев, все их притоки, в том числе и крупные, практически безводные. Долины основных ручьев глубокие, с характерным V-образным поперечным профилем. Склоны долин изрезаны многочисленными саями, крутизна которых находится в прямой зависимости от состава слагающих их пород.

С 1958 по 1991 г. Мальгузар были объектом многочисленных обобщений по рудоносности Западного Узбекистана. Поисковые и оценочные работы на золото выполнены в 1974–1994 гг. К настоящему времени горы Мальгузар полностью охвачены государственной геологической съемкой (1962–1973 гг.), геохимическими и геофизическими исследованиями масштаба 1:50 000 (1956–2002 гг.), ГДП-100 (Геологическое доизучение площадей 1979–1984 гг.) [1; 5].

МЕТОДИКА

Полевые исследования включали в себя геологические маршруты с отбором точечных геохимических проб по нерегулярной сети, составление литологических, минералогических и структур-

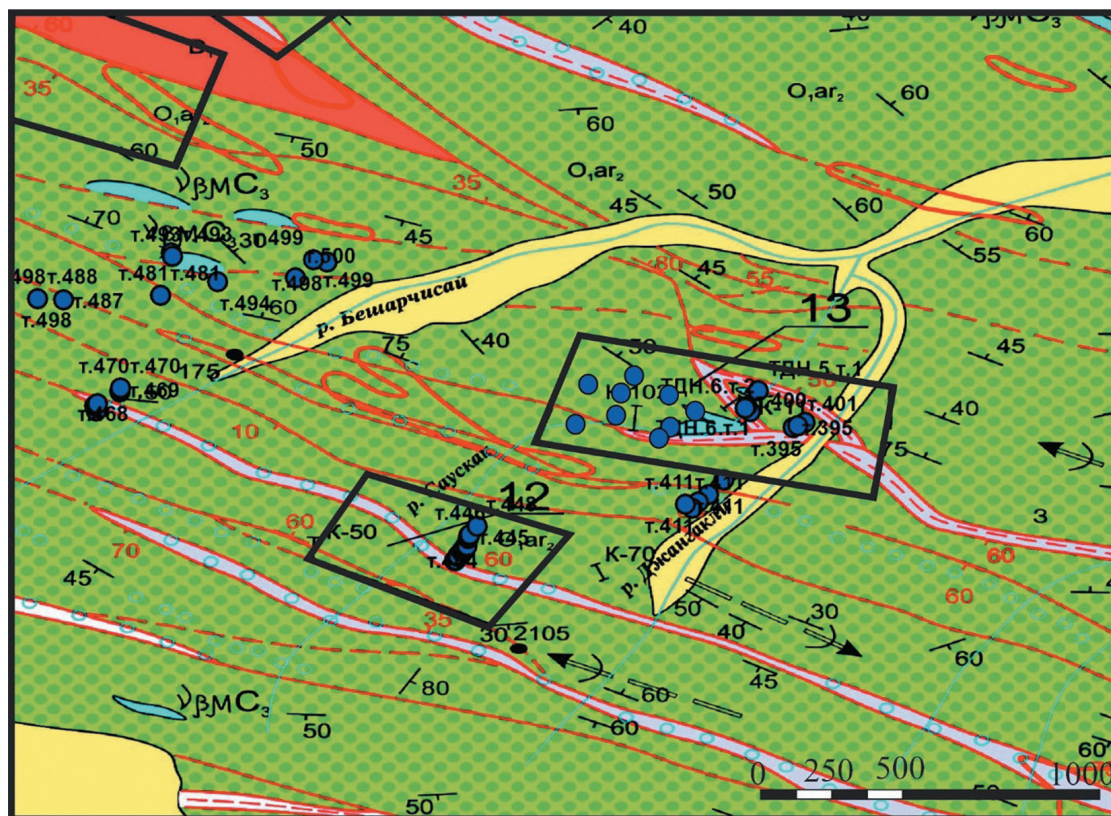
ных разрезов. Отобранные пробы были проанализированы спектральным полуколичественным анализом в лаборатории Института Минеральных Ресурсов. Итоговые результаты были обработаны с применением программного обеспечения Surfer и Statistika [2].

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ

Рудопроявление Джангаклы расположено на левом борту одноименного сая и приурочено к алевролитам, песчаникам и сланцам кварц-слюдистого состава (O_1ar_2). Значительная часть участка перекрыта четвертичными отложениями (рис. 1).

В тектоническом плане проявление расположено в пределах Зарафшана-Туркестанской структурно-формационной зоны складчатой системы Южного Тянь-Шаня. Складчатая структура зоны возникла в раннем палеозое на месте глубокого прогиба ранних этапов развития геосинклинальной системы Южного Тянь-Шаня. Формирование зоны завершилось в позднем палеозое в герцинский этап тектогенеза. В альпийский этап описываемая зона периодически испытывала лишь незначительные погружения, что обусловило накопление маломощных палеогеновых (за пределами площади) и неогеновых отложений [3; 4].

Площадь рудопроявления имеет двухъярусное строение: складчатый фундамент и осадочный покров. Фундамент площади сложен значительными по мощности метаморфическими образованиями палеозоя.



Условные обозначения



Рисунок 1 – Карта фактического материала площади исследований:

1 – четвертичные отложения нерасчлененные: суглинки, конгломераты; 2 – верхняя часть: известняки, доломиты; 3 – средняя часть: песчаники, сланцы; 4 – нижняя часть: сланцы, известняки, песчаники; 5 – разрывные нарушения: а – достоверные, б – предполагаемые; 6 – оси антиклинальных (а) и синклинальных (б) складок и погружение (воздымание) шарнира; 7 – поисковые участки и их номера: 12 – Сауслан, 13 – Джангаклы; 8 – точки апробации; 9 – верхнекаменноугольный интрузивный комплекс: диабазы, габбро-диабазы, диабазовые порфириды

Рудопроявление приурочено к зоне Зирабулакского сброса. Песчано-сланцевые отложения смяты в мелкие узкие складки субширотного простирания, осложненные рядом крутопадающих разрывов северо-западного простирания. Вследствие этого образовались протяженные зоны смятия и дробления пород. Зоны сопровождаются метасоматическими преобразованиями пород, сериями кварцевых прожилков и линз. Проявлены аргиллитизация, серицитизация и каолинизация на фоне общей лимонитизации и гематитизации пород. Мощность зон метасоматоза колеблется от 5–10 до 30–40 м. В зонах метасоматоза пород распространена кварц-сульфидная минерализация, представленная пиритом и его минеральной ассоциацией.

Результаты геохимических исследований. Для выявления парагенетических ассоциаций элемен-

тов по результатам лабораторных анализов рассчитан коэффициент корреляции. Ниже приведена матрица коэффициентов парной корреляции (табл. 1).

Сравнение средних содержаний элементов показывает, что проявление характеризуется повышенными содержаниями мышьяка, вольфрама и сурьмы. Повышенные концентрации серебра, ванадия, молибдена, меди, цинка, кобальта и никеля связаны с мощными зонами графитизации и дробления пород с линзами кремней (рис. 2–4).

Содержания хрома незначительно возрастают в зонах дробления и графитизации. Такие элементы, как олово, бериллий, кадмий, сурьма и вольфрам, либо совсем отсутствуют, либо присутствуют на пределе чувствительности анализа.

Таблица 1 – Коэффициенты корреляции рудогенных элементов рудопроявления Джангаклы (по данным спектрального полуколичественного анализа)

хим. элемент	Au	Ag	Cu	Pb	As	Cd	Sb	Ge	Ga	Mo	W	Be	Li	Ni	Co	Cr	V	Ti	Mn	Ba
Au	1																			
Ag	0,30	1,00																		
Cu	-0,08	0,65	1,00																	
Pb	0,30	1,00	0,65	1,00																
As	0,68	-0,01	-0,13	-0,01	1,00															
Cd	-0,28	-0,20	-0,19	-0,20	-0,13	1,00														
Sb	0,00	-0,02	-0,11	-0,02	0,20	-0,10	1,00													
Ge	0,20	0,02	0,11	0,02	0,25	-0,24	0,21	1,00												
Ga	0,01	-0,23	-0,38	-0,23	0,11	-0,21	0,07	-0,08	1,00											
Mo	0,17	0,49	0,52	0,49	-0,02	-0,15	-0,15	0,33	-0,28	1,00										
W	0,26	0,07	0,00	0,07	0,51	-0,30	0,35	0,32	0,35	-0,01	1,00									
Be	0,19	0,39	0,32	0,39	0,02	-0,02	-0,13	0,40	-0,20	0,89	0,04	1,00								
Li	-0,07	0,21	0,51	0,21	-0,11	-0,10	-0,08	0,05	-0,17	-0,12	-0,26	-0,09	1,00							
Ni	0,19	0,25	-0,01	0,25	-0,09	0,29	-0,10	0,23	-0,21	0,56	-0,36	0,72	-0,05	1,00						
Co	-0,27	-0,14	0,05	-0,14	-0,19	0,71	-0,13	-0,20	-0,26	-0,12	-0,36	0,07	0,15	0,39	1,00					
Cr	0,07	0,35	0,54	0,35	0,02	-0,36	0,04	0,35	-0,04	0,60	0,51	0,57	-0,05	0,00	-0,26	1,00				
V	-0,04	0,49	0,74	0,49	-0,05	-0,11	-0,17	0,11	-0,35	0,78	0,05	0,66	0,09	0,21	0,66	0,66	1,00			
Ti	-0,28	-0,17	0,27	-0,17	-0,02	0,14	0,10	0,07	0,23	-0,16	0,09	0,04	0,59	-0,02	0,51	0,16	0,15	1,00		
Mn	-0,25	-0,27	-0,14	-0,27	-0,20	0,80	-0,14	-0,32	-0,31	-0,25	-0,48	-0,11	0,03	0,30	0,91	-0,44	-0,11	0,29	1,00	
Ba	0,19	0,03	0,12	0,03	0,34	0,47	-0,39	0,01	-0,14	0,13	0,07	0,10	-0,12	0,01	0,16	0,16	0,22	-0,07	0,21	1,00

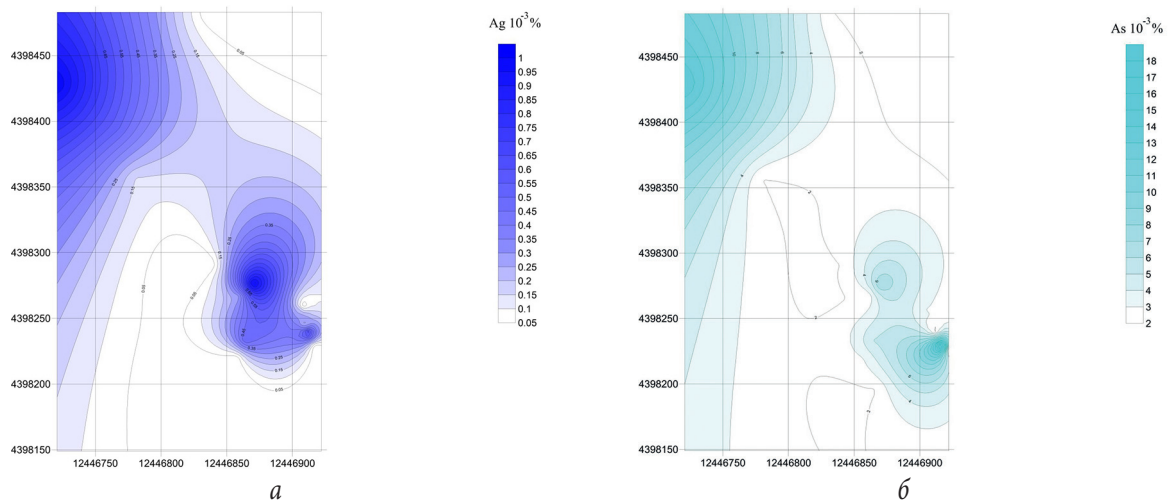


Рисунок 2 – Первичные геохимические ореолы рудопроявления Джангаклы на Ag (а), As (б) (по результатам спектрального полуколичественного анализа)

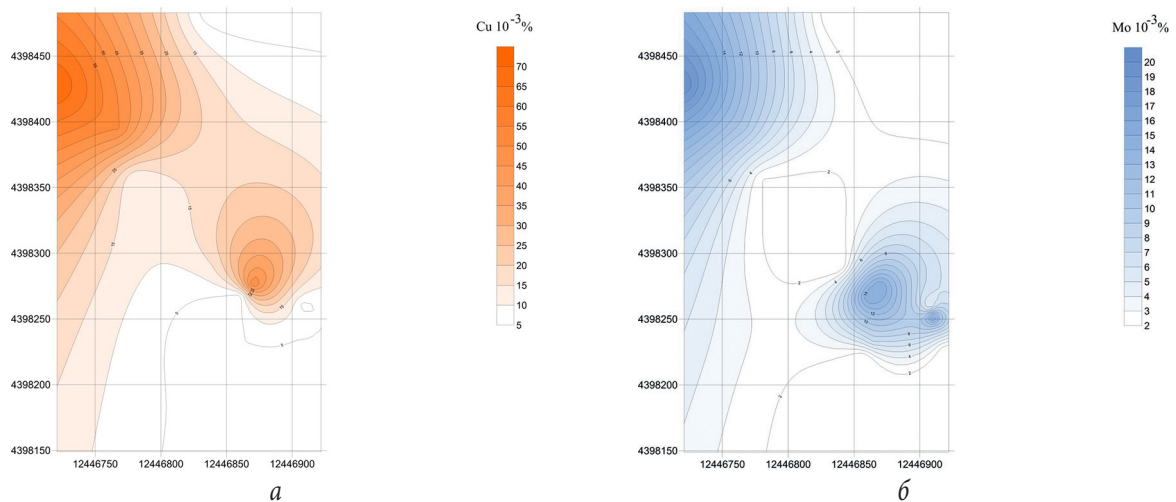


Рисунок 3 – Первичные геохимические ореолы рудопроявления Джангаклы на Cu (а), Mo (б) (по результатам спектрального полуколичественного анализа)

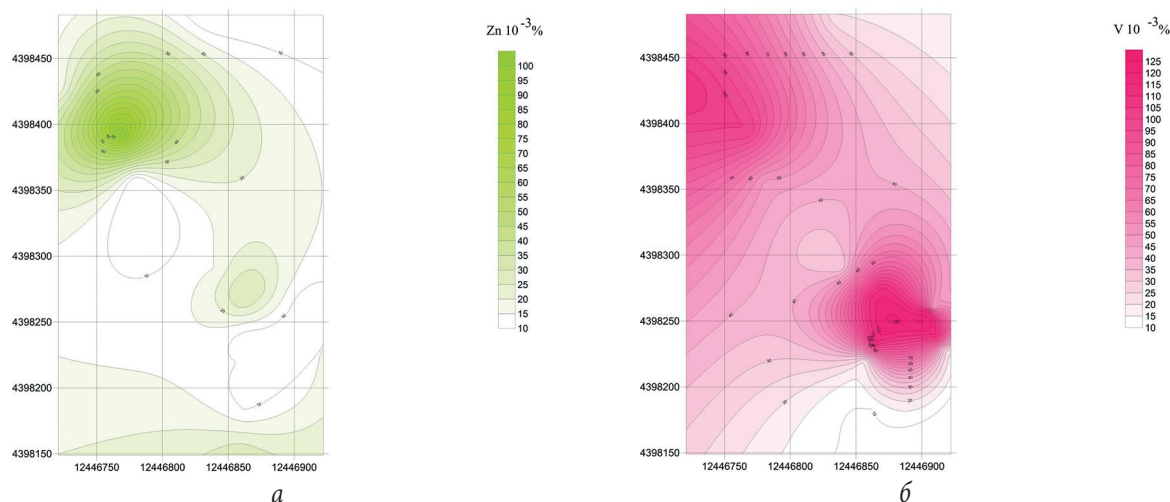


Рисунок 4 – Первичные геохимические ореолы рудопроявления Джангаклы на Zn (а), V (б) (по результатам спектрального полуколичественного анализа)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для мощных зон дробления и графитизации пород сбросо-надвигового типа характерна ассоциация Cu–Zn–Mo–V–Ag–Co–Ni–Cr с незначительными отклонениями по разрезам. Эти же зоны характеризуются повышенной радиоактив-

ностью. Набор элементов ассоциации характерен для месторождений никель-кобальт-золото (серебро)-висмут-урановой формации. Рудопроявление Джангаклы можно рекомендовать для проведения дальнейших работ на комплексное оруденение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуазимова, З. М. Развитие региональной геологии – обязательное условие для инновационного обеспечения прогнозно-поисковых исследований в Узбекистане / З. М. Абдуазимова, Р. Х. Миркамалов, Р. С. Хан // Узгеоинновация-2010 : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ташкент, 2010. – С. 13–14.
2. Геохимические исследования золотого и другого оруденения перспективной площади Кумбосган (горы Ауминзатау) / М. М. Мирхамдамов [и др.] // Актуальные проблемы геологии Западного Тянь-Шаня : материалы Респ. науч. конф., посвящ. памяти акад. Далимова Турабека Нугмановича, Ташкент, 25 окт. 2023 г. / Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека ; ред.: Х. Д. Ишбаев, И. Н. Ганиев. – Ташкент : НУУз, 2023. – С. 72–76.
3. Пирназаров, М. М. Особенности размещения и зональность минеральных типов золоторудных месторождений Кураминской подзоны / М. М. Пирназаров // Геология и минеральные ресурсы. – Ташкент, 2021. – № 1. – С. 19–22.
4. Рудные месторождения Узбекистана / под ред. Н. А. Ахмедова. – Ташкент : ГИДРОИНГЕО, 2001. – 661 с.
5. Турамурастов, И. Б. Состояние геолого-геохимической изученности территории Узбекистана и перспективы применения геохимических методов при прогнозировании эндогенного оруденения / И. Б. Турамурастов, М. М. Пирназаров // Узгеоинновация-2010 : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ташкент, 2010. – С. 5–10.

Артыкул паступіў у рэдакцыю 29.03.2024

Рэцэнзент А. Ф. Кузьмянкова

ГЕАХІМІЯ РУДАПРЯЯЎЛЕННЯ ДЖАНГАКЛЫ (МАЛЬГУЗАРСКІЯ ГОРЫ, УЗБЕКІСТАН)

М. М. Мірхамдамаў, М. М. Пірназараў, С. К. Мухамедаў

ДУ «Інстытут мінеральных рэсурсаў» Універсітэт геалагічных навук
вул. Алімлар, 64а, 100164, Ташкент, Узбекістан
E-mail: gguimr@mail.ru, gpniimr@exat.uz

Артыкул прысвечаны геахімічным даследаванням комплекснага арудзянення рудапраяўлення Джангалы, размешчанага ў гарах Мальгузар. У ходзе праведзеных даследаванняў было ўдакладнена, што рудапраяўленне прымеркавана да зоны Зірабулакскага скіду. Пяшчана-сланцавыя адклады змятыя ў дробныя вузкія складкі субшыротнага распасцірання, ускладненыя шэрагам разрываў паўночна-заходняга распасцірання з крутым падзеннем. З прычыны гэтага ўтварыліся працяглыя зоны змяцця і драбнення парод. Зоны суправяждаюцца метасаматычнымі пераўтварэннямі парод, серыямі кварцавых пражылкаў і лінзаў.

Ключавыя словы: скіды, арудзяненне, золата, сульфідная мінералізацыя, Узбекістан.

GEOCHEMICAL STUDIES OF GOLD AND OTHER MINERALIZATION OF THE JANGAKLY ORE OCCURRENCE OF MOUNT MALGUZAR

M. Mirkhamdamov, M. Pirnazarov, S. Muhammedov

State Institution "Institute of Mineral Resources" University of Geological Sciences
64a Olimlar St, 100164, Tashkent, Uzbekistan
E-mail: gguimr@mail.ru, gpniimr@exat.uz

The work is devoted to geochemical studies of complex mineralization of the Jangakly ore occurrence, located in the Malguzar Mountains. In the course of the research, it was clarified that the ore occurrence is confined to the Zirabulak fault zone. Sandy-shale deposits are folded into small narrow folds of sublatitudinal strike, complicated by a number of steeply dipping faults of northwestern strike. As a result, extended zones of crumpling and crushing of rocks were formed. The zones are accompanied by metasomatic transformations of rocks, series of quartz veinlets and lenses.

Keywords: faults, mineralization, gold, sulfide mineralization, Uzbekistan.

ГАЛИНА ВЛАДИМИРОВНА ЗИНОВЕНКО (К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)



Галина Владимировна Зинovenко – доктор геолого-минералогических наук, лауреат Государственной премии БССР.

Галина Владимировна родилась 18 августа 1934 г. в г. Червене Минской области Беларуси. В 1951 г. поступила в Белорусский государственный университет имени В. И. Ленина на геологическое отделение геолого-географического факультета. В это время для чтения лекций студентам были приглашены выдающиеся ученые из Ленинграда и Москвы: профессора А. В. Фурсенко, Н. И. Наковник, М. М. Цапенко и др. Учебные практики Галины Владимировны проходили на Главном Девонском поле, Южном Урале, в Полтавской области, Коми АССР. Трудолюбие, способности и фундаментальная теоретическая подготовка, подкрепленная практическими навыками, полученными в процессе полевых практик, заложили фундамент для становления Галины Владимировны в дальнейшем выдающимся геологом.

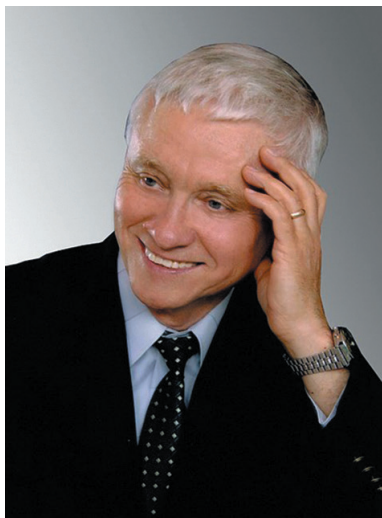
После окончания университета с отличием Галина Владимировна Зинovenко вместе со своим мужем Александром Дмитриевичем Семенюком, тоже замечательным геологом-съемщиком, работала с 1957 по 1961 г. в Государственном объединении по поискам нефти (геологическое предприятие «Север», г. Пила, Познаньская область, Польша) в должности инженера-геолога. В 1961 г., вернувшись вместе с мужем и дочерью Алиной из Польши, Г. В. Зинovenко поступила на работу в Институт геологических наук АН БССР в качестве младшего научного сотрудника отдела нефти и газа. В отделе под руководством З. А. Горелика Галина Владимировна занималась оценкой перспектив нефтегазоносности отдельных площадей Припятского прогиба, подсчетом прогнозных запасов нефти и газа, вопросами нефтегеологического районирования территории Беларуси. В 1965–1968 гг. за время обучения в очной аспирантуре была подготовлена и защищена в 1969 г. кандидатская диссертация на тему «Перспективы нефтегазоносности Подляско-Брестской впадины на территории БССР и в смежных районах». В это же время Г. В. Зинovenко работала в секторе опорного бурения Белорусского научно-исследовательского геологоразведочного института (БелНИГРИ), который возглавлял кандидат геолого-минералогических наук А. М. Синичка. После окончания аспирантуры работы были продолжены в отделе нефти и газа БелНИГРИ (руководитель кандидат геолого-минералогических наук С. П. Микуцкий). В 1969–1973 гг. Г. В. Зинovenко участвовала в составлении литолого-палеогеографических и палеотектонических карт территории Беларуси, в проведении тектонического районирования и классификации структур с целью оценки перспектив нефтегазоносности. С 1973 г. Г. В. Зинovenко работала в Академии наук БССР старшим научным сотрудником отдела общей и региональной тектоники (с 1977 г. – лаборатория геотектоники) Института геохимии и геофизики АН БССР под руководством академика Р. Г. Гарецкого. В 1978 г. за создание Тектонической карты Белоруссии и монографии «Тектоника Белоруссии» Г. В. Зинovenко вместе с группой ученых и геологов-практиков удостоена Государственной премии БССР. Основной темой исследований Г. В. Зинovenко в лаборатории геотектоники являлись тектоника западной окраины Восточно-Европейской платформы и прилегающей территории Среднеевропейской плиты, а также стратиграфия отложений платформенного чехла Беларуси. В 1986 г. опубликована монография Г. В. Зинovenко «Балтийско-Приднестровская зона перикратонных опусканий», которая была защищена в Московском геологоразведочном институте в 1989 г. в качестве докторской диссертации по специальности «геотектоника». Галина Владимировна является автором многочисленных монографий по тектонике и геологическому строению Беларуси и юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы, стратиграфических схем кембрийских, ордовикских и силурийских отложений территории Беларуси. Принимала участие в выполнении международных проектов «Европроба», № 86 «Восточно-Европейская платформа (юго-западный край)». Также Галина Владимировна занималась педагогической деятельностью, передавая свой опыт студентам БГУ, разработав и читая курс лекций «Геология Беларуси и стран Европы».

Г. В. Зинovenко является автором более 180 работ, опубликованных в Беларуси, России, Украине, Германии, Польше и др.

Коллеги, друзья и ученики сердечно поздравляют Галину Владимировну с юбилеем и желают ей здоровья и оптимизма!

Р. Г. Гарецкий, В. И. Толстошеев, Т. В. Воскобойникова, редколлегия

АНАТОЛИЙ ВИКТОРОВИЧ КУДЕЛЬСКИЙ (К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)



16 сентября 2024 г. исполнилось 90 лет лауреату Государственной премии Республики Беларусь, доктору геолого-минералогических наук, профессору, члену-корреспонденту Национальной академии наук Беларуси Анатолию Викторовичу Кудельскому – крупнейшему белорусскому гидрогеологу, специалисту в области региональной и нефтегазовой гидрогеологии, геохимии пресных и минеральных подземных вод, геоэкологии и радиоэкологии.

В 1958 г. А. В. Кудельский окончил Днепропетровский горный институт по специальности «горный инженер-гидрогеолог». В течение 10 лет работал в Туркменистане, в Южно-Каракумской геологической экспедиции, где занимался изучением подземных вод горно-складчатой системы Копет-Дага и пустынных районов Кара-Кумов по программам гидрогеологических съемок масштаба 1:200 000 и 1:100 000. В эти годы он участвовал в разведке крупных месторождений пресных подземных вод в межгорных долинах рек Сумбар, Чандыр и Аджи-Дере, оценке перспектив нефтегазоносности Западного Копет-Дага. Им были открыты уникаль-

ные, не имеющие мировых аналогов слабоминерализованные подземные воды с высочайшими (до 460 мг/л) концентрациями йода, промышленная эксплуатация которых в настоящее время обеспечивает более половины всей добычи кристаллического йода в Туркменистане. Составленные лично им гидрогеологические карты Западного Копет-Дага сыграли важную роль в изучении и экономическом развитии этого региона.

В 1966 г. А. В. Кудельский в Московском геологоразведочном институте защитил кандидатскую диссертацию «Гидрогеология Западного Копет-Дага», выполненную под руководством крупного гидрогеолога в области изучения минеральных вод – профессора А. М. Овчинникова.

С 1968 г. научная и научно-практическая деятельность А. В. Кудельского неразрывно связана с Беларусью, куда он переехал по приглашению академиков Г. В. Богомолова и К. И. Лукашева. Здесь, сначала в Лаборатории геохимических проблем АН БССР, а с 1971 г. в должности ученого секретаря созданного Института геохимии и геофизики АН БССР (ИГиГ АН БССР) он активно занимался изучением региональной гидрогеологии Беларуси, геохимии и динамики пресных и минеральных подземных вод, а также промышленных рассолов Припятского нефтегазоносного бассейна. В 1974 г. А. В. Кудельский возглавил лабораторию геохимии и гидрогеохимии нефтегазоносных формаций ИГиГ АН БССР, а в 1977 г. в Ленинградском горном институте защитил докторскую диссертацию «Основные закономерности формирования и распространения йодных вод».

В 1974 г. А. В. Кудельский совместно с К. И. Лукашевым опубликовал монографию «Образование и миграция нефти (термобарические аспекты)», материалы которой составили новое направление в теории нефтегазообразования. Выполненный в этой работе гидрогеологический анализ осадочных бассейнов мира показал отсутствие глубинных трансбассейновых перемещений подземных вод и определил в качестве единственно возможного механизма формирования месторождений нефти и газа перенос углеводородов в составе суб- и надкритических геофлюидов при температурах, превышающих 200–250 °С. Эта монография положила начало серии работ А. В. Кудельского, посвященных нефтегазовой гидрогеологии. К числу важнейших из них относятся монографии «Газовый режим Припятского прогиба» (соавтор В. М. Бурак, 1982); «Гидрогеология и рассолы Припятского нефтегазоносного бассейна» (соавторы В. М. Шиманович и А. А. Махнач, 1985); «Геофлюидодинамика и нефтегазообразование» (соавторы Р. Г. Гарецкий и Р. Е. Айзберг, 1997).

В 2004 г. А. В. Кудельский вместе с группой белорусских ученых (Р. Г. Гарецкий, Р. Е. Айзберг и др.) был удостоен межакадемической премии имени академика В. Н. Коптюга Национальной академии наук Беларуси и Сибирского отделения Российской академии наук за работу «Проблемы нефтегазоносности верхнепротерозойских и палеозойских комплексов Беларуси и Сибири».

Одним из важнейших направлений в исследованиях, проводившихся А. В. Кудельским, являлось изучение минеральных подземных вод. Результаты этих исследований были обобщены в монографиях «Минеральные воды юго-восточной Беларуси» (соавтор Г. А. Сербин, 1990); «Минеральные воды Беларуси»

(соавтор М. Г. Ясовеев, 1994). За исследования по этому направлению А. В. Кудельскому в составе коллектива авторов в 1998 г. была присуждена Государственная премия Республики Беларусь.

Более полные характеристики региональной гидрогеологии Беларуси, геохимии пресных и минеральных подземных вод были приведены в многочисленных статьях и монографиях А. В. Кудельского, в том числе в таких, как «Подземные воды Беларуси» (соавторы В. И. Пашкевич и М. Г. Ясовеев, 1998); «Региональная гидрогеология и геохимия подземных вод Беларуси» (соавтор В. И. Пашкевич, 2014); «Гидрогеология и минеральные воды Беларуси» (2017); «Подземные воды Оршанской впадины» (2019).

В 2010 г. А. В. Кудельский за разработку теории региональной гидрогеологии, формирования и практического исследования подземных вод хозяйственно-питьевого назначения и минеральных вод был награжден Почетной грамотой Совета Министров Республики Беларусь.

С первых дней катастрофы на Чернобыльской АЭС А. В. Кудельский и сотрудники возглавляемой им Лаборатории гидрогеологии (В. П. Васильев, А. А. Петрович, В. И. Пашкевич и др.) активно включились в решение проблем радиоэкологии, миграции радионуклидов и радиоэкологического состояния поверхностных подземных вод загрязненных территорий юго-восточной Беларуси. А. В. Кудельский активно сотрудничал с учеными Великобритании, Италии, Германии, Португалии, Нидерландов, Франции, Украины и России, являясь научным руководителем и координатором белорусской части международных проектов, касающихся миграции и моделирования поведения радионуклидов в почвенном субстрате и в водных экосистемах. В 1996–2002 гг. впервые в мировой радиоэкологической практике был поставлен и успешно реализован натурный эксперимент по искусственной деконтаминации озерной рыбы методом внесения хлористого калия в водоем с высоким уровнем радиоцезиевого загрязнения (оз. Святое в Костюковичском районе). Результаты радиоэкологических исследований, опубликованные в отечественных и зарубежных изданиях, в том числе в монографии «Chernobyl: Catastrophe and Consequences» (J. Smith, N. Beresford, A. Kudelsky et. al., 2005), сыграли важную роль в объективной оценке радиационного состояния природных вод на загрязненных землях Беларуси.

В период 1993–1997 гг. А. В. Кудельский представлял Беларусь в разработках по международному проекту Pilot-study NATO/NASS/CCMS «Cross-border Environmental problems emanating from defence-related installation and activities» и участвовал в международных совещаниях по проблеме экологических разрушений от военной деятельности, которые проводились в Германии (Мюнстер, 1993), Турции (Стамбул, 1994), Франции (Шербург, 1994), Италии (Рим, 1996), Исландии (Рейкьявик, 1996), Великобритании (Гринвич, 1997), Польше (Варшава, 1997).

В 2009–2018 гг. под руководством А. В. Кудельского в рамках Государственной программы «Научное сопровождение развития атомной энергетики в Республике Беларусь на 2009–2010 годы и на период до 2020 года» были выполнены гидрогеологические исследования в районе строительства Белорусской АЭС. Результаты этих исследований были опубликованы в монографии «Подземные воды Островецкого региона Беларуси» (А. В. Кудельский и др., 2012). Впервые в ней были детально охарактеризованы водоносные горизонты, составляющие подземную гидросферу района, установлены базовые гидродинамические и гидрогеохимические характеристики водоносных горизонтов, необходимые для параметризации гидрогеологической модели района расположения ядерно-энергетического комплекса Беларуси.

А. В. Кудельского отличает необыкновенная широта научных интересов: от рассмотрения последствий мелиоративного строительства в крупном регионе (монография «Гидрогеологическая экспертиза широкомасштабных осушительных мелиораций Белорусского Полесья», А. В. Кудельский с соавторами, 1993) до оценки геоэкологического состояния крупнейших морских бассейнов (статья «Общемировые геоэкологические проблемы: бассейн Черного моря», Геоэкология, 2010, № 5). В связи с широким международным интересом к этой проблеме последняя статья была опубликована и в англоязычной версии (Water Resources, 2011, vol. 38, № 7, pp. 645–654). В монографии «История воды» (2017) А. В. Кудельский рассмотрел геологическую историю воды на планете Земля в ходе ее эволюции в структурно-геологических пределах территории Беларуси. В этой работе он развил теорию космического происхождения воды, основной источник которой при формировании Солнечной системы локализовался изначально в протопланетном веществе, а затем составил неотъемлемую часть и земного вещества.

Исследовательскую работу А. В. Кудельский всегда тесно связывал с научно-организационной деятельностью. На протяжении многих лет он представлял белорусскую гидрогеологию в Международной ассоциации гидрогеологов, а также в Научных советах АН СССР по инженерной геологии и гидрогеологии, по геологии и геохимии нефти, по геотермическим исследованиям. В 1991–1993 гг. он принимал активное участие в создании и научном профилировании Белорусского научно-исследовательского центра

«Экология» (БелНИЦ «Экология»), является членом редколлегии журналов «Літасфера», «Известия НАН Беларуси, сер. хим. наук», «Oil Shale» (Эстония) и др.

Много внимания А. В. Кудельский постоянно уделяет развитию белорусской гидрогеологии, подготовке специалистов-гидрогеологов и научных кадров. На протяжении ряда лет он читал лекции в Гомельском и Белорусском государственных университетах, в Белорусском национальном техническом университете и других учреждениях высшего образования. Им подготовлено 11 кандидатов наук. Неизменно благожелательную и активную позицию он занимает при подготовке коллегами докторских и кандидатских диссертаций. А. В. Кудельский – автор (и соавтор) 25 монографий и более 530 научных статей, множества брошюр и экспертных заключений.

Еще одной блестящей гранью таланта А. В. Кудельского является его талант популяризатора научных знаний. Его научно-популярные книги «Новеллы о воде» (1973), «Рассказы о воде: белорусские криницы» (1981), «Вода жизни нашей» (1992) завоевали признание широкой аудитории читателей.

Анатолий Викторович пользуется огромным уважением и авторитетом друзей и коллег как в нашей стране, так и далеко за ее пределами. Его отличает большая эрудиция, увлеченность наукой и широта мышления. Он обладает и замечательными человеческими качествами – это оптимизм и прекрасное чувство юмора, доброжелательность и внимание к коллегам, постоянная готовность поддерживать новые идеи и преданных этим идеям ученых. Всех, кто знает Анатолия Викторовича, восхищает его мужественная жизнестойкость. Коллеги и друзья искренне поздравляют Анатолия Викторовича с замечательным юбилеем и желают ему здоровья и успехов!

*С. А. Лысенко, Р. Г. Гарецкий, А. В. Матвеев,
А. А. Махнач, В. Г. Жогло, В. С. Хомич, Я. Г. Грибик,
Г. А. Камышенко, В. И. Пашкевич, В. М. Шиманович*

**ИВАН АФАНАСЬЕВИЧ СЛОБОДЯНЮК
(К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)**

16 октября 2024 г. исполнилось 90 лет со дня рождения бывшего заместителя директора Белорусского научно-исследовательского геологоразведочного института, кандидата геолого-минералогических наук Ивана Афанасьевича Слободянюка.

И. А. Слободянюк родился в 1934 г. в с. Грушка Могилёво-Подольского района Винницкой области (Украина). В 1958 г., после окончания геологоразведочного факультета Львовского политехнического института, его направили на работу в г. Мозырь в партию электрокароотажа «Белглавгеология». Свою работу он начал инженером-оператором и интерпретатором работ этой партии. Он организовал партию по изучению физических качеств нефтеперспективных пород. Результаты этих исследований в дальнейшем способствовали объективной интерпретации геофизических исследований скважин. Иван Афанасьевич продолжил это направление исследований и стал известным специалистом в области определения параметров нефтяных пластов по геофизическим данным. При его участии были обоснованы параметры и выполнена оценка

запасов нефти первых крупнейших месторождений Беларуси, в том числе Речицкого, Осташковичского, Давыдовского и Вишанского, и ряда запасов залежей нефти Западной Сибири. В течение нескольких лет он был экспертом Государственной комиссии по запасам (РКЗ СССР). Богатый опыт, полученный на производствах Беларуси, был успешно использован в зарубежной командировке в Народную Республику Афганистан (1982–1985), где работал техническим руководителем группы обобщения геолого-геофизических материалов.

Научные интересы Ивана Афанасьевича широки: петрофизика, промышленная геофизика, стратиграфия, палеогеоморфология, прогноз нефтеносности. Опубликовал более 70 научных работ. В 1974 г. И. А. Слободянюк успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему «Карбонатные породы-коллекторы подсолевых девонских отложений Припятского прогиба», по результатам которой ему присуждена ученая степень кандидата геолого-минералогических наук. С 1985 г. Иван Афанасьевич работал в БелНИГРИ сначала начальником нефтегазового сектора, с 1991 г. возглавлял отдел нефти, а с 2003 по 2007 г. был заместителем директора БелНИГРИ.

Разработки последнего периода научного обоснования перспектив добычи нефти на основе открытых природных залежей центральной и южной частей Припятского бассейна приобретают особую актуальность в период освоения месторождений нетрадиционного углеводородного сырья, а также в настоящий период в связи с расширением объемов поисковых работ в южной части Беларуси и оценкой перспектив других регионов Беларуси.

С декабря 2007 г. Иван Афанасьевич вышел на пенсию и является консультантом по проблемам подсчета запасов и оценке ресурсов углеводородов по проектам на Республиканской комиссии по запасам полезных ископаемых Беларуси.

Друзья и коллеги поздравляют Ивана Афанасьевича с юбилеем, желают ему здоровья, семейного благополучия и всего наилучшего.

*Я. Г. Грибик, Р. Г. Гарецкий, А. А. Махнач,
В. Н. Бескопильный, Б. Р. Кусов,
В. А. Карпов, Е. Ф. Никуленко, В. Г. Жоголо*

ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ МАКАРЕВИЧ (К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)



7 декабря 2024 г. исполняется 90 лет со дня рождения и 66 лет трудовой деятельности главного научного сотрудника Всероссийского нефтяного научно-исследовательского и геологоразведочного института, доктора геолого-минералогических наук, профессора, академика РАЕН, лауреата Государственной премии БССР, заслуженного геолога РФ Владимира Николаевича Макаревича.

В. Н. Макаревич родился в д. Крупец Гомельской области (Беларусь). В 1958 г. окончил Белорусский государственный университет по специальности «геология и разведка полезных ископаемых». Работал геологом, старшим геологом Белорусского управления глубокого бурения, старшим геологом Геофизической экспедиции Управления геологии БССР, главным геологом и руководителем Комплексной тематической партии объединения «Белоруснефть», начальником отдела геологии и геофизики БелНИГР И. В 1975–1977 гг. Владимир Николаевич был главным инженером группы советских специалистов в Алжире, проводившей научное обоснование геологоразведочных работ на нефть и газ на территории алжирской Сахары. В 1985–1988 гг. он возглавлял группу советских специалистов в Республике Бангладеш.

В 1978 г. Владимир Николаевич плодотворно работал во Всесоюзном (ныне Всероссийском) нефтяном научно-исследовательском и геологоразведочном институте сначала старшим научным сотрудником, затем заведующим сектором, заведующим отделом прогнозирования нефтеносности северо-западных территорий. С сентября 1998 г. – главный научный сотрудник этого института.

Владимир Николаевич Макаревич за свою карьеру решил ряд важных научных вопросов в области тектоники и нефтегазоносности. Кандидатская диссертация (1968) была посвящена изучению тектоники и перспективам нефтеносности восточной части Припятского бассейна в связи с добычей нефти и газа, а докторская (1996) – тектоно-геодинамическим закономерностям платформенных структур Восточно-Европейской платформы. Он является руководителем и ответственным исполнителем исследований нефтяного потенциала Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, Балтийского нефтеносного региона и других территорий. Результаты этих исследований стали основой для разработки приоритетных направлений геологоразведки нефти и газа, что привело к открытию ряда крупных месторождений углеводородов. За составление Тектонической карты Беларуси вместе с коллективом ученых удостоен Государственной премии БССР (1978).

Владимир Николаевич очень активно участвовал в современных исследованиях с известными зарубежными и российскими нефтяными компаниями, продолжает сотрудничать с геологами-нефтяниками Беларуси. В последние годы он занимался вопросами геологии и нефтеносности докембрия Восточно-Европейской платформы, методологией и практикой геолого-экономической оценки краевых систем древних платформ, осуществлял научное руководство научно-исследовательскими работами по оценке перспектив нефтегазоносности и геолого-экономической оценке крупных территорий (Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, включая шельф Печорского моря, Мезенской синеклизы, Балтийской нефтеносной области и др.). Опубликовал более 170 работ, в том числе 15 монографий.

В настоящий период Владимир Николаевич продолжает научное сотрудничество по разработке отдельных проектов работ по поискам углеводородов в Тимано-Печорской провинции, Калининградской области, консультирует и представляет рекомендации по геологоразведочным работам на углеводороды в Беларуси.

Коллеги и друзья желают ему здоровья, сохранения энергии и творческого духа в деле укрепления дружбы и сотрудничества геологов России и Беларуси.

*Р. Г. Гарецкий, Я. Г. Грибик, А. А. Махнач,
В. Н. Бескопильный, А. В. Кудельский, Б. Р. Кусов, В. А. Карпов*

МАРЫЯ ПЯТРОЎНА АНОШКА (ДА 80-ГОДДЗЯ З ДНЯ НАРАДЖЭННЯ)



14 жніўня 2024 г. споўнілася 80 гадоў з дня нараджэння і 58 гадоў працоўнай дзейнасці доктара геолога-мінералагічных навук Марыі Пятроўны Аношка, начальніка аддзела чацвярцічнай геалогіі і аэракасмічных метадаў даследаванняў філіяла «Інстытут геалогіі» рэспубліканскага ўнітарнага прадпрыемства «Навукова-вытворчы цэнтр па геалогіі». Яна з'явілася на свет на радзіме Якуба Коласа, у в. Мікалаеўшчына Стаўбцоўскага раёна Мінскай вобласці.

Паспяхова скончыўшы сярэднюю школу, у 1961 г. яна паступае на геаграфічны факультэт Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта, пасля заканчэння якога працуе настаўнікам геаграфіі ў Языльскай сярэдняй школе Старадарожскага раёна, з 1969 па 1971 г. – на кафедры эканамічнай геаграфіі СССР у БДУ, затым у Інстытуце глебазнаўства і аграхіміі на пасадзе інжынера. З 1975 па 2008 г. Марыя Пятроўна – на працы ў Інстытуце геахіміі і геафізікі НАН Беларусі як інжынер лабараторыі геахіміі ландшафтаў, малодшы, старшы і вядучы навуковы супрацоўнік, а ў 2003–

2005 гг. – загадчык гэтай лабараторыі. У 1998 г. абараняе дысертцыю «Азот у навакольным асяроддзі Беларусі» на атрыманне вучонай ступені доктара геолога-мінералагічных навук па спецыяльнасці «геахімія».

Са жніўня 2008 г. М. П. Аношка працуе ў аддзеле маніторынгу навакольнага асяроддзя Дзяржаўнага прадпрыемства «БелНДГРІ», а з ліпеня 2013 г. і па сённяшні дзень – у рэспубліканскім унітарным прадпрыемстве «Навукова-вытворчы цэнтр па геалогіі».

Марыя Пятроўна Аношка з'яўляецца спецыялістам у галіне геахіміі ландшафтаў. Ёю ўнесены значны ўклад у вырашэнне рэгіянальных праблем геахіміі азоту, якія закранаюць шэраг навуковых і прыкладных задач сельскай гаспадаркі, аховы навакольнага асяроддзя, рацыянальнага прыродакарыстання і медыцыны.

У выніку даследаванняў рэгіянальнай геахіміі азоту раскрыты і ахарактарызаваны заканамернасці размеркавання і міграцыі азоту, ацэнены рэгіянальныя кларкі элемента, складзены карты ўтрымання азоту і яго формаў у снегавым покрыве і грунтавых водах тэрыторыі Беларусі, што служыць асновай для ацэнкі экалагічнай бяспекі. На вялікім стыстычным і параўнальным матэрыяле раскрыты паводзіны азоту ў кампанентах ландшафту ва ўмовах прыродных, сельскагаспадарчых, прамысловых і ўрбанізаваных нагрузак, вывучана змяненне прыроднага фону азоту пад уплывам тэхнагенезу. З ландшафтна-геахімічных пазіцый распрацавана канцэпцыя вывучэння сувязі паміж анкалагічнымі захворваннямі і ўтрыманнем азоту, мікраэлементаў і радыёактыўных ізатопаў у ландшафтах; прапанаваны новы падыход у характарыстыцы якасці навакольнага асяроддзя, зыходзячы з узаемасувязі азоту з іншымі хімічнымі элементамі. Абгрунтавана выкарыстанне паказчыка «азот у арганічным рэчыве адкладаў» у якасці геахімічнага індыхатара пры палеагеаграфічных рэканструкцыях.

Пасля аварыі на Чарнобыльскай АЭС М. П. Аношка ўдзельнічае ў ландшафтна-геахімічных даследаваннях, накіраваных на вывучэнне геахімічных наступстваў катастрофы: распрацоўваюцца праблемы геахімічнай асацыятыўнасці элементаў у ландшафтах; міграцыі, дыферэнцыяцыі, акумуляцыі хімічных элементаў у сістэме сцёку «перыядычны – часовы – пастаянны»; палеагеаграфічнай і палеагеахімічнай рэканструкцыі ўмоў літа- і педагогенезу ў галацэне.

Картаграфічныя матэрыялы па ўтрыманні азоту ў падземных водах Беларусі былі выкарыстаны ў ВА «Белгеалогія» пры складанні «Карты забруджанасці і абароненасці падземных вод тэрыторыі БССР» маштабу 1:1 500 000 (1990). Рэкамендацыі па вызначэнні якасці прыродных вод на вадазборах, дзе праведзена меліярацыя і адбылося забруджванне ў выніку сельскагаспадарчай дзейнасці, прыняты і выкарыстоўваюцца ў рабоце РУП «Белдзяржінправадгас». Вынікі даследавання экалага-геахімічнага стану тэрыторый, што пацярпелі ад радыёактыўнага забруджвання пасля аварыі на ЧАЭС, з рэкамендацыямі па яго паляпшэнні перададзены мясцовым уладам для практычнага выкарыстання.

З мэтай ацэнкі сучасных ландшафтаў і выяўлення спрыяльных умоў для ўтварэння другасных арэалаў рассявання хімічных элементаў, фарміравання геахімічных бар'ераў М. П. Аношка займаецца даследаванням геахімічнай структуры сучасных адкладаў на тэрыторыях, што падвергліся розным тэхнагенным уздзеянням.

Пад кіраўніцтвам М. П. Аношкі быў выкананы шэраг праектаў у аддзеле чацвярцічнай геалогіі. М. П. Аношка з'яўлялася навуковым кіраўніком задання «Распрацоўка і ўкараненне метадыкі геахімічна-га картаграфавання пакрыўных адкладаў Беларусі са складаннем дасведчанага ўзору геахімічнай карты маштабу 1:100 000» у рамках Праграмы асваення радовішчаў карысных выкапняў і развіцця мінеральна-сыравіннай базы Рэспублікі Беларусь на 2011–2015 гады і на перыяд да 2020 года, удзельнічала ў выкананні работ па навукова-метадычнаму забеспячэнню дзяржаўных геолога-здымачных работ па заданні «Літагеа-хімічнае вывучэнне парод, донных адкладаў вадацёкаў і вадаёмаў тэрыторыі ў радыусе 30 км вакол прам-пляцоўкі праектаванай Астравецкай АЭС маштабу 1:50 000».

Цяпер Марыя Пятроўна з'яўляецца навуковым кіраўніком задання «Распрацоўка геолога-інфармацыйнай мадэлі кайназойскіх адкладаў тэрыторыі Магілёўскай вобласці як асновы для прагназавання новых найбольш даступных радовішчаў мінеральнай сыравіны» падпраграмы 10.4 «Беларускія нетры» Дзяржаўнай праграмы навуковых даследаванняў «Прыродныя рэсурсы і навакольнае асяроддзе» на 2021–2025 гады і задання 30 «Стварэнне і выдзяленне базы даных геахімічнай вывучанасці пакрыўных адкладаў тэрыторыі Рэспублікі Беларусь», задачы 3 «Удасканаленне сістэмы збору, апрацоўкі, аналізу, захоўвання і прадастаўлення ў карыстанне геалагічнай інфармацыі аб нетрах з выкарыстаннем інфармацыйных рэсурсаў» падпраграмы 1 «Нетры Беларусі» Дзяржаўнай праграмы «Ахова навакольнага асяроддзя і ўстойлівае выкарыстанне прыродных рэсурсаў» на 2021–2025 гады.

М. П. Аношка з'яўляецца аўтарам больш за 230 работ, у тым ліку 7 манаграфій.

Калегі і сябры шчыра віншуюць шаноўную Марыю Пятроўну з юбілеем і жадаюць ёй здароўя, аптымізму і поспехаў у працы!

Калегі, сябры, рэдкалегія

ВАЛЕРИЙ НИКОЛАЕВИЧ БЕСКОПЫЛЬНЫЙ (К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)



24 ноября 2024 г. исполняется 80 лет со дня рождения Валерия Николаевича Бескопыльного – доктора геолого-минералогических наук, заслуженного геолога Республики Беларусь.

В. Н. Бескопыльный родился 24 ноября 1944 г. в г. Сочи Краснодарского края РФ.

В 1971 г. В. Н. Бескопыльный окончил геологический факультет Московского государственного университета по специальности «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений». Свой трудовой путь он начал в тематической партии «ПО «Белоруснефть»», где в 1971–1985 гг. работал старшим, ведущим геологом, начальником отдела поисков и разведки нефтяных месторождений. Вместе с тем в тот период он участвовал в многочисленных научных конференциях, опубликовал серию научных статей.

В 1976 г. Валерий Николаевич на заседании ученого совета геологического факультета МГУ защитил кандидатскую диссертацию «Условия формирования и закономерности размещения скоплений нефти в Припятском нефтегазоносном бассейне». В диссертации было обосновано с геологических позиций нефтегеологическое районирование прогиба и доказана относительно невысокая перспективность Южной структурной зоны Припятского прогиба.

Свои исследования он посвятил многим вопросам нефтегазоносности Припятского прогиба: разработал систему критериев локального прогноза нефтегазоносности на базе генерации, аккумуляции и сохранения залежей углеводородов; составил алгоритм компьютерной программы цифрового прогноза продуктивности геологических объектов, на основе которого осуществляется их автоматизированное ранжирование по вероятности открытия залежи нефти; разработал методику, по которой составлены региональные карты прогноза дебита нефтей и пластовых вод всех продуктивных горизонтов восточной части Припятского прогиба. Предложенная В. Н. Бескопыльным технология определения ориентировки, кинематики и динамики разломов по характеристике трещин в керне позволила обосновать основные направления тектонических сил сжатия-растяжения, действовавших в различные геологические периоды развития Припятского прогиба, и выявить связь перспективных участков с палеогеологическими условиями.

Такая методика в сложных геологических условиях обеспечивала правильный выбор направления бурения новых перспективных скважин.

В. Н. Бескопыльный ввел в геологию Припятского прогиба такие понятия, как «дополняющая тектоническая ступень», «гребень и подножие ступени», «вершина блока, «Вышемировско-Александровская поперечная зона мелкоблочных структур», «Северный основной очаг нефтеобразования», дал ясные формулировки «промежуточному блоку» и «блоку у подножия ступени» и т.д.

В. Н. Бескопыльный два раза прерывал работу в «ПО «Белоруснефть»». В 1981–1985 и 1989–1992 гг. по направлению Министерства нефтяной промышленности СССР работал в Алжире главным геологом производственного и научного контрактов в государственной нефтяной компании «Сонатрак». В Алжире В. Н. Бескопыльный составил около 20 отчетов на французском языке, посвященных методике подсчета запасов нефти, цифрового прогноза нефтегазоносности локальных поисково-разведочных объектов, стратегии геологоразведочных работ на нефть в Алжире, перспективам поисков неструктурных ловушек во многих нефтегазоносных бассейнах региона.

Продолжительный период (1994–2001) наряду с основной работой Валерий Николаевич читал лекции и вел семинары по курсам «Геологические основы разработки месторождений нефти и газа» и «Физика пласта» в Гомельском техническом университете имени П. О. Сухого. В 1998 г. составил и опубликовал учебник «Геологические основы разработки месторождений нефти и газа», а в 1999 г. – «Физика пласта»; подготовил много методических материалов для практических работ студентов. В 2000 г. В. Н. Бескопыльному было присвоено ученое звание доцента по специальности «Разработка полезных ископаемых».

В 2001 г. Валерий Николаевич успешно защитил докторскую диссертацию «Рациональная система технологий камеральных геологоразведочных работ на нефть и газ для сложно построенных нефтегазоносных бассейнов». Эта работа обобщила результаты его многолетнего творческого поиска новых эффективных

методов выявления залежей углеводородов и путей их рентабельной разведки на примере Припятского и Северо-Африканского нефтегазоносных бассейнов.

В 1996–2001 гг. Валерий Николаевич возглавлял Управление геологоразведочных работ на нефть и газ РУП «ПО «Белоруснефть». Впервые было создано производственное подразделение, которое на основе передовых компьютерных технологий представляло собой конвейер по открытию, разведке и доразведке залежей нефти. С января 2001 по 2008 г. В. Н. Бескопыйный являлся заместителем генерального директора по геологии РУП «ПО «Белоруснефть», а в последующем по август 2014 г. – помощником генерального директора по геологическим вопросам в зарубежных нефтяных проектах.

Организационная и научно-техническая деятельность В. Н. Бескопыйного в этом важном направлении позволила вместе с коллегами обосновать выбор перспективных объектов для совместной разработки залежей нефти в Венесуэле и Иране, выполнить экспертизу многих геологических заключений по зарубежным нефтяным активам в ряде других стран.

Валерий Николаевич является инициатором и соавтором новых изданных карт масштаба 1:200 000 по структурному районированию межсолевого и подсолевого комплексов, по условиям нефтегазообразования, накопления и сохранения залежей нефти и газа Припятского прогиба (2011–2014), определивших на будущий период стратегическое направление геологоразведочных работ на нефть в Беларуси.

Научные разработки В. Н. Бескопыйного последних лет относительно расширения ресурсного потенциала нефти за счет нетрадиционных (сланцевых) источников нефти и газа – залежей углеводородов в полуколлекторах – в настоящее время реализуются на Речицком месторождении, а также планируются опытные работы на других перспективных объектах залежей Припятского прогиба.

В 2004 г. В. Н. Бескопыйному присуждена межакадемическая премия имени академика В. А. Коптюга в составе коллектива белорусских и сибирских ученых за монографическое исследование «Проблемы нефтегазоносности верхнепротерозойских и палеозойских комплексов Беларуси и Сибири».

В. Н. Бескопыйный – автор и соавтор 135 научных работ (в том числе 5 монографий, 2 учебных пособий, 8 брошюр, 6 опубликованных карт нефтегеологического содержания Припятского прогиба масштаба 1:200 000), изданных в Беларуси, России, Франции и др. Он входит в редакционный совет научно-практического журнала «Нефтяник Полесья», являлся инициатором и активным участником республиканских научно-практических конференций по проблемам освоения ресурсов нефти и газа, по стратегии развития нефтедобывающей промышленности Республики Беларусь, решения которых реализуются в настоящий период.

Разноплановые рекомендации В. Н. Бескопыйного по направлению геологоразведочных работ в условиях Припятского прогиба реализуются РУП «ПО «Белоруснефть» с положительным геологическим результатом в восточной части Припятского прогиба, по результатам которых в Северо-Омельковщинской подсолевой перспективной структуре установлена в семилукско-саргаевских отложениях промышленная залежь нефти. В соответствии с решением НТС РУП «ПО «Белоруснефть» от 17.06.2020 г. переименована из Северо-Омельковщинской структуры в Бескопыйновское месторождение нефти.

Коллеги и друзья желают ему здоровья и новых успехов в деле решения сложных проблем поисков и разведки нефти в недрах Беларуси.

*Я. Г. Грибик, Р. Г. Гарецкий, А. А. Махнач,
Б. Р. Кусов, В. А. Карпов, Е. Ф. Никуленко,
А. Л. Сусленко, П. П. Повжик, А. С. Грудинин, А. А. Шарунов*

ЯДВИГА КАЗИМИРОВНА ЕЛОВИЧЕВА (05.06.1946 – 09.08.2024)



9 августа 2024 г. ушла из жизни известная палинолог, географ, геолог, уважаемый ученый и исследователь, доктор географических наук, профессор Ядвига Казимировна Еловичева.

Ядвига Казимировна родилась 5 июня 1946 г. в д. Александрово Минского района. В 1964–1969 гг. обучалась на геолого-географическом факультете (сейчас факультет географии и геоинформатики) Белорусского государственного университета имени В. И. Ленина. Ядвига Казимировна была ведущим солистом Народного ансамбля танца «Крыжачок».

В 1972 г. после окончания аспирантуры ИГН НАНБ была принята на должность младшего научного сотрудника (1972–1981), позднее старшего (1981–1993), ведущего (1993) и главного (1993–2003) научного сотрудника данного института. В 1999–2001 гг. являлась профессором кафедры физической географии факультета естествознания Белорусского государственного педагогического университета имени Максима Танка, в 1996–2002 гг. – профессором кафедры геологии и разведки полезных

ископаемых геологического факультета Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины по совместительству.

В 1977 г. Я. К. Еловичева защитила кандидатскую диссертацию на тему «Геологические условия залегания и палеоботаническая характеристика отложений шкловского (рогавльского) межледникового Белоруссии и смежных территорий» в Вильнюсском университете имени Чюрлениса (Литва) с присуждением ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.01 (04.00.01) «Общая и региональная геология». В 1986 г. ВАК СССР ей присвоено ученое звание старшего научного сотрудника по специальности 25.00.02 (04.00.09) «Палеонтология и стратиграфия». В 1992 г. Я. К. Еловичева защитила докторскую диссертацию по теме «Палеогеография и хронология основных этапов развития природной среды антропогена Беларуси (по палинологическим данным)» в Институте географии НАН Украины (г. Киев) с присуждением ВАК СССР ученой степени доктора географических наук по специальности 25.00.25 (11.00.04) «Геоморфология и эволюционная география». В 2008 г. ВАК Беларуси присвоил ученое звание доцента по специальности 25.00.01 «География», в 2016 г. – звание профессора по специальности 25.00.01 «География».

С 2000 г. Ядвига Казимировна начинает деятельность на факультете географии и геоинформатики Белорусского государственного университета. Сначала в качестве профессора на условиях совмещения на кафедре физической географии материков и океанов и методики преподавания географии (с 2010 г. – кафедра физической географии мира и образовательных технологий), в 2003–2019 гг. в должности заведующего кафедрой, в 2019–2024 гг. – профессора указанной кафедры.

Более половины своей жизни профессор Я. К. Еловичева посвятила науке, где имеет наиболее значимые научные достижения по выработке концепции эволюции природной среды антропогена, разработке усложненного варианта стратиграфической схемы плейстоцена и голоцена Беларуси и смежных территорий, созданию теории макросукцессий палеофитоценозов межледниковий плейстоцена, созданию атласа растительных микрофоссилий антропогена Беларуси и палинологической базы данных Республики Беларусь.

Ядвига Казимировна Еловичева является автором более 700 работ, в том числе 10 учебных пособий и многочисленных научных статей.

За свою научную и педагогическую работу Ядвига Казимировна награждена грамотами и Почетными грамотами Министерства образования Республики Беларусь, Белорусского государственного университета, Белорусского географического общества, ИГН НАН РБ, благодарностью ректора БГУ, благодарностью ВАК Республики Беларусь, нагрудным Знаком «Выдатнік адукацыі» Министерства образования Республики Беларусь. Биографическим Институтом Великобритании в 1997 и 1999 гг. ей присвоено звание «Женщина года».

Я. К. Еловичева активно занималась международной научной деятельностью, являлась куратором региона в выполнении международных проектов и договоров, научным руководителем и участником множества республиканских проектов, поддерживала научные связи с учеными стран Европы (Швеции, Франции, Польши, Германии, Англии, Нидерландов), России, Украины, Латвии, Эстонии, Грузии, педагогические связи

с Силезским университетом (Польша). Активно участвовала в работе международных и республиканских симпозиумов, конференций, совещаний.

Ядвига Казимировна принимала активное участие в подготовке кадров высшей квалификации для Республики Беларусь, работая в советах по защите диссертаций. С 1997 по 2006 г. – член Совета по защите диссертаций Д-01.22.01 Института геохимии и геофизики НАН Беларуси (геолого-минералогические науки), 2004–2006 гг. – председатель объединенного научного семинара по предварительной экспертизе кандидатских и докторских диссертаций по специальности 25.00.23 «Физическая география, биогеография, география почв и геохимия ландшафтов» в БГУ, 1996 г. – член Совета по защите диссертаций Д-02.01.06 при БГУ (географические науки), 2011–2013 гг. – заместитель председателя. Была председателем экспертного совета № 23 Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь по географическим и геолого-минералогическим наукам. Я. К. Еловичева являлась членом Белорусского географического общества, Всероссийского палеонтологического общества, Белорусской антропогенной комиссии, Палинологической комиссии России, входила в состав редакционных коллегий многих научных журналов.

Благодаря своему трудолюбию, глубоким познаниям и доброжелательному отношению к окружающим Ядвига Казимировна получила заслуженное уважение среди коллег и студентов.

Светлая память о Ядвиге Казимировне сохранится в наших сердцах навсегда.

Коллеги, сотрудники факультета географии и геоинформатики БГУ

АЛЬБЕРТ АЛЕКСАНДРОВИЧ БОГДАСАРОВ
(13.05.1935–25.08.2024)

25 августа 2024 г. не стало известного белорусского геолога профессора Альберта Александровича Богдасарова.

А. А. Богдасаров родился 13 мая 1935 г. в Ташкенте (Узбекистан). После окончания в 1958 г. геологоразведочного факультета Среднеазиатского политехнического института по специальности «геология и разведка месторождений полезных ископаемых» и получения квалификации горного инженера-геолога он был направлен на работу в Алмалыкскую геологоразведочную экспедицию Узбекского геологического управления. В 1963 г. перешел на работу в Среднеазиатский научно-исследовательский и проектный институт цветной металлургии, где был избран по конкурсу на должность старшего научного сотрудника – руководителя работ по технологической минералогии сульфидно-флюоритовых руд различных месторождений Узбекистана, Таджикистана и Киргизии.

Будучи учеником академиков А. С. Уклонского и Х. Н. Баймухамедова, профессоров А. В. Королева и П. А. Шехтмана, Альберт Александрович в 1965 г. поступил в очную аспирантуру Ташкентского

политехнического института имени А. Р. Беруни, которую досрочно окончил в 1967 г., успешно защитив диссертацию на тему «Вещественный состав и технологические особенности руд сульфидно-флюоритовых месторождений Средней Азии» с присуждением ему ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

С сентября 1967 г. Альберт Александрович работал старшим преподавателем кафедры полезных ископаемых геологоразведочного факультета Ташкентского политехнического института имени А. Р. Беруни. В сентябре 1969 г. был избран по конкурсу на должность доцента, а в январе 1971 г. решением Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего и среднего специального образования СССР ему присвоено ученое звание доцента.

В сравнительно короткий срок стараниями А. А. Богдасарова в институте была создана лаборатория прикладной минералогии, где проводился комплекс научно-исследовательских работ по заказам различных предприятий геологии и цветной металлургии СССР, среди которых были Никитовский, Хайдарканский, Закарпатский и Акташский ртутные комбинаты.

В январе 1979 г. после избрания по конкурсу на должность доцента кафедры географии Альберт Александрович перешел на работу в Брестский государственный педагогический институт имени А. С. Пушкина (сегодня – Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина). Отныне его жизнь и судьба навсегда связаны с Беларусью. Здесь А. А. Богдасаров преподавал весь цикл геологических дисциплин для студентов факультета естествознания дневной и заочной форм обучения, а также читал лекции и вел семинары в Брестском областном институте усовершенствования учителей, активно сотрудничал с обществом «Знание».

Активная научная и учебно-методическая работа стала основанием для приглашения его в состав Комиссии по геологии и почвоведению Министерства просвещения СССР и Учебно-методического объединения по географии педагогических вузов СССР, созданного в 1989 г. на базе Московского государственного педагогического института.

В апреле 1991 г. А. А. Богдасаров был избран по конкурсу на должность профессора кафедры географии Брестского государственного педагогического института имени А. С. Пушкина, а в декабре 1992 г. решением Комитета по высшей школе Министерства науки, высшей школы и технической политики Российской Федерации ему было присвоено ученое звание профессора, чему также способствовала широкая поддержка его кандидатуры научно-педагогической общественностью Беларуси, России, Узбекистана, Украины.

Важным направлением в работе А. А. Богдасарова являлась подготовка минерало-геомологических экспертных заключений по конфискованным сотрудниками Брестской таможни, МВД и КГБ Республики Беларусь многочисленным камням-самородкам, ювелирным и художественным декоративным изделиям из них. Диапазон исследованных минералов варьирует от драгоценных алмаза, изумруда и жемчуга, стратегически

важного арсенида галлия до «повседневных» янтаря, аметиста, агата, малахита, горного хрусталя, тигрового глаза, сердолика и др.

В 1969 г. А. А. Богдасаров вступил в ряды Узбекистанского отделения Всесоюзного минералогического общества, в 1983 г. – в ряды Географического общества БССР, с 1994 г. являлся действительным членом Белорусского геологического общества, с 1998 г. – членом-корреспондентом Петровской академии наук и искусств (Россия). Награжден медалями «За доблестный труд» (1970), «Ветеран труда» (1984) и нагрудным знаком «Выдатнік адукацыі Рэспублікі Беларусь» (1995).

А. А. Богдасаров был весьма разносторонним человеком. Мир его увлечений отличался широтой – от филателии до спорта, где он не только судья республиканской категории по футболу, но и дипломированный специалист, в 1969 г. заочно окончивший Узбекский государственный институт физической культуры.

А. А. Богдасаров – участник многочисленных республиканских (Алмалык, Брест, Луцк, Львов, Минск, Могилев, Ташкент, Фрунзе), всесоюзных (Архангельск, Белгород, Владивосток, Волгоград, Душанбе, Ереван, Ленинград, Махачкала, Москва, Рязань, Сочи, Ташкент, Челябинск) и международных (Бохум, Брно, Варшава, Гданьск, Киев, Люблин, Москва, Санкт-Петербург, Сыктывкар) научных конференций, совещаний, семинаров и симпозиумов. Список научных трудов А. А. Богдасарова превышает 300 наименований, в том числе более 10 монографий, 230 статей и материалов докладов, 70 отчетов о НИР. На протяжении всей своей жизни большое внимание А. А. Богдасаров уделял вопросам популяризации науки, о чем свидетельствуют еще около 250 научно-популярных статей.

Альберт Александрович являл собой счастливое сочетание ученого и педагога, чрезвычайно требовательного, прежде всего к самому себе, и бескорыстно передающего окружающим свой талант и знания.

Друзья, коллеги, редколлегия

НИНА ВЕНИАМИНОВНА АКСАМЕНТОВА (К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)



25 июля 2024 г. исполнилось бы 90 лет выдающемуся белорусскому ученому-геологу Нине Вениаминовне Аксаментовой (1934-2013), которая внесла неоценимый вклад в дело изучения самой сложной и наименее исследованной области геологической науки – геологии докембрия.

Нина Вениаминовна родилась в г. Екатеринбурге. В 1957 г. она поступила в Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, который окончила с отличием и по распределению уехала в Казахстан, где начала свой трудовой путь в Карагандинской геологической экспедиции. Успешно окончив аспирантуру при Институте геологических наук АН КазССР, в 1969 г. защитила кандидатскую диссертацию по теме «Девонский магматизм северо-восточной части Центрального Казахстана».

С 1969 г. Н. В. Аксаментова начала работать в Беларуси, сначала старшим научным сотрудником в БелНИГРИ, а с 1986 г. – в Институте геохимии и геофизики АН БССР, где в 1999 г. ею была защищена докторская диссертация «Магматизм и палеогеодинамика раннепротерозойского Осницко-Микашевичского вулканоплутонического пояса». Немного

позднее, в 2002 г., диссертация была опубликована в книге под тем же названием. С 2008 г. в связи с реформированием Института геохимии и геофизики Нина Вениаминовна снова оказалась в БелНИГРИ, где проработала в должности главного научного сотрудника.

Нина Вениаминовна Аксаментова – целеустремленная и яркая личность, талантливый ученый, трудолюбивый и принципиальный исследователь, огромный вклад которого в геологическую науку трудно переоценить. Со своим богатым геологическим опытом, тщательно подходя к анализу фактического материала и разработке научных теорий, создала основы геологического и тектонического строения кристаллического фундамента Беларуси, снискала славу высококвалифицированного специалиста мирового уровня, а опубликованные ее карты, статьи и монографии были и будут настольными для многих поколений геологов независимо от новых веяний и идей.

Научные исследования Нины Вениаминовны посвящены изучению геологического строения фундамента Восточно-Европейской платформы, петрологии и геохимии слагающих его магматических и метаморфических пород, а также эндогенных процессов в раннем докембрии и их роли в формировании структурно-вещественных комплексов и рудных формаций. Ею были созданы принципиально новые для Беларуси и сопредельных территорий схемы тектонического районирования кристаллического фундамента; разработана стратиграфическая схема архея и раннего протерозоя Беларуси и модель чешуйчатонадвигового строения Белорусско-Прибалтийского гранулитового пояса; проведена первая реконструкция условий накопления древнейших метаосадочных комплексов всей западной части Восточно-Европейского кратона; определен характер эволюции химического состава земной коры в раннем докембрии на западе Русской плиты; установлены закономерности развития раннедокембрийского магматизма на юге Беларуси и раскрыты особенности строения и геодинамических режимов формирования Осницко-Микашевичского вулканоплутонического пояса; выявлены генетические связи известных в регионе редкометальных проявлений с наиболее поздними фазами щелочно-базитового магматизма; детализировано по новым данным геологическое строение кристаллического фундамента центральной части Беларуси; основано новое направление в исследовании кристаллических пород Беларуси – петругическое, раскрывающее возможности производства стеклокристаллических материалов и изделий из расплавов горных пород.

Результаты профессиональной деятельности Нины Вениаминовны отражены в многочисленных публикациях – более 190 научных работах, в том числе 14 монографиях, среди которых такие обобщающие труды, как «Тектоника Припятского прогиба» (1979), «Палеотектоника Белоруссии» (1983), «Тектоника запада Восточно-Европейской платформы» (1990), «Геология и нефтеносность западной части Восточно-Европейской платформы» (1997), «Геология Беларуси» (2001), «Основы геологии Беларуси» (2004), «Седиментация в раннем докембрии» (2005), «Мафические дайки кристаллического фундамента Беларуси» (2005), «Петрография и геохимия кристаллического фундамента Беларуси» (2012). Она также являлась основным автором первой детальной геологической карты кристаллического фундамента Беларуси м-ба

1:1 000 000 (издана в 1991 г.), геохимической карты м-ба 1:1 000 000, геологической карты кристаллического фундамента центральной части Беларуси м-ба 1:200 000 и др.; участвовала в подготовке «Международной тектонической карты юго-западного края Восточно-Европейской платформы» м-ба 1:500 000 (издана в Германии в 1983 г.). На протяжении многих лет принимала активное участие в выполнении нескольких международных проектов: «Юго-западный край Восточно-Европейской платформы», «Глубинная геология Балтийского щита», «Europroba», «Eurobridge» и др.

Неутомимый исследователь и организатор науки, талантливый воспитатель молодых геологов, Нина Вениаминовна Аксаментова навсегда останется образцом многогранного ученого и замечательного педагога, великого труженика, доброго и отзывчивого человека.

А. А. Толкачикова, М. П. Гуринович, О. А. Пискун, редколлегия

ГЛЕБ ГЕОРГІЕВІЧ ДАМІНІКОЎСКИ (ДА 90-ГОДДЗЯ З ДНЯ НАРАДЖЭННЯ)



Глеб Георгіевіч нарадзіўся 31 жніўня 1934 г. у прыгарадзе г. Мінска (р-н Козырава). Пасля заканчэння школы № 15 у 1952 г. ён спачатку паступіў у Політэхнічны інстытут, але ўжо пасля першага курса, зразумеўшы, што гэта не кранае яго жыццёвых інтарэсаў, пакідае яго. У 1953 г. Глеб Георгіевіч нанова паступае ў Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт на геалага-геаграфічны факультэт, дзе з задавальненнем займаецца асваеннем прафесіі геалага. У 1957 г. выдатна абараніў дыпломную працу і атрымаў спецыяльнасць «геалогія і разведка карысных выкапняў» і званне інжынера геалага-разведчыка.

Далей інтарэсы і любоў да Паўднёвага Уралу прывялі Глеба Георгіевіча на працу ў Ільменскі мінералагічны запаведнік імя У. Леніна, дзе ён прапрацаваў 9 гадоў. Спачатку маладым навуковым супрацоўнікам, а апошнія 1964–1966 гг. – вучоным сакратаром запаведніка. Глеб Георгіевіч

прымаў актыўны ўдзел у рабоце геалагічнай групы запаведніка, якая займалася вывучэннем Ільменагорска-Вішневагорскага комплексу і праводзіла геалагічную здымку ў маштабе 1:10 000. Ім выконваўся вялікі аб'ём работ па дакументацыі апорных разрэзаў, зборы каменнага матэрыялу і яго апрацоўцы. У выніку была створаная сыстэматызаваная характарыстыка ўсіх тыпаў парод у іх стратыграфічнай паслядоўнасці. Па Ільменах Глебам Георгіевічам надрукавана сем прац, тры з якіх – сумесна з геалагамі А. Бажэнавым, А. Красінай, Л. Перчуком. На аснове вывучэння і парагенетычнага аналізу складнікаў ільменагорскага комплексу была напісана кандыдацкая дысертацыя на тэму «Крышталічныя сланцы Ільменскіх гор і працэсы іх метасаматычнага змянення», якую Г. Г. Дамінікоўскі абараніў у 1967 г. у Свядлоўску.

З ліпеня 1966 г. Глеб Георгіевіч працуе галоўным геалагам у тэматычнай партыі БГГЭ Упраўлення геалогіі пры СМ БССР, дзе прымае самы актыўны ўдзел у абагульненні і асэнсаванні фактычных матэрыялаў з мэтай пабудовы геафізічных і геалагічных карт крышталічнага фундаменту цэнтральнай і заходняй часткі Беларускага масіву. Праца выконвалася ў цесным супрацоўніцтве з выдатнымі геалагамі Л. Матрунчыкам і У. Медушэўскай і завяршылася распрацоўкай асноваў стратыграфіі і картаў часткі дакембрыйскага фундаменту Беларусі. Гэта быў цікавы этап у вывучэнні геалогіі Беларусі: пачалося планамернае геалагічна-геафізічнае вывучэнне будовы крышталічнага фундаменту рэспублікі.

З 1976 г. Глеб Георгіевіч стаў працаваць у Інстытуце геахіміі і геафізікі АН БССР на пасадзе старшага навуковага супрацоўніка, але 10.10.1977 г. трагічна загінуў на працы пад Вільнюсам.

Глеб Георгіевіч Дамінікоўскі быў выдатным спецыялістам у галіне стратыграфіі, геалогіі, петраграфіі, мінералогіі, пошыху карысных выкапняў. Ён добра ведаў геалогію Украіны, Літвы, Латвіі і Эстоніі.

Вынікі вывучэння крышталічнага фундаменту Беларусі Глебам Георгіевічам знайшлі сваё адлюстраванне ў 21 друкаванай працы, у тым ліку ў дзвюх манаграфіях: «Петрология докембрия Беларуси» (1978) і «Эволюция раннего докембрия» (1991) сумесна з Д. Дамінікоўскай, артыкулах: «Парагенетический анализ минеральных ассоциаций гнейсов Белорусского массива» (1968), «Стратиграфическое расчленение докембрийских образований Беларуси» (1970), «К вопросу геологического развития кристаллического фундамента западного региона Восточно-Европейской платформы» (1973) і інш.

У жыцці Глеб Георгіевіч быў жыццярадасным і вельмі адказным чалавекам, вылучаўся працавітасцю, прафесіяналізмам, глыбокай эрудыцыяй. Светлая памяць аб ім заўсёды застаецца ў сэрцах калег, жонкі, дзяцей, унукаў, усіх, хто яго ведаў.

Д. А. Дамінікоўская, рэдкалегія

УЛАДЗІМІР АНТОНАВІЧ БАГІНА (ДА 90-ГОДДЗЯ З ДНЯ НАРАДЖЭННЯ)



4 лістапада 2024 г. споўнілася 60 гадоў з дня нараджэння лаўрэата Дзяржаўнай прэміі БССР былога загадчыка лабараторыі прагнозу нафта-носнасці Беларускага навукова-даследчага геалагаразведчага інстытута кандыдата геолога-мінералагічных навук Уладзіміра Антонавіча Багіны.

У. А. Багіна (1934–2014) нарадзіўся ў в. Карнюткі Валожынскага раёна Мінскай вобласці. У 1958 г. пасля набыцця прафесіі геолога ў Беларускім дзяржаўным універсітэце быў накіраваны на працу ў г. Мазыр, у Беларускаю кантору разведчага свідравання «Белгалоўгеалогіі». Сваю працоўную дзейнасць пачаў у якасці калектара, затым працаваў старшым геалагам Рэмезаўскага і Ельскага ўчасткаў, старшым геалагам тэматычнай партыі Беларускай канторы разведчага свідравання. У 1965 г. Уладзімір Антонавіч быў прызначаны галоўным геалагам, звязаўшы такім чынам сваё жыццё з пошукамі і разведкай нафтовых радовішчаў у Беларусі, а пазней – і Заходняй Сібіры. Пры яго асабістым удзеле былі разведаны і адкрыты першыя радовішчы нафты ў Прыпяцкім прагіне, якія

паслужылі асновай для стварэння новай для краіны галіны – нафтаздабываючай. У 1969 г. У. А. Багіна быў пераведзены ва Упраўленне геалогіі БССР на пасаду начальніка геалагічнага аддзела па нафце, а затым галоўнага геолога па нафце і газу аб'яднання «Белгеалогія».

Уладзімір Антонавіч Багіна ўнёс значны ўклад ва ўдасканаленне метадыкі пошукаў нафты ў складаных умовах Прыпяцкага прагіну. Асаблівую ўвагу геолог надаваў навуковаму абгрунтаванню розных напрамкаў геалагаразведчых работ і ўкараненню навішых дасягненняў навукі і тэхнікі.

Пад ягоным кіраўніцтвам геалагічнай службай краіны і пры непасрэдным удзеле адкрыты Рэчыцкае, Асташкавіцкае, Давыдаўскае, Вішанскае, Паўднёва-Сасноўскае і іншыя радовішчы нафты, якія забяспечваюць і да сённяшняга дня асноўную здабычу нафты ў Беларусі.

У Беларусі адкрыта каля 100 радовішчаў нафты, і выяўленню многіх з іх садзейнічаў працоўны ўклад геолога-нафтавіка У. А. Багіны.

У перыяд асваення нетраў Заходняй Сібіры Уладзімір Антонавіч прымаў непасрэдны ўдзел у абгрунтаванні геафізічных і буравых работ у раёне Красналенінскага зводу, у выніку чаго былі адкрыты Паўднёва-Талінскае, Антохскае, Тутраўскае, Ловінскае і іншыя радовішчы нафты Заходняй Сібіры.

Шырокі дыяпазон яго навуковых інтарэсаў садзейнічаў апублікаванню ім больш як 60 навуковых прац, ён суаўтар 7 вынаходніцкіх прапаноў. У 1988 г. У. А. Багіна абараніў кандыдацкую на тэму «Структура нафтагазаносных комплексаў Прыпяцкага прагіну», па выніках якой яму была прысвоена ступень кандыдата геолога-мінералагічных навук.

Поспехі ў вытворчай і навуковай дзейнасці У. А. Багіна адзначаны граматамі Вярхоўнага Савета БССР, прэміямі Мінгеа СССР. Ён лаўрэат Дзяржаўнай прэміі БССР 1978 г. за ўклад у стварэнне Тэктанічнай карты Беларусі. За адкрыццё самага буйнога ў Беларусі Асташкавіцкага нафтавага радовішча ён узнагароджаны дыпламам і значком Мінгеа СССР «Першаадкрывальнік радовішча».

З 1998 г. Уладзімір Антонавіч працаваў у Беларускім навукова-даследчым геалагаразведчым інстытуце загадчыкам лабараторыі прагнозу нафтачнасці. З 2008 г. Уладзімір Антонавіч знаходзіўся на пенсіі да сыходу ў іншы свет.

Вынікі працоўнай і навуковай дзейнасці У. А. Багіны будуць служыць базавай асновай для далейшага геалагічнага вывучэння нетраў Беларусі.

Я. Г. Грыбiк, Р. Г. Гарэцкі, А. А. Махнач, В. М. Бескапыльны,
Б. Р. Кусаў, А. Ф. Нікулёнка, А. Л. Сусленка, В. А. Карпаў

ВИКТОР ИВАНОВИЧ ПУШКИН (К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)



27 июля 2024 г. исполнилось бы 80 лет известному белорусскому ученому геологу и палеонтологу, доктору геолого-минералогических наук Виктору Ивановичу Пушкину (1944–2018).

В. И. Пушкин родился в г. Кемь Республики Карелия (Россия), но с 1948 г. семья переехала в г. Минск, где родители нашли работу на Минском автомобильном заводе. После окончания средней школы № 36 Виктор Иванович поступил на геологический факультет Московского государственного университета, где перенимал научные знания у таких известных профессоров, как В. В. Друщиц, Б. Т. Янин, И. А. Михайлова, Б. В. Бондаренко, на кафедре палеонтологии и в 1967 г. успешно защитил диплом по специальности «Геолог».

Вся трудовая деятельность Виктора Ивановича была связана с Белорусским научно-исследовательским геологоразведочным институтом (БелНИГРИ, г. Минск), куда он был направлен после окончания учебы по распределению. Здесь, в секторе (позже в отделе) стратиграфии и палеонтологии, созданном членом-корреспондентом АН БССР, профессором А. В. Фурсенко, он прошел путь от младшего научного сотрудника до заведующего отделом.

В 1968 г. Виктор Иванович был призван в армию и сразу после демобилизации поступил в аспирантуру Академии наук Беларуси. В 1974 г. на Ученом совете геологического факультета МГУ состоялась успешная защита кандидатской диссертации «Биостратиграфия и мшанки ордовикских и силурийских отложений Брестской впадины». До этого времени стратиграфия и ископаемая фауна мшанок этого района были практически не изучены. Палеонтология стала главным увлечением и делом всей жизни Виктора Ивановича. Он продолжил более расширенное изучение мшанок и часто встречающихся вместе с ними брахиопод разновозрастных отложений в северо-западных и северных районах Беларуси, а позднее охватил и всю территорию Восточно-Европейской платформы. Изучил и монографически описал ордовикские мшанки Беларуси, Литвы, Латвии, России и Украины, благодаря чему был выявлен полный систематический состав ордовикских мшанковых фаун Восточно-Европейской платформы (более 500 видов), являющийся одним из самых богатых и разнообразных в мире. Результаты исследований были обобщены им в докторской диссертации «Ордовикские мшанки Восточно-Европейской платформы (состав, распространение, сообщества)», которую он защитил в 1987 г. в Палеонтологическом институте РАН СССР. В этом же году совместно с В. Ф. Ропотом была опубликована монография «Ордовик Белоруссии» как итог проделанной работы по изучению ордовикских мшанок территории нашей республики. В дальнейшем Виктор Иванович постоянно углублял и расширял сферу научных интересов. Им изучены фауны мшанок, брахиопод, граптолитов из ордовикских, силурийских и девонских отложений всей Восточно-Европейской платформы. Результаты научных исследований отражены в более чем 170 печатных работах по палеонтологии и стратиграфии, наиболее важными из которых являются коллективные монографии: «Пржидольские мшанки СССР» (1990), «Экостратиграфия: результаты исследований силурийских отложений белорусской части Подляско-Брестской впадины» (1991), «Стратиграфия нижнефаменских (межсолевых) отложений Припятского прогиба» (1995), в создании которых В. И. Пушкину принадлежит ведущая роль. Виктор Иванович был новатором использования палеоэкологического метода в изучении палеозойских отложений в Беларуси (экостратиграфия, экосистемы, биофациальные модели). Он входил в число соавторов ряда фундаментальных изданий, таких как «Геология Беларуси» (2001), «Основы геологии Беларуси» (2004), «Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси» (2010) (ордовикские, силурийские и девонские отложения) и др.

На протяжении ряда лет Виктор Иванович читал лекции по палеонтологии студентам географического факультета БГУ.

Даже выйдя на заслуженный отдых, Виктор Иванович продолжал активно трудиться над описанием и опубликованием обширных коллекций мшанок и брахиопод из нижне- и среднепалеозойских отложений Восточно-Европейской платформы и оставался членом редколлегии журнала «Літасфера».

Коллеги и ученики чтут память замечательного ученого, неутомимого исследователя Виктора Ивановича Пушкина, оставившего после себя богатое научное наследие, служащее базовой основой для дальнейшего изучения геологии Беларуси.

Коллеги, редколлегия



В период с 30 по 31 мая 2024 г. в Российской Федерации (г. Москва) на базе Федерального агентства водных ресурсов Российской Федерации проведено XV заседание Совместной Белорусско-Российской комиссии по охране и рациональному использованию трансграничных водных объектов под председательством А. В. Галанова – заместителя министра природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и Т. В. Боковой – заместителя руководителя Федерального агентства водных ресурсов Российской Федерации, где были представлены результаты исследований о состоянии трансграничных поверхностных и подземных вод, по данным за 2023 г.

В результате работы комиссии определены последующие шаги, направленные на развитие сотрудничества Республики Беларусь и Российской Федерации по рациональному использованию и совместному управлению трансграничными поверхностными и подземными водами в части защиты их от истощения и загрязнения, а также на изучение экзогенных геологических процессов. В завершение мероприятия представителями белорусской и российской сторон подписан протокол заседания комиссии.

10–13 июня 2024 г. прошла третья Международная конференция высокого уровня по Международному десятилетию действий «Вода для устойчивого развития», 2018–2028 гг.

Конференция была направлена на обмен передовым опытом и инновационными решениями, укрепление партнерства между заинтересованными сторонами. Она собрала представителей государств – членов ООН, международных и региональных организаций, международных финансовых институтов, частного сектора, организаций гражданского общества, научных кругов, сообществ, местных органов власти.

От Республики Беларусь в международной конференции приняли участие Министр природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь Сергей Михайлович Масляк, заместитель директора филиала по науке филиала «Институт геологии» Государственного предприятия «НПЦ по геологии» Ольга Владимировна Васнёва, директор РУП «ЦНИИКИВР» Анатолий Анатольевич Сильченко и представитель Министерства здравоохранения Республики Беларусь заместитель директора по научной работе РУП «Научно-практический центр гигиены» Елена Валентиновна Дроздова.

В рамках конференции состоялась серия тематических форумов и панельных дискуссий, посвященных глобальным проблемам использования водных ресурсов, в контексте влияния изменения климата на состояние ледников и водных ресурсов в целом и выполнения Целей устойчивого развития в отношении водных ресурсов.



2–7 июля 2024 г. в г. Сиань (Китайская Народная Республика) проходила Международная конференция сотрудничества стран ШОС в области Наук о Земле и инвестиций в горнодобывающую отрасль, посвященная 10-летней годовщине образования Китай-ШОС научно-исследовательского центра по сотрудничеству в области наук о Земле.

В работе Международной конференции участвовало более 200 представителей различных геологических организаций, в том числе из Республики Беларусь, Республики Казахстан, Российской Федерации, Республики Таджикистан, Республики Узбекистан, Турции, Пакистана, Ирана.

В рамках секции «Результаты геологического изучения и геологоразведочных работ стран ШОС» заместитель директора филиала по науке филиала «Институт геологии» Государственного предприятия «НПЦ по геологии» кандидат геолого-минералогических наук Ольга Владимировна Васнёва и научный сотрудник отдела стратиграфии и тектоники Полина Олеговна Сахарук представили доклад на тему «О результатах геологического изучения недр и геологоразведочных работах в Республике Беларусь», вызвавший интерес представителей геологических организаций, участвовавших в конференции.

23–24 июля 2024 г. С визитом в Республике Беларусь находилась делегация из Китайской Народной Республики во главе с заместителем Министра природных ресурсов Китайской Народной Республики Чэнь Чэньчжао.

23 июля после проведения переговоров с Министром природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь С. М. Масляком, основной темой которых стали перспективы углубления белорусско-китайского сотрудничества в области геологии, возможность изучения опыта Китая по геологоразведке, в том числе геологическому картированию, а также организации для белорусских специалистов обучающих курсов (стажировок) на объектах проведения геологоразведочных работ, представители сторон посетили:

факультет географии и геоинформатики Белорусского государственного университета, где представители китайской стороны и Минприроды Беларуси встретились с руководством факультета и БГУ, а также побывали в Музее землеведения Белгосуниверситета;

Научно-производственный центр по геологии, где во главе с заместителем Министра И. Ф. Приходько прошли переговоры с руководством подчиненных организаций Минприроды геологического профиля – Государственного предприятия «НПЦ по геологии» и РУП «Белгосгеоцентр». В завершение встречи сотрудники НПЦ по геологии провели для китайских гостей экскурсию по Музею валунов.

24 июля члены китайской делегации посетили рудник Первого рудоуправления ОАО «Беларуськалий», где ознакомились с горно-геологическими условиями и технологией добычи руды, обсудили с руководством предприятия отдельные вопросы его деятельности в части добычи и выпуска продукции, использования современных технологий.



22–23 августа 2024 г. в г. Ташкент (Республика Узбекистан) на базе Государственного учреждения «Институт минеральных ресурсов» Университета геологических наук Министерства горной промышленности и геологии Республики Узбекистан состоялась Международная научно-практическая конференция «Геология и минералогия месторождений полезных ископаемых, инновационные направления добычи, обогащения и технологии извлечения

ценных компонентов». В работе конференции принимали участие представители из Беларуси, Великобритании, Казахстана, Китая, Норвегии, России, Узбекистана.

Доклады участников конференции были распределены по четырем тематическим секциям, посвященным обсуждению результатов исследований минерального сырья, прогнозирования месторождений полезных ископаемых, технологий, используемых в переработке минерального сырья и при его добыче. В работе секции 1 «Геология месторождений полезных ископаемых и методы прогнозирования перспективных площадей» с докладами выступили представители Государственного предприятия «НПЦ по геологии» Анна Михайловна Бубнова и Олег Александрович Пискун.

Для участников конференции была организована полевая экскурсия на центральный карьер рудника «Кальмакыр» (г. Алмалык), где ведется добыча медно-порфировых, медно-молибденовых руд, в ходе которой участники конференции ознакомились с историей открытия месторождения «Кальмакыр», его геологическим строением, горно-геологическими условиями разработки, современным состоянием карьера, объемом добычи сырья и видами его переработки.



С 24 по 27 сентября на базе Государственного предприятия «НПЦ по геологии» состоялся практический семинар экспертов Совместной Российско-Белорусской комиссии по бассейнам рек Днепр и Западная Двина, в котором от российской стороны приняли участие представители Росводресурсов, ФГБУ «Гидроспецгеология», Клиновского, Псковского филиалов ФГБВУ «Центррегионводхоз», от белорусской – представители Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и подчиненных Министерству организаций – Государственного предприятия «НПЦ по геологии», РЦАК, ЦНИИКИВР, Белгидромет, Витебского и Гомельского областных комитетов природных ресурсов.

На семинаре рассмотрены вопросы межлабораторных сличительных (сравнительных) испытаний, корреляции основных водоносных горизонтов и комплексов подземных вод в границах бассейна реки Днепр на трансграничной территории, мониторинга экзогенных геологических процессов. Экспертами обсуждены результаты ранее проведенной экспертами сторон инвентаризации водных объектов и выявления возможных источников загрязнения и наполнение «Дорожной карты мероприятий в приграничных областях Российской Федерации и Республики Беларусь по охране и рациональному использованию трансграничных вод и другим смежным вопросам водной тематики на период до 2030 года».

По результатам работы сопредседателями семинара – Татьяной Владимировной Митрофановой от российской стороны и Анной Владиславовной Галузо от белорусской стороны – подписан Протокол практического семинара экспертов Совместной Российско-Белорусской комиссии по бассейнам рек Днепр и Западная Двина.



Фото: Национальная библиотека Беларуси, www.nlb.by

26 сентября в Национальной библиотеке Беларуси состоялась презентация обновленного «Нацыянальнага атласа Беларусі». Предыдущая версия документа издавалась в 2002 г., поэтому и возникла необходимость его обновления и дополнения.

«Нацыянальны атлас Беларусі» – уникальное комплексное научно-справочное картографическое издание, являющееся визитной карточкой страны. Разработка тематического содержания атласа выполнялась специалистами институтов Национальной академии наук Беларуси, ведущих учреждений высшего образования и научных учреждений республики.

Он представляет собой синтез огромного количества данных, собранных за последние десятилетия специалистами различных наук, обеспечивает научную, методическую и информационную поддержку всех отраслей национальной экономики, а также содействует позиционированию современной Беларуси на международной арене.

В презентации атласа приняли участие руководители государственных учреждений, ученые, члены главной редакционной коллегии и научно-редакционного совета, принимавшие непосредственное участие в его создании.

Президиумом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь **16 октября 2024 г.** утверждено решение Совета по защите диссертаций К 12.01.01 о присуждении ученой степени кандидата геолого-минералогических наук Лобову Константину Александровичу. Защита диссертации Лобова Константина Александровича «Влияние геофлюидальных давлений на фильтрационные свойства пород-коллекторов нефтяных месторождений Припятского прогиба» на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.01.12 «Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений» состоялась 6 июня 2024 г.

Президиумом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь **30 октября 2024 г.** утверждено решение Совета по защите диссертаций К 12.01.01 о присуждении ученой степени кандидата геолого-минералогических наук Маевской Анне Николаевне. Защита диссертации Маевской Анны Николаевны «ГИС-моделирование строения кайнозойских отложений территории Брестской области в связи с оценкой перспектив освоения сырьевой базы общераспространенных полезных ископаемых» на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.01.01 «Общая и региональная геология» состоялась 27 июня 2024 г.



по материалам <https://geologiya.by/>

4 ноября 2024 г. в Государственном предприятии «НПЦ по геологии» состоялась церемония открытия Совместного Китайско-Белорусского центра по сотрудничеству в области геологических наук при исследовательском центре по сотрудничеству в области геологических наук Китая и ШОС, в которой приняли участие Чрезвычайный и Полномочный Посол КНР в Республике Беларусь Чжан Вэньчуань, Министр природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь Сергей Михайлович Масляк, генеральный директор республиканского унитарного предприятия «Научно-производственный центр по геологии» Владимир Кузьмич Мельников и представители Сианьского центра Геологической Службы Китая. В ходе церемонии состоялось подписание Плана работы Совместного Белорусско-Китайского центра на 2024–2025 гг.

Совместный Китайско-Белорусский центр является проектом сотрудничества между Республикой Беларусь и Китайской Народной Республикой и выступает в качестве научно-исследовательской платформы для взаимодействия белорусских и китайских геологов по следующим основным направлениям: проведение совместных научных исследований в области наук о Земле, обучение специалистов, обмен опытом, внедрение инноваций и развитие геологической науки и технологий между Беларусью и Китаем.



Матвеев, А. В. Муравинское межледниковье на территории Белорусского Полесья / А. В. Матвеев, Т. Б. Рылова, А. В. Шидловская. – Минск : Беларуская навука, 2024. – 197 с.

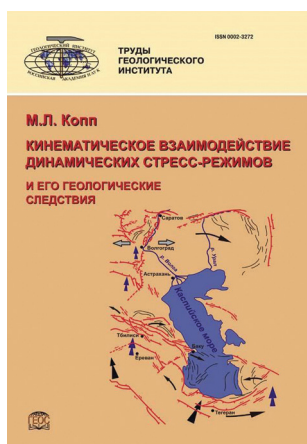
Приведены результаты комплексных исследований муравинского межледниковья (состав и стратиграфия отложений, строение рельефа, эволюция растительности и климата, ландшафты климатического оптимума), впервые построена серия карт основных компонентов ландшафта и истории формирования полесских ландшафтов (рельефа).

Предназначено для геологов, географов и других специалистов-природоведов, а также студентов, магистрантов и аспирантов, занимающихся проблемами палеогеографии и направленности изменения природных компонентов.



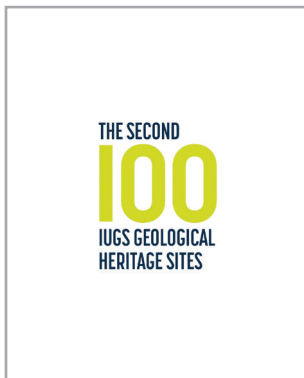
Коротченков, А. М. Золото / А. М. Коротченков, В. Ф. Шаповалов, Д. А. Виноградов. – М. : Проспект, 2023. – 78 с.

В настоящей монографии впервые предпринята попытка осветить важнейшие вопросы развития золотодобычи и использования золота в мире и в России на фоне фрагментированной информации об этих процессах в разных странах, изменения темпов экономического развития по сравнению с темпами роста золотодобычи в мире, использования золота в качестве платежного средства в разные исторические периоды. Дана авторская оценка возможности возврата к золотому стандарту в условиях, с одной стороны, безудержного печатания в странах Запада фиатных денег, катастрофического роста государственных долговых обязательств, одностороннего отказа стран Запада от соблюдения международных правил и договоренностей в политике, экономике, военной сфере, и с другой – возможного в будущем серьезного превышения темпов роста добычи золота в мире по сравнению с темпами мирового экономического роста.



Копп, М. Л. Кинематическое взаимодействие динамических стресс-режимов и его геологические следствия / М. Л. Копп ; отв. ред. К. Е. Дегтярев. – М. : ГЕОС, 2024. – 196 с.

Монография посвящена проблеме мобильности литосферы и закономерностям появления пластифицированных тектонических потоков. Раскрываются вопросы реконструкций латеральных потоков разного динамического типа и анализа взаимодействия разных стресс-режимов в новейшей вертикальной динамической стратификации Русской плиты, приемы компьютеризованной реконструкции поля новейших напряжений, генерализующие мезоструктурные данные для платформы, а также авторские способы интерпретации линеаментов гидросети, содержащие некоторую информацию о характере новейшего поля напряжений на Восточно-Европейской платформе.

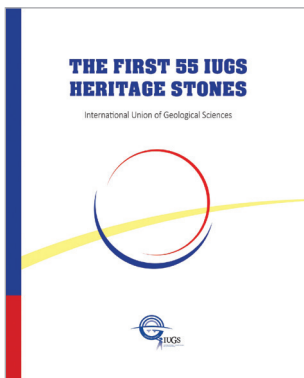


The Second 100 IUGS Geological Heritage Sites / International Union of Geological Sciences ; Gonzalo Lozano [et al.]. – Spain, 2024. – 300 p.

Книга является продолжением изданных в 2022 г. «Первых 100 объектов геологического наследия IUGS (Международного союза геологических наук)». Объекты геологического наследия IUGS – это места, имеющие высшую научную значимость, используемые в качестве всемирного эталона и/или внесшие существенный вклад в развитие геологических наук.

«Вторые 100 объектов геологического наследия IUGS» являются результатом совместной работы множества специалистов, международных организаций и комиссий по геологическому наследию. В издании собраны локации со всего мира, которые послужили развитию геологических наук и отражают многообразие геологических процессов на Земле.

Издание предназначено для широкого круга читателей и может использоваться в качестве образовательного ресурса.



The First 55 IUGS Heritage Stones / International Union of Geological Sciences ; International Commission on Geoheritage; Subcommittee on Heritage Stones. – Berlin, 2024. – 255 p.

Данная публикация является результатом деятельности Международной комиссии по геологическому наследию в рамках инициативы «Глобальное наследие каменных ресурсов» (“Global Heritage Stone Resource”). В книге дана информация о 24 осадочных, 17 метаморфических и 14 магматических горных породах со всего мира, представляющих культурную и археологическую ценность, а также приводится их местонахождение, геологический возраст и петрографическое описание.

Издание предназначено для широкого круга читателей и может использоваться в качестве образовательного ресурса.

ПРАВИЛЫ ДЛЯ АЎТАРАЎ

I. У часопісе «Літасфера» публікуюцца арыгінальныя (раней не апублікаваныя) артыкулы, якія адпавядаюць тэматыцы часопіса. Да артыкула, які накіроўваецца ў рэдакцыю часопіса, павінны прыкладацца наступныя дакументы:

раздрукаваны тэкст артыкула, падпісаны аўтарам або аўтарамі, і яго эквівалентная электронная копія;

дазвол на апублікаванне прадстаўленых матэрыялаў у адкрытым доступе;

рэцэнзія (пры наяўнасці);

суправаджальны ліст ад арганізацыі.

II. Артыкул прадстаўляецца ў рэдакцыю ў адным экзэмпляры на беларускай, рускай або англійскай мове; шрыфт – Times New Roman, кегль – 12 (у тым ліку ў формулах); міжрадковы інтэрвал – 1,15; абзац – 1,25 см; палі: злева – 2,5 см, знізу – 2 см, справа і зверху – 1,5 см; нумар старонкі прадстаўляецца ўнізе па цэнтры. Занумараваныя формулы выносяцца ў асобны радок.

III. Артыкул павінен мець наступную структуру:

індэкс па ўніверсальнай дзесятковай класіфікацыі (УДК);

назва артыкула (вялікія літары, паўтлусты шрыфт, выраўноўванне па цэнтры);

ініцыялы і прозвішчы аўтараў (паўтлусты шрыфт, выраўноўванне па цэнтры);

поўнае найменне ўстаноў з указаннем паштовага адраса, паштовага індэкса, горада, краіны для кожнага аўтара, адрас электроннай пошты аўтара, з якім можна весці перапіску (звычайны шрыфт, выраўноўванне па цэнтры, у канцы радка знакі прыпынку не ставяцца);

анатацыя на мове артыкула (100–200 слоў курсівам без абзацнага водступу, выраўноўванне па шырыні);

ключавыя словы на мове артыкула (5–10 слоў, звычайны тэкст без абзацнага водступу, выраўноўванне па шырыні);

асноўны тэкст артыкула;

спіс выкарыстаных крыніц;

анатацыя (не менш за 100 слоў) і ключавыя словы (5–10 слоў) на дзвюх іншых афіцыйных мовах часопіса.

Анатацыя (аўтарскае рэзюмэ) павінна каротка прадстаўляць вынікі працы і быць інфарматыўнай, структураванай, зразумелай у адрыве ад асноўнага тэксту артыкула.

Ключавыя словы – набор слоў, якія адлюстроўваюць змест тэксту ў тэрмінах аб'екта, навуковай галіны і метадаў даследавання.

Асноўны тэкст артыкула павінен складаць не больш за два аўтарскія аркушы (2 аўт. арк. – каля 80 тыс. знакаў, або 32 с.). Аб'ём кароткіх паведамленняў, рэцэнзій і хронікі – да 0,5 аўт. арк. (20 тыс. знакаў, або 8 с.). У аб'ём артыкула таксама ўваходзяць табліцы і малюнкi, колькасць якіх не павінна перавышаць 15. Выкладзены матэрыял павінен быць дакладна структураваным і змяшчаць раздзелы: уводзіны, мэты і задачы, метады, вынікі, заключэнне (высновы). Назвы раздзелаў друкуюцца вялікімі літарамі паўтлустым шрыфтам з абзацным водступам, выраўноўванне па цэнтры.

Спіс выкарыстаных крыніц (рэкамендуецца да 40 спасылак) афармляецца ў адпаведнасці з патрабаваннямі Вышэйшай атэстацыйнай камісіі Рэспублікі Беларусь (ДАСТ 7.1-2003). Цытаваная літаратура прыводзіцца агульным спісам у алфавітным парадку, спасылкі ў тэксце даюцца парадкавым нумарам у квадратных дужках (напр., [1]), раздзяляльнік – кропка з коскай; спасылкі на неапублікаваныя працы не дапускаюцца. У выпадку пералічэння некалькіх крыніц у адной спасылцы яны падзяляюцца кропкай з коскай (напр., [1; 2; 3; 4 і г.д.]).

У канцы артыкула прыводзіцца дзве анатацыі ў наступным парадку: у рускамоўных артыкулах – спачатку на беларускай мове, затым на англійскай; у англамоўных – спачатку на беларускай, потым на рускай; у беларускамоўных – спачатку на рускай, потым на англійскай. Пасля тэксту анатацыі прыводзіцца ключавыя словы на адпаведнай мове (5–10 слоў, звычайнае напісанне, без абзацнага водступу, выраўноўванне па шырыні).

IV. Электронны варыянт артыкула прадстаўляецца на электронным носьбіце або дасылаецца па электроннай пошце ў рэдакцыю часопіса – litasfera@geologiya.by. Тэкст павінен быць набраны ў фармаце, які падтрымліваецца праграмай Microsoft Word (рэкамендуюцца фарматы *.doc, *.docx), формулы – у рэдактары MathType. Устаўка сімвалаў выконваецца праз меню «Устаўка / Сімвал», верхнія і ніжнія індэксы (C₁, C₄) – праз меню «Шрыфт / Верхні індэкс», «Шрыфт / Ніжні індэкс». Для вылучэння тэкставых фрагментаў выкарыстоўваецца паўтлусты шрыфт ці курсіў. Для раздзялення дзесятковых дробаў выкарыстоўваецца коска (у артыкулах на англійскай мове – кропка).

V. Чорна-белыя і каляровыя малюнкi ўстаўляюцца ў тэкст артыкула пасля першай згадкі, а таксама даюцца ў выглядзе асобных файлаў у высокім распазнаванні (не менш за 300 пунктаў на цалю). Пажадана таксама падаваць іх у фармаце арыгінала (Corel, дыяграмы ў Excel, Origin Pro і г.д.). Тэкст на малюнках набіраецца асноўнай гарнітурай, прычым напісанне сімвалаў (грэчаскае, лацінскае) павінна адпавядаць іх напісанню ў тэксце. Памер кегля сувымерны з памерам малюнка. Фатаграфіі падаюцца ў выглядзе файлаў (tif, jpg, png, eps) і ў надрукаваным выглядзе.

VI. Артыкул, які паступіў у рэдакцыю, накіроўваецца на рэцэнзію. Асноўным крытэрыем мэтазгоднасці публікацыі з'яўляюцца навізна і інфарматыўнасць артыкула. Артыкулы не па профілі часопіса вяртаюцца аўтарам пасля заключэння рэдкалегіі. Аформленне не па правілах часопіса артыкулы рэдакцыяй не прымаюцца.

Матэрыялы для публікацыі трэба накіроўваць на адрас: вул. Акадэміка Купрэвіча, 7, к. 228, рэдакцыя навуковага часопіса «Літасфера», 220084, г. Мінск, Рэспубліка Беларусь, тэл. для даведак: +375 17 395 99 78; альбо па электроннай пошце: litasfera@geologiya.by.

Часопіс выходзіць 2 разы на год, па адным нумары на паўгоддзе, артыкулы для апублікавання прымаюцца круглагадова.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

I. В журнале «Літасфера» публикуются оригинальные (ранее не опубликованные) статьи, соответствующие тематике журнала. К статье, направляемой в редакцию журнала, должны прилагаться следующие документы:

- распечатанный текст статьи, подписанный автором или авторами, и его эквивалентная электронная копия;
- разрешение на опубликование представленных материалов в открытом доступе;
- рецензия (при наличии);
- сопроводительное письмо от организации.

II. Статья предоставляется в редакцию в одном экземпляре на белорусском, русском или английском языке; шрифт – Times New Roman, кегль – 12 (в том числе в формулах); межстрочный интервал – 1,15; абзац – 1,25 см; поля: слева – 2,5 см, снизу – 2 см, справа и сверху – 1,5 см; номер страницы проставляется внизу по центру. Занумерованные формулы выносятся в отдельную строку.

III. Статья должна иметь следующую структуру:

- индекс по универсальной десятичной классификации (УДК);
 - название статьи (прописные буквы, полужирный шрифт, выравнивание по центру);
 - инициалы и фамилии авторов (полужирный шрифт, выравнивание по центру);
 - полное наименование учреждений с указанием почтового адреса, почтового индекса, города, страны для каждого автора, адрес электронной почты автора, с которым можно вести переписку (обычный шрифт, выравнивание по центру, в конце строки знаки препинания не ставятся);
 - аннотация на языке статьи (100–200 слов курсивом без абзацного отступа, выравнивание по ширине);
 - ключевые слова на языке статьи (5–10 слов без абзацного отступа, выравнивание по ширине);
 - основной текст статьи;
 - список использованных источников;
 - аннотация (не менее 100 слов) и ключевые слова (5–10 слов) на двух других официальных языках журнала.
- Аннотация (авторское резюме) должна кратко представлять результаты работы и быть информативной, структурированной, понятной в отрыве от основного текста статьи.

Ключевые слова – набор слов, отражающих содержание текста в терминах объекта, научной отрасли и методов исследования.

Основной текст статьи должен составлять не более двух авторских листов (2 авт. л. – около 80 тыс. знаков, или 32 с.). Объем коротких сообщений, рецензий и хроники – до 0,5 авт. л. (20 тыс. знаков, или 8 с.). В объем статьи также входят таблицы и рисунки, число которых не должно превышать 15. Изложенный материал должен быть четко структурированным и содержать разделы: введение, цели и задачи, методы, результаты, заключение (выводы). Названия разделов печатаются прописными буквами полужирным шрифтом с абзацным отступом, выравнивание по центру.

Список использованных источников (рекомендуется до 40 ссылок) оформляется в соответствии с требованиями Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь (ГОСТ 7.1-2003). Цитируемая литература приводится общим списком в алфавитном порядке, ссылки в тексте даются порядковым номером в квадратных скобках (напр., [1]), разделитель – точка с запятой; ссылки на неопубликованные работы не допускаются. В случае перечисления нескольких источников в одной ссылке они разделяются точкой с запятой (напр., [1; 3; 8 и т. д.]).

В конце статьи приводятся две аннотации в следующем порядке: в русскоязычных статьях – сначала на белорусском языке, затем на английском; в англоязычных – сначала на белорусском, затем на русском; в белорусскоязычных – сначала на русском, затем на английском. После текста аннотации указываются ключевые слова на соответствующем языке (5–10 слов, обычное начертание, без абзацного отступа, выравнивание по ширине).

IV. Электронный вариант статьи предоставляется на электронном носителе или присылается по электронной почте в редакцию журнала – litasfera@geologiya.by. Текст должен быть набран в формате, поддерживаемом программой Microsoft Word (рекомендуются форматы *.doc, *.docx), формулы – в редакторе MathType. Вставка символов выполняется через меню «Вставка / Символ», верхние и нижние индексы (C^2 , C_4) – через меню «Шрифт / Верхний индекс», «Шрифт / Нижний индекс». Для выделения текстовых фрагментов используется полужирный шрифт или курсив. Для разделения десятичных дробей используется запятая (в статьях на английском языке – точка).

V. Черно-белые и цветные рисунки вставляются в текст статьи после первого упоминания, а также даются в виде отдельных файлов в высоком разрешении (не менее 300 точек на дюйм). Желательно также предоставлять их в формате оригинала (Corel, диаграммы в Excel, Origin Pro и т. д.). Текст на рисунках набирается основной гарнитурой, причем начертание символов (греческое, латинское) должно соответствовать их начертанию в тексте. Размер кегля соизмерим с размером рисунка. Фотографии предоставляются в виде файлов (tif, jpg, png, eps и др.) и в распечатанном виде.

VI. Поступившая в редакцию статья направляется на рецензию. Основным критерием целесообразности публикации являются новизна и информативность статьи. Статьи не по профилю журнала возвращаются авторам после заключения редколлегии. Оформленные не по правилам журнала статьи редакцией не принимаются.

Материалы для публикации следует направлять по адресу: ул. Академика Купревича, 7, к. 228, редакция научно-го журнала «Літасфера», 220084, г. Минск, Республика Беларусь, тел. для справок: +375 17 395 99 78; либо по электронной почте: litasfera@geologiya.by.

Журнал выходит 2 раза в год, по одному номеру в полугодие, статьи для опубликования принимаются круглогодично.

AUTHOR GUIDELINES

I. The journal "Litasfera" publishes original (previously unpublished) articles that correspond to the topics of the journal. The following documents must be attached to the article sent to the editorial office:

- printed text of the article, signed by the author/authors, and its equivalent electronic copy;
- permission to publish submitted materials in the public domain;
- review (if available);
- cover letter from the organization.

II. The article is submitted to the editorial office in one copy in Belarusian, Russian or English; font – Times New Roman, size – 12 (including in formulas); line spacing – 1.15; paragraph – 1.25 cm; margins: left – 2.5 cm, bottom – 2 cm, right and top – 1.5 cm; the page number is placed at the bottom center. Numbered formulas are placed on a separate line.

III. The article should have the following structure:

- Universal Decimal Classification index (UDC);
- title of the article (capital letters, bold type, center alignment);
- initials and surnames of authors (bold type, center alignment);
- full name of the institutions with the postal address, postal code, city, country for each author, the corresponding author's e-mail address (regular font, center alignment, no punctuation marks at the end of the line);
- abstract in the language of the article (100–200 words in italics without paragraph indent, justified alignment);
- keywords in the language of the article (5–10 words, plain text without paragraph indent, justified alignment);
- main text of the article;
- list of references;
- abstracts (at least 100 words) and keywords (5–10 words) in two other official languages of the journal.

The abstract (author's summary) should briefly present the results of the work and be informative, structured, understandable in isolation from the main text of the article.

Key words are a list of words that reflect the content of the text in terms of the object, scientific field and research methods.

The main text of the article should be no more than two author's sheets (2 auth. sheets are about 80 thousand characters or 32 pages). The volume of research briefs, reviews and chronicles is up to 0.5 author's sheet (20 thousand characters or 8 pages). The volume of the article also includes tables and figures, the number of which should not exceed 15. The material presented must be clearly structured and contain sections: introduction, goals and objectives, methods, results, conclusions. Section titles are printed in capital letters, bold, with paragraph indent, centered.

The list of references (up to 40 links recommended) is drawn up in accordance with the requirements of the Higher Attestation Commission of the Republic of Belarus (GOST 7.1-2003). The cited literature is listed in alphabetical order, references in the text are given by number in square brackets (e. g., [1]), the separator is a semicolon; references to unpublished works are not allowed. In case of listing multiple sources in one link, they are separated by a semicolon (e. g., [1; 2; 3; 4, etc.]).

At the end of the article, two abstracts are given in the following order: in Russian-language articles the first one is in Belarusian, the second one is in English; in English – in Belarusian, then in Russian; in Belarusian – in Russian, then in English. After the text of the abstract, the key words in the corresponding language are given (5–10 words, regular font, without paragraph indent, justified).

IV. The electronic version of the article is provided on electronic media or sent by e-mail to the editorial office of the journal – litasfera@geologiya.by. The text must be typed in a format supported by Microsoft Word (*.doc, *.docx formats are recommended), formulas – in the MathType editor. Inserting characters are done through the "Insert / Symbol" menu, superscripts and subscripts (C^2 , C_4) – through the menu "Font / Superscript", "Font / Subscript". Bold or italics are used to highlight text fragments. A comma is used to separate decimals (in articles in English – a period).

V. Black-and-white and color drawings are inserted into the text of the article after the first mention, and are also provided as separate files in high resolution (at least 300 dpi). It is also desirable to provide them in the original format (Corel, diagrams in Excel, Origin Pro, etc.). The text in the figures is typed in the main typeface, and the style of the characters (Greek, Latin) must correspond to their style in the text. The font size is commensurate with the size of the picture. Photos are provided as files (tif, jpg, png, eps) and printed.

VI. The article received by the editorial office is sent for review. The main criterion for the expediency of publication is the novelty and information content of the article. Articles not related to the profile of the journal are returned to the authors after the conclusion of the editorial board. Articles that do not follow the rules of the journal are not accepted by the editors.

Materials for publication should be sent to: 7 Akademika Kuprevicha St, room 228, editorial office of the scientific journal "Litasfera", 220084, Minsk, Republic of Belarus, tel. for inquiries: +375 17 395 99 78; or by e-mail: litasfera@geologiya.by.

The journal is published twice a year, one issue per six months, articles are accepted for publication year-round.

Навуковае выданне

ЛІТАСФЕРА

2 (61)

2024

Камп'ютарная вёрстка *А. А. Мікулевіч*
Карэктар *І. У. Счаснюк*

Падпісана ў друк 29.11.2024. Фармат 60×90/8.
Папера каландраваная. Друк лічбавы.
Ум. друк. арк. 17,75. Ул.-выд. арк. 11,5.
Наклад 100 экз. Заказ 24349_1.

Заснавальнік: Рэспубліканскае ўнітарнае прадпрыемства
«Навукова-вытворчы цэнтр па геалогіі».
Вул. Акадэміка Купрэвіча, 7, 220084, Мінск, Беларусь.
Тэл. (+375 17) 248 69 24.
E-mail: litasfera@geologiya.by.
www.lithosphere.by.

Republican Unitary Enterprise "Research and Production Center for Geology".
7 Akademika Kuprevicha St, 220084, Minsk, Belarus.

Выдавец і паліграфічнае выкананне:
таварыства з абмежаванай адказнасцю «Колорград».
ЛП № 02330/474 ад 08.09.2015.
Зав. Веласіпедны, 5-904, 220033, Мінск.
+375 17 361 91 40
post@segment.by
segment.by