

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СТРАТИФИКАЦИЯ ВОДОСОДЕРЖАЩИХ ГОРИЗОНТОВ И КОМПЛЕКСОВ НОВОХОПЁРСКОГО НИКЕЛЕНОСНОГО РАЙОНА. Статья 1. Докембрий и палеозой

В. Л. Бочаров, О. А. Бабкина, Л. Н. Строгонова, В. М. Рыборак

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 4 августа 2015 г.

Аннотация: рассмотрены стратифицированные образования ранних этапов становления кристаллического фундамента (протерозой) и осадочного чехла (девон) Новохопёрского никеленосного района, приуроченного к Калач-Эртильскому (Хопёрскому) макроблоку Воронежского кристаллического массива. Они представлены чрезвычайно разнообразным структурно-вещественным спектром горных пород, содержащих подземные воды. Геологическая разведка и последующая эксплуатация никелевых месторождений района будет связана со значительным потреблением водных ресурсов, прежде всего, подземных вод. В этой связи геологическая стратификация водосодержащих породных комплексов будет способствовать оптимизации водопотребления на горнотехнические нужды.

Ключевые слова: геологическая стратификация, кристаллический фундамент, никеленосный район, протерозой, девон, серия, свита, толща, породные комплексы, кора выветривания, подземные воды.

GEOLOGICAL STRATIFICATION OF THE WATER-CONTAINING HORIZONS AND COMPLEXES NOVOKHOPYORSKY NICKEL DISTRICT ARTICLE 1. THE PRECAMBRIAN AND PALEOZOIC

SUMMARY THE STRATIFIED FORMATIONS OF EARLY STAGES OF FORMATION OF THE CRYSTAL BASE (PROTEROZOIC) SEDIMENTARY COVER (DEVON) OF THE NOVOKHOPYORSKY THE NICKEL CONTAINING AREA DATED FOR THE ERTILSKY (HOPYORSKY) MACROBLOCK OF THE VORONEZH CRYSTAL MASSIF ARE CONSIDERED. THEY ARE REPRESENTED BY AN EXTREMELY VARIOUS STRUCTURAL AND MATERIAL RANGE OF THE ROCKS CONTAINING UNDERGROUND WATER. GEOLOGICAL RECONNAISSANCE AND THE SUBSEQUENT OPERATION OF NICKEL HELDS OF THE AREA WILL BE CONNECTED WITH A SIGNIFICANT CONSUMPTION OF WATER RESOURCES, FIRST OF ALL UNDERGROUND WATERS. IN THIS REGARD GEOLOGICAL STRATIFICATION OF THE WATER CONTAINING PEDIGREE COMPLEXES WILL PROMOTE OPTIMIZATION OF WATER CONSUMPTION FOR MINING NEEDS.

KEYWORDS GEOLOGICAL STRATIFICATION, THE CRYSTAL BASE, THE THE NICKEL CONTAINING AREA, THE PROTEROZOIC, DEVON, A SERIES, SUITE, THICKNESS, PEDIGREE COMPLEXES, AERATION BARK, UNDERGROUND WATER. OPTIMIZATION OF WATER CONSUMPTION FOR MINING NEEDS.

Введение

Новохопёрский никеленосный район занимает восточную часть новой никеленосной провинции Российской Федерации и приурочен к докембрийским, преимущественно мафитовым породным ассоциациям, образующим интрузивные и дайковые тела в Калач-Эртильском (Хопёрском) блоке Воронежского кристаллического массива (ВКМ [1]). В отличие от ранее выявленных на территории ВКМ никеленосных объектов, связанных с дифференцированными ультрамафит-мафитовыми телами (Нижнемамонское, Подколдновское месторождения, Юбилейное, Астаховское, Артюховское и другие рудопроявления [2]), тяготеющих к восточной периферии Лосевско-Мамонской структурно-формационной зоны, рудоносные норитовые и норит-диоритовые тела контролируются

субмеридиональным Новохопёрско-Шумилинским разломом и оперяющими его разрывными нарушениями субширотного простираения более мелкого порядка. К настоящему времени здесь выявлено два месторождения сульфидных медно-никелевых и никель-кобальтовых руд с платиновыми металлами и золотом – Еланское и Ёлкинское [3, 4; рис. 1]. В качестве перспективных на обнаружение сульфидных медно-никелевых руд можно рассматривать также установленные в этом районе норитовые тела – Бороздиновское, Новопокровское, Троицкое, геологоразведочные работы на которых были прекращены в начале 90-х гг. прошедшего столетия.

Специфика этих месторождений заключается в том, что в сравнительно малых объёмах силикатной массы интрузивных крутопадающих норитовых тел заключе-

ны весьма значительные объёмы рудной массы, вещественный состав которой приближается к существенно никелевым богатым рудам коматиитов Западной Австралии. Начиная с 2012 года, осуществляются интенсивные геологоразведочные работы на Еланском и Ёлкинском месторождениях. Конечная цель этих работ – определение и утверждение запасов полезных компонентов и строительство горно-обогатительного комбината по добыче никелевой руды.



Рис. 1. Положение Новохопёрского никеленосного района на карте Воронежской области

Известно, что разведка и эксплуатация рудных месторождений, включая обогащение руд, требуют весьма значительных затрат водных ресурсов. В этой

связи особую актуальность приобретает геологическое изучение водосодержащих стратиграфических подразделений осадочного чехла и метаморфических образований, вмещающих никеленосные тела основных магматических пород. Осадочные породы Воронежской антеклизы и Прихопёрья в частности изучались многими исследователями. Среди них особое место занимают работы А.Д. Савко [5–8], в которых обобщены многолетние исследования по литологии, стратиграфии и истории развития этой обширной территории в центре европейской части России. Отдельные проблемы геологии региона, в частности девонской системы, породные ассоциации которой включают наиболее качественные подземные воды, нашли отражение в работах Г.Д. Родионовой [9] и А.В. Милаша [10, 11]. Современные представления о неотектонических структурах региона представлены в работе А.И. Трегуба [12]. В данной статье геологическая стратификация водосодержащих образований кристаллического фундамента и платформенного чехла Новохопёрского никеленосного района изложена в соответствии с «Легендой Воронежской серии листов Государственной геологической карты... [13]».

Нижний протерозой (PR₁)

Кристаллический фундамент представлен метаморфическими, ультраметаморфическими и метасоматическими породами воронцовской серии. Воронцовская серия, в свою очередь, разделена на нижнюю и верхнюю толщи [7]. Они различаются соотношением слагающих их пород и степенью метаморфизма. Между толщами не установлено чётких границ: они выделены условно (рис. 2).

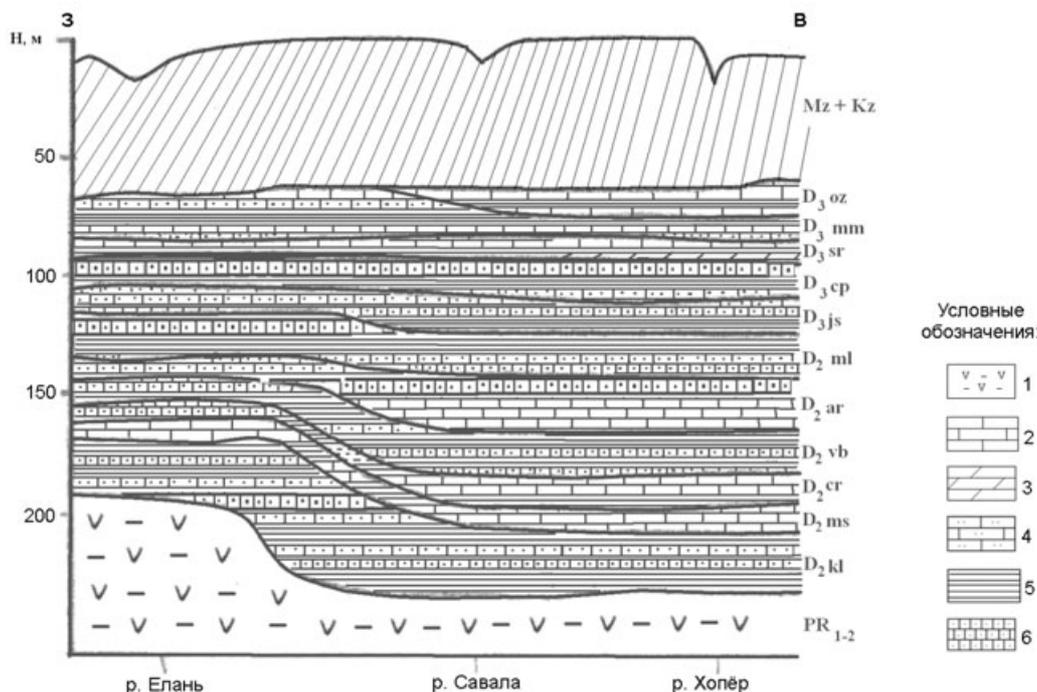


Рис. 2. Геологический разрез домезозойских отложений по линии Елань – Савала – Хопёр. Масштабы: горизонтальный: 1:300 000, вертикальный: 1:300. Условные обозначения: 1 – метапесчаники, сланцы, гнейсы; 2 – известняки; 3 – мергели; 4 – песчаники; 5 – глины; 6 – алевролиты.

Таблица 1

Обобщённая стратиграфическая схема до мезозойских отложений Новохопёрского никеленосного района

Глубины, м	Стратиграфический индекс	Породные ассоциации	Средняя мощность, м	Глубина подошвы, м
50	D_{3os}	Известняки, глины	11,6	61,6
	D_{3mm}	Глины, известняки, песчаники	16,0	77,6
	D_{3sr}	Известняки с прослоями глин, мергели	8,9	86,5
	D_{3cp}	Глины, песчаники	13,5	100,0
100	D_{3js}	Песчаники, алевролиты, глины	27,5	127,5
	D_{2ml}	Глины, алевролиты	22,5	150,0
150	D_{2ar}	Песчаники, известняки, аргиллиты	14,5	164,5
	D_{2yb}	Алевролиты, песчаники, глины	10,3	174,8
	D_{2cr}	Глины с прослоями песчаников	7,5	182,3
	D_{2ms}	Известняки с прослоями глин	11,1	193,4
200	D_{2kl}	Алевролиты, глины, песчаники, кора выветривания	6,6	200,0
	PR_{1vc}	Туфогравелиты, метапесчаники, сланцы, гнейсы		

Нижняя толща воронцовской серии ($PR_1^{1vc_1}$). Породы нижней толщи получили ограниченное распространение в юго-восточной части Новохопёрского никеленосного района в пределах Некрыловской антиклинали.

Они представлены ритмичным переслаиванием преобладающих метапесчаников, сланцев, часто филлитовидных, метаалевролитов (таблица 1).

Участками наблюдаются графитовые, биотит-плагиоклазовые, биотит-мусковитовые, гранат-биотитовые, гранат-кордиеритовые гнейсы, кристаллические сланцы со ставролитом, силлиманитом и андалузитом [14]. Спорадически отмечается присутствие скарноидов. Метапесчаники бластопаппитовой, гетерогранобластовой, лепидогранобластовой до роговиковой структуры, серые, тёмно-серые с массивной или ориентированной текстурой. Состав пород (в объёмных %): кварц – 50–75, полевой шпат (олигоклаз, реже альбит) – 15–25, биотит – 10–25, прочие (карбонаты, амфиболы, мусковит, эпидот, апатит, сфен, турмалин, циркон, рудные) – до 1–3%.

На ограниченных площадях метапесчаники превращены в гнейсы с андалузитом, силлиманитом, ставролитом, кордиеритом. Сланцы с лепидогранобластовой, элементами порфиробластовой структурой, серые, тёмно-серые со сланцеватой полосчатой текстурой. Состав (в объёмных %): кварц – 60–75, полевой шпат – 10–15, биотит – 10–20, мусковит, гранат, турмалин, сфен, циркон, карбонат, рудные, углеродистое вещество (в совокупности до 30–40 %). Кристаллические сланцы с порфиробластовой структурой, тёмно-серые до чёрных с микрогранобластовой основной массой, со сланцеватой, узловатой, гнейсовидной текстурой. В порфиробластах отмечаются ставролит, андалузит, кордиерит, биотит, скарноиды с мелкозернистой гетерогранобластовой структурой, светло-серые с зеленоватым оттенком массивной, иногда неяснослоистой текстурой. Состав (в объёмных %): кварц – 40–50, зелёная роговая обманка – 25–30, клиноциозит – 15–20, карбонат – 8–10, прочие

(плагиоклаз, сфен, гранат, рудные) – до 3–5 %. Роговая обманка, часто в виде порфиробласт (до 1 мм), содержит включения кварца, клиноциозита [14, 15].

Верхняя толща воронцовской серии ($PR_1^{1vc_2}$). Верхняя толща представлена породными ассоциациями нижней и верхней пачек.

Нижняя пачка ($PR_1^{1vc_2^1}$) пользуется наибольшим распространением. Она сложена переслаиванием сланцев, часто филлитовидных и метапесчаников, с преобладанием первых. Участками встречаются углеродосодержащие, сульфидосодержащие, карбонатсодержащие разности, скарноиды и редкие прослои слабометаморфизованных туфопесчаников. Сланцы с лепидогранобластовой, порфиробластовой мелкозернистой структурой серые, тёмно-серые, зеленоватосерые со сланцеватой текстурой. По минеральному составу близки сланцам нижней толщи. Состав (в объёмных %): кварц-полевошпатовая масса – до 40, серицит – 40–45, биотит – 15–20, хлорит и углеродистое вещество – до 5. Метапесчаники мелкозернистые серые, тёмно-серые с неяснослоистой текстурой, в целом подобны метапесчаникам нижней толщи. Присутствует туфогенный материал, обуславливающий переход к туфопесчаникам.

Верхняя пачка ($PR_1^{1vc_2^2}$) слагает Бороздиновскую и Синявско-Терновскую синклинали структуры. Она представлена переслаиванием сланцев, преимущественно филлитовидных, часто углерод- и сульфидсодержащих с прослоями метапесчаников. Широко развиты вулканокласто-осадочные породы. Сланцы филлитовидные, метапесчаники аналогичны описанным выше [14]. Вулканокласто-осадочные породы представлены туфогравелитами, туфопесчаниками, туфоалевролитами, реже туфами. Они образуют слои от долей метра до 40 м. Туфогравелиты представлены породами с псефитовой структурой. Они светло-, тёмно-серые с массивной неяснослоистой текстурой. Количество обломочного материала 25–35 %. Обломки угловатой, округлой формы гравийной размерности, до 35 мм, представлены андезитовыми порфири-

тами, липарито-дацитами, дацитами, кварцитовидными породами, кварцем, полевым шпатом. Цемент с микрофельзитовой структурой кварц-полевошпатовой, с избытком тонкой сыпи сульфидов и биотита. По цементу часто развиваются хлорит, карбонаты. Туфопесчаники и туфоалевролиты отличаются от туфогравелитов размерностью обломков и преобладанием (70–80 %) обломочного материала над цементом. Туфы – породы с псаммитовой, алевритовой структурой – серые, тёмно-серые с лиловым оттенком, разделяются на литокристалло-, витрокластические разности с массивной до неяснослоистой текстурой. Обломочный материал и цемент в них аналогичны таковым в туфогравелитах.

Коры выветривания. Образование кор выветривания наиболее интенсивно происходило в период существования денудационной поверхности от позднего протерозоя до живетского времени среднего девона. Выделяются площадные и линейные коры выветривания, элювиальный профиль которых представлен зонами начальных (преобладают) и промежуточных (неустойчивых) продуктов выветривания [6, 7]. Последние отмечаются преимущественно на интрузивных породах. Зоны устойчивых и конечных продуктов выветривания практически отсутствуют. На отдельных участках коры выветривания полностью размыты. Наиболее мощные (до 30 м) коры установлены на площадях развития ультрамафит-мафитовых образований и сланцах воронцовской серии, маломощные (до 5 м) – на гранитоидах бобровского комплекса. Коры выветривания начального разложения на всех образованиях в значительной мере сохраняют реликтовые участки материнских пород со свойственным им структурно-текстурным рисунком. Проявлены начальные процессы гидратации, хлоритизации, карбонатизации, монтмориллонитизации и каолинизации, характер которых определяется минералогическим составом исходных пород. В целом отмечается осветление последних за счёт интенсивной метасоматической переработки.

Зоны промежуточных продуктов выветривания, как правило, имеют дресвяно-глинистое сложение, а их минералогический состав напрямую зависит от состава пород субстрата. На метапесчаниково-сланцевых образованиях развивается монтмориллонит-каолинит-гидрослюдистый парагенезис. Охристо-хлорит-монтмориллонитовая ассоциация является типичной для промежуточных кор выветривания по ультрамафитам. Гранитоиды бобровского комплекса испытывают процессы каолинизации, хлоритизации.

Несмотря на широкое развитие кор выветривания, существенных проявлений высоких степеней гипергенной проработки исходных пород не наблюдается. Вместе с тем не исключена их положительная роль при образовании месторождений за счёт переотложения продуктов выветривания [6, 7].

В общем балансе подземных водных ресурсов нижнему протерозою принадлежит крайне незначительная роль. В отдельных участках Новохопёрского

никеленосного района в геолого-съёмочных и поисково-разведочных скважинах обнаружены трещинные воды преимущественно хлоридно-натриевого состава, не относящиеся к группе вод питьевого назначения. Присутствуют подобные воды также и в коре выветривания, в значительной степени насыщенные элементами группы железа, металлическими рудными, литофильными редкими элементами и тяжёлыми галлоидами. Из-за крайне низкой водообильности они также не нашли практического применения [16, 17].

Палеозой (PZ)

Палеозойские отложения представлены в Новохопёрском никеленосном районе средним и верхним девонem. В течение этих крупных седиментационных этапов, отвечающих эйфельскому, живетскому, ниже-среднефранскому и верхнефранско-фаменскому ярусам, сформировалась мощная водонасыщенная толща осадочных пород [7, 16]. Эйфельские отложения залегают на эродированную поверхность кристаллического фундамента, которая представляет собой пенеплен, слабо всхолмленный на севере [9]. По вещественному составу они расчленены на клинцовскую, мосоловскую и черныярскую свиты. В живетский этап сформировались мелководные морские осадки воробьевской, ардаатовской и муллинской свит, на которых трансгрессивно залегают песчано-глинистые отложения ястребовской, чаплыгинской, саргаевской свит и семилукского горизонта нижнего и среднего франа [7]. Завершают девонский разрез отложения верхнефранско-фаменского трансгрессивного этапа, среди которых доминируют карбонатно-терригенные породы, объединённые в мамонскую серию. На крайнем юго-востоке разрез наращивается известняками озёрской свиты.

Клинцовская свита (D_{2kl}). Отложения клинцовской свиты распространены повсеместно. Они представлены песчаниками, алевролитами и глинами, залегающими с угловым несогласием на кристаллических породах фундамента и коре выветривания, и перекрывающимися породами мосоловской свиты. Подошва свиты наклонена на северо-восток и юго-запад от 54 до 360 м. В составе свиты ведущая роль принадлежит песчаникам; преобладающий коэффициент глинистости от 5 до 15 %. На северо-западе и в центре района разрез сложен грубозернистыми песчаниками с прослоями алевропесчаников (до 9,3 м). На юго-востоке и востоке отложения клинцовской свиты представлены песчаниками с прослоями глин мощностью до 2 м в верхней и средней частях разреза. В основании свиты часто залегают гравелиты и конгломераты, мощность которых увеличивается с запада и востока к центру от 1,5–5 м до 36 м. Песчаники представляют собой мелко- и грубозернистые разновидности светлой окраски, кварцевые, полевошпатово-кварцевые с глинисто-карбонатно-кремнистым, реже карбонатно-кремнистым цементом. На Еланском месторождении в песчаниках клинцовской свиты отмечается сульфидный галенит-сфалеритовый цемент.

Мосоловская свита (D_{2ms}). Мосоловская свита распространена повсеместно. Она согласно залегает на клинцовской свите и перекрывается отложениями чернойской и воробьевской свит. Мосоловская свита представлена известняками с прослоями глин [7]. Подошва свиты плавно погружается в северо-восточном и юго-восточном направлениях. Отложения сложены преимущественно известняками. Коэффициент глинистости известняков обычно не превышает 20 % и в основном колеблется от 5 до 15 %, постепенно уменьшаясь в южном и восточном направлениях. Преобладают разрезы, сложенные органогенно-обломочными известняками с грубой, не четко выраженной узловато-волнистой слоистостью и тонкоплитчатой отдельностью, с многочисленными тонкими извилистыми прослоями серой известковистой глины. В кровле мосоловской свиты встречаются прослойки плотных монолитных известняков. Юго-восточнее хутора Вихлянцевский, в направлении хуторов Камышановский и Михайловский свита сложена тонкокристаллическими (иногда пелитоморфными) грубоплитчатыми крепкими известняками с небольшими прослоями глин (0,2–0,4 м), приуроченными к средней и нижней частям разреза. В целом же для района характерна приуроченность глинистых прослоев к нижней части свиты. Мощность отложений свиты увеличивается с юго-запада на северо-восток в направлении пос. Пыховка и Ёлка от 5 м до 35 м. Известняки имеют серую окраску, неравномерно перекристаллизованы и доломитизированы. В основании слоя известняки, часто с линзами и гнездами песчаного материала содержат раковины брахиопод, остракод, гастропод, членики криноидей различной степени сохранности. Встречаются также известняки брекчиевидного облика, доломитизированные и окварцованные. Глины имеют окраску от темно-серой до черной и также содержат обломки раковин и скелетные остатки морских организмов.

Чернаяская свита (D_{2cr}). Свита, представлена глинами с прослоями алевролитов и известняков. Она залегает согласно на отложениях мосоловской свиты и перекрывается породами вышележающей воробьевской свиты. Подошва чернойской свиты плавно погружена в северо-восточном и юго-восточном направлениях (пос. Красное, Новохопёрский). Литологический разрез свиты выдержан и представлен преимущественно аргиллитоподобными глинами. Прослойки песчаников мощностью до 3,5 м и органогенных известняков мощностью до 0,5 м приурочены к основанию разреза свиты. Коэффициент песчаности варьирует от 5 до 15 %. На западе, юго-востоке района и в виде отдельных участков в северо-западной части (пос. Бороздиновский, Шевлягинский, Новопокровский) этот коэффициент возрастает до 40 %. Мощность отложений свиты возрастает к центру района до 14,5 м (пос. Елань-Колено); обычно же преобладают мощности 4–8 м. Аргиллитоподобные глины светло-зелёного цвета, тонкослоистые, плитчатые, плотные, содержат неравномерно распределённые

раковины брахиопод, а также пиритизированные растительные остатки. Глины представлены тонкодисперсной разновидностью иногда с примесью алевроитового материала. Эти породы в разной степени известковистые, неясно слоистые, комковатые и также содержат раковины брахиопод и углефицированные остатки растений. Алевропесчаники, содержащиеся в толще глин, представлены грубо-плитчатой кварцсодержащей разновидностью тёмно-серого цвета. Переход от глин к алевропесчаникам постепенный, неясно выраженный.

Воробьевская свита (D_{2vb}). Воробьевская свита представлена алевролитами, песчаниками и глинами. Её отложения распространены на всей территории и отсутствуют только в пределах вулканических построек вдоль субмеридионального Новохопёрско-Шумилинского глубинного разлома [7, 12]. Породы свиты залегают с размывом на чернойской и мосоловской свиты. Воробьевская свита погружается в северо-восточном и юго-восточном направлениях от центральной части района (пос. Терновский, Абрамовка). Строение свиты двухчленное. Преобладают разрезы с явной доминантой нижней песчаниковой пачки, мощность которой на северо-западе (пос. Сосновский) достигает 22 м. Верхняя пачка представлена аргиллитоподобными глинами, иногда с прослоями карбонатных глин и известняков мощностью 0,1–0,3 м. В карбонатных прослоях установлены многочисленные раковины брахиопод и их детрит. Мощность свиты возрастает в восточной части района (пос. Долгинка) с 11,0 до 41,5 м. Песчаники в основной своей массе тонкозернистые, в подошве – крупнозернистые до гравелитов, серые, кварцевые, слюдяные, с глинистым и карбонатно-глинистым цементом. Они содержат шамозитовые и железистые оолиты. Акцессорные минералы представлены циркон-турмалин-ставролитовой ассоциацией. Аргиллитоподобные глины и алевролиты тонкоплитчатые, листоватые, хорошо отмученные, имеют серовато-зелёную окраску. На плоскостях плитчатости отмечаются пиритизированные растительные остатки, а также единичные зубы рыб.

Ардатовская свита (D_{2ar}). Отложения свиты представлены песчаниками, аргиллитоподобными глинами и известняками. Подошва свиты погружается в северо-восточном и юго-восточном направлениях. Литологический разрез свиты начинается тонкозернистыми, часто горизонтально слоистыми песчаниками, содержащими прослойки оолитового материала мощностью 0,1–0,3 м. Далее следует аргиллитоподобные глины с прослоями известняков. Иногда встречаются прослойки осадочных брекчий. Разрез свиты завершается известняками [7]. Мощность свиты увеличивается в восточном направлении от 15,5 до 46 м (пос. Солонцовский). В этом же направлении увеличиваются и мощности средней (глины) и верхней (известняки) пачек свиты. Глины имеют зеленовато-серую до коричневой окраску, тонкую горизонтальную слоистость с плитчатой и листоватой отдельностью. В по-

родах постоянно отмечаются включения пирита, мелких углефицированных остатков растений, обломков брахиопод и остракод. Известняки микро-, мелкокристаллические, органогенно-детритовые, светло-серые до кремовых, участками перекристаллизованные и железнённые. Они состоят на 70–80 % из детрита криноидей, брахиопод, остракод. Песчаники верхней пачки представлены средне- и крупнокристаллической разновидностями. Они по составу преимущественно кварцевые, в подошве оолитовые, с глинисто-карбонатным цементом. Ардатовская свита, также как и воробьёвская, отсутствует в пределах вулканических построек. Ассоциация акцессорных минералов включает амфибол, рутил, турмалин, циркон.

Муллинская свита (D_{2ml}). В пределах вулканических построек отложения муллинской свиты, представленные глинами, алевролитами и песчаниками, также не установлены. Породы свиты без следов размыва залегают на ардатовских отложениях и перекрываются отложениями ястребовской свиты [7]. В литологическом разрезе преобладают глины, которые формируют верхнюю часть муллинской свиты. Песчаники с прослоями алевролитов тяготеют к основанию свиты. На севере и в центре района их количество достигает 40 % (пос. Подосиновка, Русаново). Для основной части территории характерен коэффициент песчаности, составляющий менее 20 %. Песчаники вверх по разрезу часто замещаются алевролитами. Мощность муллинской свиты увеличивается в северном и северо-восточном направлении от 5 до 23 м (пос. Сорокинский, Сосновский, Башковский). Глины и аргиллитоподобные их разновидности имеют преимущественно гидрослюдистый состав, характеризуются тонкой горизонтальной слоистостью, листоватой отдельностью и включают обломочный материал (до 15 %). Песчаники мелко- и среднезернистые алевроитовые, преимущественно кварцевые. Они имеют светлую окраску, горизонтальную слоистость, глинистый и реже карбонатный цемент, каолинизированные. Акцессорная минеральная ассоциация представлена цирконом, дистеном, гранатами, рутилом.

Ястребовская свита (D_{3js}). Породы свиты представлены песчаниками, алевролитами, глинами. Отложения свиты залегают с размывом на породах муллинской свиты, перекрывается чаплыгинскими отложениями и неогеном. Подошва свиты погружается в северо-восточном и юго-восточном направлениях от +32 м до -227 м и -288 м. В строении свиты преобладают песчаники и алевролиты, формирующие иногда от 3 до 7 крупных ритмопачек с песчаниками в основании, алевролитами и глинами сверху, мощностью от 5 до 11 м [7]. По соотношению пород в разрезе выделяются: центральная и западная, существенно песчаниковая, зоны (коэффициент глинистости 10–30 %), где маломощные прослои глин сосредоточены в средней и верхней части свиты, и восточная – песчано-глинистая (коэффициент глинистости 70 %). Песчаники мелко- и среднезернистые зеленовато-серые до белых, кварцевые, слю-

дисто-кварцевые с глинистым цементом и циркон-турмалин-ставролитовой акцессорной ассоциацией. Наблюдаются прослои оолитов и линз сидеритизированных песчаников. Алевролиты серые слюдисто-кварцевые плитчатые с пиритизированными растительными остатками. Аргиллитоподобные глины коричневые плитчатые, часто обогащены железистыми оолитами, содержат маломощные прослои алевролитистых глин темно-серых, черных тонкогоризонтально-слоистых.

Ястребовская свита отсутствует на северо-западе и в пределах вулканических построек.

Чаплыгинская свита (D_{3cp}). Свита представлена глинами и песчаниками, залегающими на ястребовских отложениях. Она согласно перекрывается саргаевскими отложениями и с размывом – неогеновыми и меловыми. Подошва свиты погружается на восток от +56 м до -276 м. В строении свиты ведущая роль отведена глинистым отложениям [5]. Преобладающий коэффициент глинистости – 60–80 %. В центре и на юге района глины уступают место песчаникам. Коэффициент глинистости снижается до 30 %. Как правило, разрезы здесь представлены переслаиванием аргиллитоподобных глин, песчаников и алевропесчаников. Мощность свиты в полных разрезах увеличивается на северо-восток от 14 м до 50 м. Аргиллитоподобные глины светло-коричневые, голубовато-серые, тонкоплитчатые до листоватых с отпечатками фауны на плоскостях плитчатости. Глины зеленовато-серые, тонкоплитчатые тонкодисперсные с примесью алевролитового (до 30 %) и песчаного (до 2,5 %) материала. Алевролиты светло-серые, коричневые существенно кварцевые грубо-плитчатые, слабосцементированные с обломками раковин. Песчаники мелкозернистые алевролитистые голубовато-серые слюдисто-полевошпат-кварцевые, иногда линзовидно- и волнисто-слоистые плитчатые с глинистым цементом и турмалин-гранат-циркон-рутиловой ассоциацией.

Чаплыгинская свита отсутствует на северо-западе, где размыва в неогеновое время, и в пределах вулканических построек.

Саргаевская свита (D_{3sr}). Свита представлена известняками с прослоями глин и мергелей и залегают согласно на чаплыгинской свите, перекрываясь, в свою очередь, семилукским горизонтом верхнего девона, а также мелом, неогеном и плейстоценом [18]. Подошва плавно погружается в северо-восточном и юго-восточном направлениях от +69 м до -177 м. В разрезе преобладают известняки, в кровле глинистые, часто трещиноватые с прослоями ракушняка, в средней части – массивные неравномерно перекристаллизованные, в нижней – с прослоями карбонатных алевролитистых глин, мергелей и конгломератовидных известняков; встречаются железистые оолиты. Среди известняков доминируют органогенно-обломочные и органогенно-шламовые разности, встречаются брахиоподовые, остракодовые и хемогенные, конгломератовидные, неравномерно глинистые, в разной степени перекристаллизованные разновидности. Мощ-

ность свиты 10–15 м, максимальная на севере и в центре – 18 м.

Саргаевская свита отсутствует на северо-западе, западе, юго-востоке и в пределах вулканических построек.

Семилукский горизонт (D_{3sm}). Семилукский горизонт распространен в поле саргаевской свиты и представлен глинами с прослоями известняков. Горизонт залегает согласно на саргаевских отложениях, перекрывается петинско-воронежской подтолщей, неогеном и плейстоценом [7]. Подошва погружается на северо-восток с +68 м до -126 м вблизи вулканических построек. Она осложнена локальными малоамплитудными поднятиями и впадинами. В разрезе преобладают глины с прослоями известняков мощностью от 0,1 м до 3 м. Они характерны для северной и центральной частей района (пос. Елань-Колено, Троицкое). Мощность отложений в полных разрезах изменяется от 3 м до 16 м, преобладает 3–8 м. Горизонт выклинивается на юго-востоке района. Глины алевроитистые зеленовато-серые, в подошве черные, гидрослюдистые тонкоплитчатые карбонатизированные с углефицированными растительными остатками и раковинами [7]. Известняки органогенно-детритовые, органогенно-шламовые (органические остатки представлены раковинами брахиопод, остракод, члениками криноидей) серо-зеленые, светло-серые неравномерно перекристаллизованные, трещиноватые, ожелезненные.

Мамонская серия (D_{3mt}) включает петинско-воронежскую, евлановско-ливенскую, задонско-елецкую и лебедянско-плавскую толщи.

Петинско-воронежская толща (D_{3pt-vr}). Толща представлена аргиллитоподобными глинами, известняками, песчаниками, вблизи вулканов туфопесчаниками. Отложения толщи залегают с размывом на семилукской и чаплыгинской свитах, перекрывается евлановско-ливенской толщей, мелом и неогеном. Подошва толщи плавно погружается на северо-восток и юго-восток от +66,8 м до -122,8 м и -230,7 м. На севере и в центре района (пос. Ёлка) верхняя часть разреза представлена аргиллитоподобными глинами с прослоями (до 0,4 м) известняков (до 10–25 %), а нижняя песчаниками; на юге – аргиллитоподобными глинами с прослоями песчаников, алевролитов и оолитовых железистых песчаников. Мощность толщи достигает 28 м. Максимальные мощности прослеживаются прерывистой полосой с севера на юг вдоль Шумилинско-Новохоперского глубинного разлома. Песчаники мелко- и среднезернистые светло-серые, реже пестроокрашенные, полевошпат-кварцевые и слюдисто-полевошпат-кварцевые массивные горизонтально-слоистые, с глинистым, глинисто-сидеритовым, кальцитово-глинистым цементом и акцессорной циркон-ставролит-дистеновой ассоциацией, с включениями железистых оолитов в кровле. Алевролиты светло-зеленовато-серые слюдистые плитчатые, неравномерно глинистые с большим количеством пиритизированных растительных остатков. Глины алеври-

тистые серые, табачно-зеленые гидрослюдистые плитчатые с углефицированными растительными остатками. Известняки органогенно-обломочные криноидные, криноидно-брахиоподовые светло-серые глинистые. Туфопесчаники мелкозернистые зеленовато-серые полимиктовые с примесью гравийных зерен, с каолинит-глинисто-карбонатным цементом, с примесью пирокластических обломков. Пустоты выщелачивания заполнены зеленым хлорит-глинистым веществом с примазками пирита по стенкам.

Отложения петинско-воронежской толщи отсутствуют на северо-западе, западе и в пределах вулканических построек.

Евлановско-ливенская толща (D_{3ev-lv}). Евлановско-ливенская толща распространена только на востоке, представлена аргиллитоподобными глинами, известняками с прослоями песчаников. Она залегает согласно на петинско-воронежской толще, перекрывается задонско-елецкой, а также отложениями мела и неогена. Подошва толщи резко погружается на юго-восток от +66 м до -200 м. В обобщенном виде разрез толщи выглядит следующим образом. В основании залегают песчаники и алевролиты, мощность которых составляет 4–4,5 м, выше – глины с прослоями известняков и песчаников. К востоку и северо-востоку района (пос. Красное) мощность песчаников уменьшается до 0,3 м, а известняков возрастает, достигая 29 м. В аргиллитоподобных глинах появляются включения железистых оолитов. Мощность увеличивается в юго-восточном направлении от 14 м до 57 м (хут. Полежаевский). Глины зеленовато-серые, участками светло-коричневые мергелеподобные известковистые, местами слоистые плитчатые с редкими остатками остракод, брахиопод и члениками криноидей. Известняки микро- и мелкокристаллические органогенно-детритовые, органогенно-псаммитовые зеленовато-серые, светло-серые крепкие массивные с раковинами гастропод, остропод, брахиопод, участками неравномерно перекристаллизованные трещиноватые, трещины заполнены кальцитом. Песчаники мелко- и среднезернистые светло-зеленовато-коричнево-серые кварцевые с глинистым, известково-глинистым цементом, с зернами слюды и глауконита, хорошо сортированные.

Задонско-елецкая толща (D_{3zd-el}). Задонско-елецкая толща распространена на востоке района (пос. Варварино). Отложения толщи представлены известняками, глинами, песчаниками. Толща залегает согласно на евлановско-ливенских отложениях, перекрывается лебедянско-плавской толщей и породами мелового возраста. Подошва погружается на юго-восток от +50 м до -144 м, над вулканическими постройками приподнята до +60 м. Строение свиты в определенной степени ритмичное: нижняя часть разреза представлена песчаниками, часто в подошве грубозернистыми гравелитистыми, в кровле – оолитовыми железистыми песчаниками с прослоями известняков; верхняя – известняками. Преобладают разрезы с подчиненной ролью известняков (их количество не превышает 15 %). Мощность толщи увеличивается на

юго-восток от 14 м до 107 м (пос. Долиновский); отмечаются локальные участки повышения мощностей на северо-востоке. Известняки микро- и мелкокристаллические органогенно-детритовые, органогенно-обломочные зеленовато-, буровато-серые в верхней части узловато-волнисто-слоистые, участками конгломератовидные слабо доломитизированные неравномерно глинистые и перекристаллизованные. Глины зеленовато-, голубовато-серые плотные мергелеподобные, преимущественно известковистые, плитчатые со скоплениями железистых оолитов. Песчаники разнотернистые серые кварцевые с примесью слюды, глауконита, с глинистым, глинисто-известковистым и известковистым цементом [7].

Лебедянско-плавская толща (D₃lb-pl). Лебедянско-плавская толща распространена на востоке района. Она представлена известняками, глинами, мергелями, песчаниками. Залегает толща согласно на задонско-елецких отложениях, перекрывается озерской свитой и мелом. Подошва погружается в южном, юго-восточном направлениях от +34 м до – 37 м. На большей территории нижняя часть толщи представлена песками, песчаниками и глинами, верхняя – песчаниками и известняками. На северо-востоке преобладает глинисто-известняковый разрез. Мощность толщи увеличивается в восточном направлении от 14 м до 32 м (пос. Новоильменский). Глины зеленовато-серые известковистые неравномерно запесоченные тонкослоистые с прослоями мергелей, участками плотные. Известняки органогенно-обломочные, органогенно-детритовые серые, светло-серые волнисто-слоистые. Песчаники разнотернистые светло-серые, серые слюдисто-кварцевые с глинисто-карбонатным цементом.

Озерская свита (D₃oz). Озерская свита распространена на крайнем юго-востоке (хут. Солонцовский). Она представлена известняками и глинами и залегает с размывом на лебедянско-плавской толще, перекрываясь, в свою очередь, мелом. Разрез начинается известняками серыми, в подошве брекчиевидными, с прослоями песчаных глин, трещиноватыми (7,5 м); выше – мергели серые с прослоями доломитизированных известняков (5,5 м). В кровле присутствуют известняки светло-серые глинистые слюдистые с прослоями аргиллитоподобных глин (14,3 м). Общая мощность свиты 27,6 м. Известняки микро-, мелкокристаллические местами брекчиевидные светло-серые крепкие, в кровле трещиноватые, неравномерно глинистые доломитизированные, перекристаллизованные с прослоями ракушняка, сложенного раковинами брахиопод. Глины светло-серого цвета, комковатые доломитизированные, неравномерно запесоченные.

Озёрская свита завершает геологический разрез палеозоя (девона) в Новохопёрском никеленосном районе.

Девонские водоносные горизонты и комплексы играют заметную роль в водоснабжении населения района (0,26 тыс м³/сут.). Подземные воды обладают устойчивой естественной защищённостью. Здесь вы-

деляются два типа вод: воды питьевого назначения (в основном верхнедевонские) и минеральные воды до рассолов (средний девон). Воды первого типа гидрокарбонатно-сульфатные, кальциево-натриевые, реже кальциево-магниевые, слабощелочные, практически лишены нитратов и безупречны в бактериологическом отношении. Минеральные воды и рассолы (минерализация 35–120 г/дм³) имеют хлоридно-натриевый, либо хлоридно-натриево-кальцевый состав, насыщены тяжёлыми галоидами, редкими щелочными металлами до промышленных содержаний [17].

Как показано в работах [19–21], в осадочном чехле Воронежской антеклизы имеются многочисленные проявления в виде интерметаллидов эксгальационной деятельности (мантийной и коровой), которые могут влиять на состав подземных вод. Отличаясь весьма разнообразным химическим составом (золото пробности от 270 до 900, природные латуни, медь самородная и т.д.), зерна этих минералов имеют общую черту: неперемное присутствие летучих элементов: Hg до 13,098 %, Tl до 18,914 %, Sb до 1,335 %, As до 1,764 %, Te до 0,851 %. Выделен непрерывный ряд (геохимическая сукцессия) интерметаллидов, крайними членами которого являются соответственно существенно золотые сплавы (ауриды) и существенно медные (куприды); промежуточные имеют переходный состав.

Интерметаллиды возникают на геохимических барьерах в осадочном чехле как конечный продукт поэтапного процесса - проработка приразломного участка земной коры восходящими потоками летучих с экстракцией металлов, вплоть до дневной поверхности –возвратное движение частиц амальгам по гравитационным причинам и сгуживание металлоносных частиц на геохимических барьерах” – ”деамальгамация металлов”. Таким образом, интерметаллиды это минеральный эквивалент хорошо известных вторичных геохимических ореолов рассеяния.

Интересна геохимическая ситуация на площадях проявлений. Во вмещающих породах часто отмечаются высокие содержания Cr, признанного индикатора глубинности (как правило, 0,1–0,2 %) , а также – Sb (сотые доли %), изредка As (до 0,3 %), иногда Cu, Zn, W, то есть тех же элементов, что в виде примесей содержатся в интерметаллидах. Несомненно, состав этих примесей несет информацию о металлоносности верхней части земной коры, пронизываемой восходящими флюидами. При этом влияние металлогенических особенностей фундамента выражено в конфигурации изолиний геохимических карт, где отчетливо угадываются контуры интрузий, крупных тектонических швов карельского основания платформы. Т.е. примеси указанных элементов в подземных водах могут служить индикаторами возможного оруденения на определенных участках.

Несмотря на сравнительно не высокий водоотбор девонских вод в перспективе они могут сыграть важную роль в обеспечении населения высококачественной питьевой водой. С другой стороны существует возможность использования высокоминерализован-

ных вод и природных рассолов с йодом и бромом, как важнейшего бальнеологического средства оздоровления населения.

Заключение

Итоги геологических исследований стратифицированных породных комплексов ранних этапов формирования кристаллического фундамента (нижний протерозой) и осадочного чехла (девон) можно свести к следующему.

1. Существует закономерная эволюция вещественного состава нижнепротерозойских метаморфических ассоциаций (воронцовская серия) в рамках её двухчленного строения.

2. Верхние и нижние толщи нижнепротерозойской воронцовской серии различаются соотношением слагающих их метаморфических пород и крайне низкой водообильностью. Трещинные подземные воды отличаются спорадическим характером распределения и в большей степени тяготеют к верхней толще, сложенной преимущественно вулканокластическим материалом.

3. Наиболее мощное корообразование затронуло участки развития ультраосновных и основных пород. Циркулирующие здесь подземные воды обогащены элементами группы железа, а также медью, цинком, свинцом.

4. Девон ознаменовался проявлением четырёх крупных седиментационных этапов, отвечающих формированию среднедевонских и верхнедевонских отложений. При этом среднедевонские свиты, формирующиеся на эродированной поверхности кристаллического фундамента, содержат подземные воды более пёстрого микроэлементного состава в отличие от верхнедевонских. Наряду с пресными водами широкое развитие получили воды повышенной солёности, в большей степени, тяготеющие к верхнедевонским песчаникам и известнякам.

5. Геологическая стратификация породных комплексов Новохопёрского никеленосного района осложняется разломной тектоникой. В зоне субмеридионального Новохоперского-Шумилинского разлома существуют флюидопроницаемые участки, контролирующее размещение не только рудоносных интрузий, но и поступление разнообразных по составу флюидов и солёных водных растворов в литогенетические горизонты девонских отложений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чернышов, Н. М. Модель геодинамического развития Воронежского массива в раннем докембрии / Н. М. Чернышов, В. М. Ненахов [и др.] // Геотектоника, 1997. – № 3. – С. 21–30.
2. Чернышов, Н. М. Сульфидные платиноидно-медно-кобальт-никелевые месторождения Новохоперского рудного района и проблемы их комплексного освоения в условиях жестких экологических ограничений и сохранения уникальной экосистемы / Н. М. Чернышов // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2013. – № 2. – С. 95–105.
3. Чернышов, Н. М. Еланский тип сульфидных медно-никелевых месторождений и геолого-генетическая модель их формирования (Центральная Россия) / Н. М. Чернышов //

Геология рудных месторождений, 1995. – Т. 37. – № 3. – С. 220–236.

4. Бочаров, В. Л. Строение и состав Еланского никеленосного плутона в юго-восточной части Воронежского кристаллического массива. Статья 1. Геология и петрография / В. Л. Бочаров, С. М. Фролов, Н. М. Чернышов // Изв. вузов. Геология и разведка, 1986. – № 4. – С. 10–19.
5. Савко, А. Д. Глинистые породы верхнего протерозоя и фанерозоя Воронежской антеклизы / А. Д. Савко. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та. – 1988. – 192 с.
6. Савко, А. Д. Коры выветривания в геологической истории Восточно-Европейской платформы / А. Д. Савко, А. Д. Додатко. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та. – 1991. – 232 с.
7. Савко, А. Д. Геология Воронежской антеклизы / А. Д. Савко // Труды НИИ геологии Воронеж. гос. ун-та. – Вып. 12. – 2002. – 165 с.
8. Савко, А. Д. Объяснительная записка к атласу фациальных карт Воронежской антеклизы / А. Д. Савко, С. В. Мануковский, А. И. Мизин, В. Н. Бурыкин, В. К. Бартегов // Тр. НИИ геологии Воронеж. гос. ун-та – Вып. 20. – 2004. – 107 с.
9. Родионова, Г. Д. Девон Воронежской антеклизы и Московской синеклизы / Г. Д. Родионова, В. Т. Умнова, Л. И. Кононова. – М.: Недра. – 1995. – 265 с.
10. Милаш, А. В. Литология и фации ардатовских отложений юго-востока Воронежской антеклизы / А. В. Милаш // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2014. – № 4. – С. 177 – 181.
11. Милаш, А. В. Литология и фации чаплыгинских отложений юго-востока Воронежской антеклизы / А. В. Милаш // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2015. – № 2. – С. 42 – 46.
12. Трегуб, А. И. Неотектоника территории Воронежского кристаллического массива / А. И. Трегуб // Труды НИИ геологии Воронеж. гос. ун-та. – Вып. 9. – 2002. – 220 с.
13. Легенда Воронежской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000. Объяснительная записка. Изд. 2 – е / Под ред. Б. М. Демченко, Г. В. Холмowego. – М.: Недра. – 1999. – 50 с.
14. Савко, К. А. Метатерригенные породы воронцовской серии Воронежского кристаллического массива: геохимия, особенности формирования и источники сноса / К. А. Савко, А. В. Самсонов, Н. С. Базиков // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2011. – № 1. – С. 70 – 94.
15. Иванов, А. В. Графитовые гнейсы юго-востока Воронежского кристаллического массива / А. В. Иванов // Изв. АН СССР. Сер.: Геология. – 1984. – № 1. – С. 23–28.
16. Смирнова, А. Я. Минеральные воды Воронежской области (лечебные и лечебно-столовые) / А. Я. Смирнова, В. Л. Бочаров, В. Ф. Лукьянов. – Воронеж: Изд-во «Петровский сквер». – 1995. – 182 с.
17. Бочаров, В. Л. Проблемы изучения и использования ресурсов подземных питьевых вод Воронежской области / В. Л. Бочаров, Л. Н. Строгонова, Е. С. Овчинникова // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2010. – № 1. – С. 243–251.
18. Глушков, Б. В. Геология отложений ледникового комплекса Донского ледникового языка / Б. В. Глушков // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2011. – № 2. – С. 40–48.
19. Савко, А. Д. Эксгальационно-осадочная металлоносность Воронежской антеклизы – новые горизонты поисков рудных месторождений в осадочном чехле. Статья 1. Интерметаллиды: локализация, типы, состав / А. Д. Савко, Л. Т. Шевырев, В. В. Лоскутов // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – Воронеж. – 1999. – № 7. – С. 139–155.

20. Савко, А. Д. Геохимические особенности и генезис золота осадочного чехла Воронежской антеклизы / А.Д. Савко, Л.Т. Шевырев, В.В. Ильяш, В.А. Окороков // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – Воронеж. – 1996 – № 2. – С. 86 – 95.

Воронежский государственный университет

Бочаров В. Л., доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии

E-MAIL: GIDROGEOL@MAIL.RU

Тел.: 8(473) 220-89-80

Бабкина О. А., ассистент кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии

E-MAIL: GIDROGEOL@MAIL.RU

Тел.: 8(473) 220-89-80

Строгонова Л. Н., кандидат географических наук, доцент кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии

E-MAIL: GIDROGEOL@MAIL.RU

Тел.: 8(473) 220-89-80

Рыборак В. М., ведущий инженер

E-MAIL: GIDROGEOL@MAIL.RU

Тел.: 8(473) 220-89-80

21. Савко, А.Д. Золото и редкие минералы в осадочном чехле Воронежской антеклизы / А.Д. Савко, Л.Т. Шевырев, В.В. Ильяш, Е.Н. Божко // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – Воронеж. – 1996. – № 1. – С. 133 – 138.

VORONEZH STATE UNIVERSITY

BOCHAROV V. L., DOCTOR OF THE GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL SCIENCES, PROFESSOR, HEAD OF THE CHAIR HYDROGEOLOGY, ENGINEERING GEOLOGY AND GEOECOLOGY

E-MAIL: GIDROGEOL@MAIL.RU

TeL.: 8(473) 220-89-80

BABKINA O. A., ASSISTANT OF CHAIR OF HYDROGEOLOGY, ENGINEERING GEOLOGY AND GEOECOLOGY

E-MAIL: GIDROGEOL@MAIL.RU

TeL.: 8(473) 220-89-80

STROGONOVA L. N., CANDIDATE OF GEOGRAPHICAL SCIENCES, ASSOCIATE PROFESSOR OF HYDROGEOLOGY, ENGINEERING GEOLOGY AND GEOECOLOGY

E-MAIL: GIDROGEOL@MAIL.RU

TeL.: 8(473) 220-89-80

RYBORAK V. M., MANAGEMENT ENGINEER

E-MAIL: GIDROGEOL@MAIL.RU

TeL.: 8(473) 220-89-80