

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ГЕОХИМИИ, ГЕОЛОГИИ
И ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

МАТЕРИАЛЫ

Международной научной конференции,
посвящённой 110-летию со дня рождения
академика

КОНСТАНТИНА ИГНАТЬЕВИЧА ЛУКАШЁВА
(1907–1987)

23–25 мая 2017 г., Минск

Часть 1

Геология и полезные ископаемые
Четвертичная геология
Инженерная геология

Минск
«Право и экономика»
2017

УДК 55(082)
ББК 26.3я43
С56

Редакционная коллегия:
О. В. Лукашёв (ответственный редактор);
А. Ф. Санько;
В. И. Зуй;
Д. Л. Творонович-Севрук

Рецензенты:

канд. геол.-минер. наук *В. В. Савченко* (ООО «Неруд-проект»);
канд. геол.-минер. наук *Г. И. Литвинюк*
(УО «Белорусский государственный педагогический университет им. Максима Танка»)

С56 **Современные** проблемы геохимии, геологии и поисков месторождений полезных ископаемых: материалы Междунар. науч. конф., посвящённой 110-летию со дня рождения акад. Константина Игнатьевича Лукашёва (1907—1987), 23–25 мая 2017 г., Минск / Отв. ред. О. В. Лукашёв; редкол.: А. Ф. Санько [и др.]: В. 2 ч. – Минск: Право и экономика, 2017. – Ч. 1. – 156 с.
ISBN 978-985-552-666-8.

Сборник содержит материалы, представленные геохимиками, геологами и преподавателями вузов Беларуси, России, Украины, Польши на Международную научную конференцию, посвящённую 110-летию со дня рождения академика Константина Игнатьевича Лукашёва – основоположника белорусской геохимической школы. Освещаются теоретические проблемы геохимии, минералогии и петрографии, теоретические и практические аспекты экологической геологии и экологической геохимии, проблемы геологии и геохимии Беларуси и стран СНГ.

Данный сборник отражает современный уровень исследований в области геохимии, геологии и поисков месторождений полезных ископаемых. Он представляет интерес для широкого круга исследователей недр – геохимиков, геологов, геоэкологов и студентов геологических и географических специальностей.

УДК 55(082)
ББК 26.3я43

ISBN 978-985-552-666-8

© Географический факультет БГУ, 2017
© Оформление. ИООО «Право и экономика», 2017

АКАДЕМИК АН БССР КОНСТАНТИН ИГНАТЬЕВИЧ ЛУКАШЁВ

(25.12 1906/7.01 1907–23.05 1987)

О. В. Лукашёв

Белорусский государственный университет, географический факультет, пр. Независимости 4,
220030 Минск, Республика Беларусь; lukashev@bsu.by



Константин Игнатьевич Лукашёв родился 7 января 1907 г. (н. ст.) в д. Городец Быховского уезда Могилёвской губернии в семье крестьянина. В 1922 г. начал трудовую деятельность в сельском хозяйстве, вступил в комсомол и в 1924–1925 г. возглавлял сельскую комсомольскую ячейку. В 1925–1927 гг. К. И. Лукашёв работал секретарём районного комитета крестьянских обществ взаимопомощи и одновременно секретарём производственной комсомольской ячейки в г. Быхове, затем секретарём комсомольской организации и заведующим клубом стекольного завода «Ильич» в пос. Ветренка Быховского р-на. С 1927 г. член ВКП(б). В 1927 г. по путёвке Могилёвского окружного комитета комсомола направлен на учёбу в Ленинградский государственный университет (ЛГУ), где учился на географическом факультете, ведя общественную работу как секретарь комсомольской организации и член партбюро факультета, член комитета комсомола университета. Окончив ЛГУ по специальности география почв, в 1931 г. стал аспирантом кафедры дорожного почвоведения.

В 1932 г. К. И. Лукашёв вместе с П. А. Земятченским впервые в СССР организует в ЛГУ преподавание специальности «грунтоведение». В 1933 г. К. И. Лукашёвым была опубликована книга «Грунтоведение», ставшая первым учебником по этой дисциплине. В 1932–1935 гг. К. И. Лукашёв в качестве начальника партии, затем заместителя научного руководителя по мерзлотному исследованию участвует в инженерно-геологических исследованиях трассы Байкало-Амурской магистрали, где вносит весомый вклад в развитие грунтоведения. Им создаётся новое научное направление – генетическое грунтоведение, основные положения которого были сформулированы в монографиях «Элементы генетического грунтоведения» (1938) и «Грунты СССР» (1939). Большое значение для инженерно-геологических исследований и строительства в зоне вечной мерзлоты имела также его работа «Область вечной мерзлоты как особая физико-географическая и строительная область» (1938).

В 1934–1937 гг. К. И. Лукашёв – ассистент, доцент, заместитель, а затем декан геолого-почвенного факультета ЛГУ. В 1937 г. защитил докторскую диссертацию «Физико-географические условия и процессы выветривания в северной и средней части Амурского бассейна». В 1938 г. ему присвоено звание профессора грунтоведения. В 1938–1939 гг. К. И. Лукашёв – директор ЛГУ, заведующий кафедрой грунтоведения.

1939–1952 гг. – новый этап деятельности К. И. Лукашёва. Он связан с работой в Наркомате внешней торговли СССР, в том числе – в 1939–1944 гг. – в качестве председателя «Amtorg Trading Corporation», председателя, а затем заместителя председателя правительственной закупочной комиссии СССР в США (ленд-лиз). После возвращения в СССР в 1944 г. К. И. Лукашёв назначается экспертом при министре внешней торговли СССР. Одновременно он является профессором Института внешней торговли (1945–1952), заведующим кафедрой международной торговли (1945–1947) и кафедрой экономической географии (1947–1952) этого института. Научные интересы К. И. Лукашёва в данный период связаны с проблемами ресурсов и торговой политики иностранных государств. Им публикуются работы «Основные вопросы военной и послевоенной внешнеторговой политики США» (1947), «Империалистическая борьба за послевоенные рынки и источники сырья» (1949), «Ресурсы минерального сырья в капиталистических странах» (1953) и др. В 1949–1952 гг. К. И. Лукашёв также заведует кафедрой физической географии материков и океанов географического факультета Московского государственного университета.



В 1952–1957 гг. К. И. Лукашёв – ректор Белорусского государственного университета. Им создаётся кафедра геохимии и полезных ископаемых, положившая начало геохимическим исследованиям в республике и формированию белорусской геохимической школы в области гипергенеза. В 1953 г. К. И. Лукашёв избирается академиком АН БССР. В круг его исследований и теоретических разработок входят геология, литология и геохимия четвертичных отложений, геохимия биосферы и почв, коры выветривания и ландшафтов. При этом особое внимание уделяется изучению генетических типов четвертичных отложений, их фаций и формаций, выяснению палеогеографических условий образования ледниковых и межледниковых отложений на территории республики, установлению закономерностей распространения химических элементов в продуктах выветривания и гипергенного минералообразования, выяснению роли процессов гипергенеза в образовании литогеохимических типов коры выветривания. Эти направления разработаны

К. И. Лукашёвым в монографиях «Основные генетические типы четвертичных отложений СССР» (1955), «Зональные геохимические типы коры выветривания на территории СССР» (1956), «Основы литологии и геохимии коры выветривания» (1958).

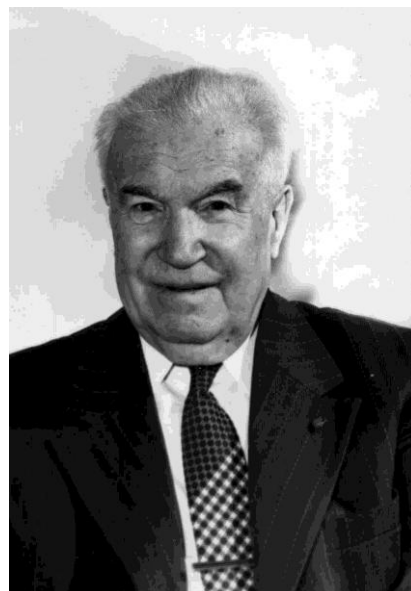
К. И. Лукашёв – основатель Белорусского географического общества (1954), в 1957–1960 гг. – его президент.

В 1956–1969 гг. К. И. Лукашёв – вице-президент АН БССР. В Институте геологических наук АН БССР им создаётся Лаборатория геохимических проблем (с 1963 г. самостоятельное учреждение в системе АН БССР), которая становится центром геохимических исследований в республике. В данный период К. И. Лукашёвым написаны монографии «Основные вопросы геологии и палеогеографии антропогена» (1959), «Генетические типы и фации антропогенных отложений» (1960), «Проблема лёссов в свете современных представлений» (1961), «Геология четвертичного периода» (1971), в которых по-новому трактуется ряд представлений о генезисе, литологии и классификации генетических типов четвертичных отложений, палеогеографическая специфика условий и геологических процессов антропогена. Большое теоретическое и прикладное значение имеют выполненные в эти годы исследования по геохимии гипергенеза, миграции в земной коре и биосфере химических элементов, их рассеянию и концентрации в зависимости от различных факторов (монографии «Геохимические процессы миграции и концентрации элементов в биосфере» (1957), «Очерки по геохимии зоны гипергенеза» (1963), «Геохимическое поведение элементов в гипергенном цикле миграций» (1964), «Геохимические поиски элементов в зоне гипергенеза» (1967)). В 1960–1965 гг. под руководством К. И. Лукашёва осуществлены геохимические исследования Белорусского Полесья, а в 1965–1970 гг. – изучены геохимических провинции республики в целом. В результате под редакцией и при участии К. И. Лукашёва были изданы монографические сводки «Геохимическая характеристика литогенеза и ландшафтов Белорусского Полесья» (1966), «Геохимические провинции покровных отложений БССР» (1969), «Химические элементы в почвах» (1970), «Геохимия озёрно-болотного литогенеза» (1971), «Геохимические особенности моренного литогенеза» (1971).

Большое внимание К. И. Лукашёв уделял минеральным ресурсам БССР, в частности, решению проблем нефтегазоносности Припятского прогиба, развитию геохимических аспектов нефтеобразования, геохимических критериев нефтеносности и поисков нефти (монографии «Нефть Белоруссии» (1969) и «Образование и миграция нефти» (1974) в соавторстве). За открытие промышленных месторождений нефти в БССР К. И. Лукашёв с группой геологов-учёных и производственников был удостоен звания лауреата Государственной премии БССР в области науки и техники (1972).

По инициативе К. И. Лукашёва в 1971 г. на базе Лаборатории геохимических проблем и Плещеницкой геофизической станции был организован Институт геохимии и геофизики АН БССР, который он возглавлял до 1977 г. Одновременно К. И. Лукашёв заведовал отделом геохимии биосферы и ландшафтов, с 1980 г. – лабораторией геохимии техногенеза, преобразованной в 1982 г. в лабораторию геохимии ландшафтов, а в 1985 г. – в лабораторию региональной геохимии данного института.

В 1970–1980-е гг. научные интересы К. И. Лукашёва были сосредоточены на общих вопросах палеогеохимии, геохимии гипергенеза, геохимии ландшафтов, развития биосферы и проблемах рационального использования ресурсов и охраны природной среды. Результаты исследований нашли отражение в монографиях «Геохимия ландшафтов» (1972), «Биосфера и биогеохимические провинции» (1973), «Введение в палеогеохимию земной коры» (1974), «Геохимия зоны гипергенеза» (1975), «Геохимические процессы в ландшафтах Белоруссии» (1975), «Геохимические основы охраны биосферы» (1977), «Развитие биосферы в голоцене» (1978), «Проблемы рационального использования ресурсов и охрана окружающей среды» (1979), «Научные основы охраны окружающей среды» (1980), «Геохимические очерки биосферы» (1982), «Человек и природа» (1984), «Техногенез и геохимические изменения в окружающей среде» (1986), «Эколого-геохимическое изучение биосферы в научных и прикладных аспектах» (1989).



К. И. Лукашёв придавал большое значение популяризации науки. Большой интерес в своё время вызвали его научно-популярные работы «Атомы и наша планета» (1965), «Наука раскрывает тайны природы» (1965), «Технический прогресс и проблема ресурсов» (1968), «Кладовая планеты» (1974), «Химические элементы вокруг нас» (1976), «Человек и биосфера» (1976), «Химические элементы и жизнь в биосфере» (1981), «Тревоги и надежды: изменяющаяся биосфера» (1987) и др.

Результаты научной деятельности академика К. И. Лукашёва отражены в 500 научных работах, в том числе в более чем 50 монографиях. По широте научных интересов, глубине разработок актуальных проблем, научно-организационным способностям К. И. Лукашёв заслуженно являлся одним из ведущих учёных СССР в области геологии и геохимии.

Многие годы К. И. Лукашёв вёл большую общественную работу: в 1932–1934 гг. являлся депутатом Ленинградского городского совета, в 1953–1969 гг. – членом ЦК и членом Ревизионной комиссии ЦК КПБ, членом Минского горкома КПБ, депутатом Верховного Совета БССР, членом Президиума Верховного Совета БССР, председателем планово-бюджетной комиссии Верховного Совета БССР. В 1956–1972 гг. он был председателем республиканского правления общества «Знание», членом всесоюзного общества «Знание», председателем республиканского общества совета народных университетов, членом многих научных советов университетов и институтов.

Научная и общественная деятельность К. И. Лукашёва отмечена двумя орденами Трудового Красного Знамени (1945, 1956), орденом Дружбы народов (1979), медалями «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.» (1945), «В память 800-летия Москвы» (1949), «За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения Владимира Ильича Ленина» (1970), «Тридцать лет Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.» (1975), «Ветеран труда» (1977), Почётными грамотами Президиума АН СССР (1934), Верховного Совета БССР (1956, 1962, 1972, 1978, 1982), медалью имени академика В. И. Вавилова, золотой медалью ВДНХ СССР (1977), многими грамотами и дипломами всесоюзного общества «Знание».

К. И. Лукашёв умер 23 мая 1987 г. в г. Минске. Похоронен на Московском кладбище г. Минска.

БОРИСОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ НЕФТИ: СТРАТИГРАФИЯ И ЛИТОЛОГИЯ

Т. Г. Алименко, Т. А. Мележ

Гомельский государственный университет, геолого-географический факультет, ул. Советская 104,
246019 Гомель, Республика Беларусь; alimenko_t@mail.ru

Борисовское месторождение нефти расположено в Глусском р-не Могилёвской обл. Республики Беларусь, в 13 км к юго-западу от г. Глуск и в 14 км к северо-западу от п. г. т. Октябрьский.

В тектоническом отношении месторождение расположено в пределах Северной структурно-тектонической зоны Припятского прогиба и приурочено к западной части Речицко-Вишанской зоны поднятий.

Единым объектом разработки месторождения являются залежи нефти семилукского и саргаевского горизонтов. К настоящему времени в пределах Борисовской площади пробурено 17 скважин.

В геологическом строении Борисовского месторождения принимают участие архейско-протерозойские породы кристаллического фундамента и осадочные образования верхнего протерозоя (PR_2), палеозоя (PZ), мезозоя (MZ) и кайнозоя (KZ). Относительно региональных соленосных отложений в осадочном чехле выделяется ряд толщ: подсолевая терригенная, подсолевая карбонатная, нижнесоленосная, межсолевая, верхнесоленосная и надсолевая.

Породы кристаллического фундамента ($AR+PR_1$) вскрыты скв. 3, 17 и представлены кислыми магматическими, метаморфизованными осадочными и интрузивными породами. Максимальная вскрытая толщина пород 44,9 м (скв. 3).

Верхнепротерозойские отложения (PR_2) несогласно залегают на кристаллическом фундаменте в составе вендского и среднерифейского комплексов (максимальная вскрытая толщина 421,4 м в скв. 17). Отложения представлены переслаивающимися пестроцветными разнотекстурными песчаниками и в различной степени сцементированными алевролитами с включениями глин и гравелитов.

Среднерифейские отложения представлены пинской свитой белорусской серии (RF_{2pn}). Нижний ритм более «чистый» состоит на 80 % из песчаников светло-серых, розовато-серых мелко-среднезернистых, полевошпатово-кварцевых, слабослюдистых, хорошо отсортированных, слоистых, микропористых. Средний ритм сложен в нижней части аналогичными описанным выше песчаными породами. Верхняя часть представлена песчаниками светло-серыми, розовато-коричневыми мелкозернистыми с включением средней фракции, алевролитами крупнозернистыми, полевошпатово-кварцевыми, хорошо отсортированными, микропористыми.

Со стратиграфическим перерывом среднерифейские отложения покрываются породами вильчанской серии вендского комплекса (V_{1vc}). Представлены они ледниковыми образованиями и сложены песчаниками – 40 %, тиллитами – 50 %, глинисто-алевритовыми породами – 10 %.

В основании венда залегают подтиллитовые глины толщиной до 5 м, имеющие площадное распространение и присутствующие в скв. 17, 4, 2, 1. Представлены глинами тёмно-серыми до чёрных, аргиллитоподобными, бескарбонатными. Вышележащая часть разреза представлена тиллитами, с прослоями песчано-алеврито-глинистых пород, в кровле отложений – пачка надтиллитовых песчаников.

Образования кембрийской (ϵ), ордовикской (O) и силурийской (S) систем отсутствуют. Далее с большим стратиграфическим перерывом горизонт несогласно залегают на отложениях верхнего протерозоя образования витебско-пярунского горизонтов. Толщина витебско-пярунского и наровского горизонтов ($D_2vtb+pr+nr$) вскрыта 7 скважинами (1–5, 8, 17). Представлены неравномерным переслаиванием песчаников, глинистых алевролитов и глин. В кровле – доломиты с прослоями мергелей и сульфатно-карбонатно-глинистых пород.

Отложения наровского горизонта (D_2nr) залегают согласно на витебско-пярунских. Представлены переслаивающимися глинами, алевролитами, песчаниками, мергелями, с прослоями доломитов, сульфатно-карбонатных пород. Толщина витебско-пярунского и наровского горизонтов до 85,8 м (скв. 5).

Отложения старооскольского горизонта (D_{2st}) залегают несогласно на отложениях наровского горизонта и вскрыты скв. 1–8, 10, 17. Горизонт сложен пестроцветными кварцевыми песчаниками и алевролитами, переслаивающимися с зеленовато-серыми аргиллитоподобными глинами. Максимальная толщина горизонта достигает 148 м в скв. 8.

Породы ланского горизонта (D_{3ln}), согласно залегающие на отложениях старооскольского горизонта, вскрыты в разрезах скв. 1–8, 10–13, 17. Разрез имеет двухслойное строение. Нижняя часть разреза представлена ритмично переслаивающимися песчаниками, алевролитами и глинами, с редкими прослоями карбонатных пород. В остальной части разреза преобладают глины с тонкими прослоями песчаников, алевролитов, доломитовых мергелей. Толщина ланских отложений изменяется от 26,4 м (скв. 8) до 51,4 м (скв. 6).

Отложения подсолевого карбонатного комплекса в составе саргаевского (D_{3sr}), семилукского (D_{3sm}), воронежского (D_{3vr}) и кустовнических слоёв евлановского горизонтов ($D_{3ev, ks}$) согласно залегают на поверхности ланских отложений подсолевой терригенной толщи и характеризуются литологической однородностью и выдержанностью в целом по площади толщин слагающих его стратиграфических уровней. Продуктивными здесь являются саргаевские и семилукские отложения.

Отложения саргаевского горизонта (D_{3sr}) вскрыты скв. 1–8, 10–12, 16, 17, 18n, частично срезаны нарушением в скв. 13. Отложения представлены доломитами органогенными, микрозернистыми в общей массе редкокавернозными, трещиноватыми. По всему керну отмечена нефтяная пропитка и по единичным кавернам и редким порам отмечены выпоты коричневой нефти (скв. 6). Максимальная толщина саргаевских отложений приурочена к скв. 12 (48,1 м).

Продуктивные семилукские (D_{3sm}) отложения согласно залегают на саргаевских породах, имеют повсеместное распространение, вскрыты скв. 1–8, 10–12, 16, 17, 18n. По ГИС разрез представлен вторичными (метасоматическими) доломитами. В основании горизонта доломиты глинистые до мергелей. Выше доломиты органогенные, разномзернистые, неравномерно перекристаллизованные, в верхней части пористо-кавернозные, трещиноватые, с единичными включениями ангидрита. Толщина семилукских отложений варьирует от 19 м (скв. 10) до 28,7 м (скв. 7).

Речицкие отложения (D_{3rch}) в разрезе отсутствуют. Породы воронежского горизонта (D_{3vr}) залегают на размытой поверхности семилукских отложений. Породы вскрыты в разрезах скв. 1–8, 10–12, 16, 17, 18n. Воронежский горизонт (D_{3vr}) представлен однородной нерасчлененной пачкой органогенных сероцветных доломитов, неравномерно глинистых, в верхней части ангидритизированных. Толщина воронежских отложений изменяется от 12,4 м (скв. 7) до 24,9 м (скв. 10).

Перекрывается подсолевой карбонатный комплекс согласно залегающими евлановскими отложениями ($D_{3ev, ks}$). Представлены в нижней части доломитами в различной степени глинистыми, сульфатизированными с прослоями мергелей и ангидритов. Толщина слоёв вскрыта скв. 1–8, 10–12, 16, 17, 18n и колеблется от 10,2 м (скв. 12) до 15,8 м (скв. 3).

Нижнесоленосная толща включает отложения евлановского (анисимовские слои) ($D_{3ev, an}$) и ливенского (D_{3lv}) горизонтов, которая несогласно залегают на подсолевых карбонатных отложениях. Вышележащая часть разреза более глинистая ($D_{3ev, an}$). Представлена чередованием пачек карбонатных, глинисто-карбонатных, сульфатно-карбонатных типов пород. Ливенский горизонт (D_{3lv}) согласно залегают на породах евлановского горизонта. Сложен чередующимися пачками каменных солей и глинисто-карбонатно-сульфатных пород. Толщина горизонта достигает 134 м (скв. 3).

Межсолевая толща в составе домановичского (D_{3dm}), задонского (D_{3zd}), елецкого (D_{3el}) и петриковского (D_{3ptr}) горизонтов несогласно залегают на ливенских отложениях. Породы межсолевого комплекса – карбонатные породы, переслаивающиеся с глинистыми разностями, реже мергелями с редкими пачками биогермных пород толщиной 10–20 м.

Домановичский горизонт (D_{3dm}) представлен сульфатно-карбонатным типом разреза. В разрезе преобладают мергели и глины с прослоями доломитов, глинистых известняков и ангидритов. Толщина изменяется от 9,9 м (скв. 3) до 22,0 м (скв. 17).

Породы задонского горизонта (D_{3zd}) в составе кузьмичевских ($D_{3zd, kz}$), тонежских ($D_{3zd, ton}$), тремлянских ($D_{3zd, trm}$) и вишанских слоёв ($D_{3zd, vsh}$) залегают согласно на поверхности верхнефранских отложений. Кузьмичевские слои ($D_{3zd, kz}$) представлены глинистыми известняками, нередко доломитизированными, с прослоями мергелей, сульфатно-карбонатных пород и глин. В разрезе тонежских слоёв ($D_{3zd, ton}$) преобладают известняки и доломиты с прослоями глинистых и слабоглинистых карбонатных пород. Тремлянские слои ($D_{3zd, trm}$) характеризуются повышенной глинистостью разре-

за. Представлены глинистыми известняками и доломитами, мергелями с маломощными прослоями известняков в различной степени доломитизированных. Вишанские слои (D_{3zd} , vsh) представлены мергелями и слоистыми глинистыми пелитоморфными известняками и доломитами. Толщина задонских отложений колеблется от 121,7 м (скв. 9) до 209,0 м (скв. 15).

Отложения елецкого горизонта (D_{3el}) согласно залегают на задонских породах. Основную часть разреза составляют известняки, прослоями в различной степени глинистые до перехода в мергели в средней части и в основании разреза. Толщина елецких отложений варьирует от 45,0 м (скв. 15) до 272,5 м (скв. 3).

Петриковский горизонт (D_{3ptr}) согласно залегает на породах елецкого горизонта и представлен известняками глинистыми с прослоями мергелей и глин в верхней части разреза. Остальная часть разреза – известняки бугристо-наслоенные с прослоями тонкоплитчатых, глинистых известняков. Толщина петриковских отложений изменяется от 21,0 м (скв. 15) до 59,7 м (скв. 2).

Перекрываются межсолевые отложения верхнесоленосной толщей в составе галитовой и глинисто-галитовой подтолщ.

Галитовая толща, в составе залесских слоёв лебедянского и найдовских слоёв оресского горизонтов (D_{3or_1} , $nd + D_{3lb}$, zl), залегающими с несогласием на породах мжсолевой толщи, представлена пачками каменных солей с несолевыми карбонатными, глинисто-карбонатными прослоями. Толщина колеблется в широких пределах от 218 м (скв. 13) до 793,2 м (скв. 3).

Глинисто-галитовая подтолща в составе осовецких и любанских слоёв стрешинского горизонта (D_{3str} , $ls+osv$) представлена переслаивающимися глинами, мергелями, каменной солью, песчано-алевритовыми породами, с редкими прослоями известняков, доломитов. Толщина колеблется в пределах от 1 098,9 м (скв. 15) до 1 712,8 м (скв. 13).

Вышележащие надсолевые отложения, несогласно залегающие на породах глинисто-галитовой толщи, включают образования девонской (полесский горизонт D_{3pl}), каменноугольной (C) и пермской (P) систем палеозойской эратемы; триасовой (T), юрской (J) и меловой (K) систем мезозойской эратемы; палеогеновой (P), неогеновой (N) и четвертичной (Q) систем кайнозойской эратемы. Представлены глинами, песчаниками, песками; известняками с прослоями мергелей; глинами с прослоями песков, песчаников, алевролитов; суглинками, моренными, озёрными и торфяными отложениями. Общая толщина надсолевых отложений изменяется от 639,6 м (скв. 10) до 844,3 м (скв. 13).

УДК 550.92

ВОЗРАСТ ДВУПОЛЕВОШПАТОВЫХ ГРАНИТОВ ВИШНЕВЕЦКОГО МАССИВА СЛАВГОРОДСКОГО БЛОКА (СРЕДНЕПРИДНЕПРОВСКИЙ МЕГАБЛОК УКРАИНСКОГО ЩИТА)

Г. В. Артеменко, И. А. Самборская, К. И. Гоголев, М. Е. Стеценко, А. Б. Высоцкий

Институт геохимии, минералогии и рудообразования НАН Украины, пр. Палладина 34,
03680 Киев, Украина; regul@yahoo.com

Введение. Славгородский блок расположен в северо-восточной части Среднеприднепровского мегаблока. На востоке он граничит с Орехово-Павлоградской коллизионной структурой, а с запада и юга – Дерезоватской и Девладовской зонами разломов (рис.). Преобладающая площадь этого блока сложена плагиогранитоидами днепропетровского комплекса [2, 4]. В Новоалександровской и Звонецкой куполовидных структурах установлены полосовидные тела двупироксен-плагиоклазовых, двупироксен-амфибол-плагиоклазовых, биотит-роговообманковых кристаллосланцев, амфиболитов, магнетит-куммингтонитовых кварцитов, которые были отнесены к славгородской толще аульской серии, а также маломощные тела эндербитов славгородского комплекса [2–4]. Здесь же выделяются интрузии ультрабазитов и габброидов alexандровского комплекса архейского возраста. Значительное место среди гранитоидов Славгородского блока принадлежит двуполевошпатовым гранитам демуринского комплекса. К наиболее крупным интрузиям гранитоидов этого комплекса относится Вишневецкий массив [4] (рис.). К настоящему времени продатированы все основные типы метаморфических пород и гранитоидов Славгородского блока. По району Новоалександровской купольной структуры имеют-

ся следующие данные: U-Pb изохронный возраст по циркону эндербитов – $3\,014 \pm 7$ млн лет (метод SHRIMP) [3]; U-Pb изохронный возраст монацита из чарнокитизированных эндербитов – $2\,964,7 \pm 2,3$ млн лет (классический метод) [3]; U-Pb возраст по циркону гранодиоритов – $2\,972 \pm 6$ млн лет (классический метод) [1] (рис.).

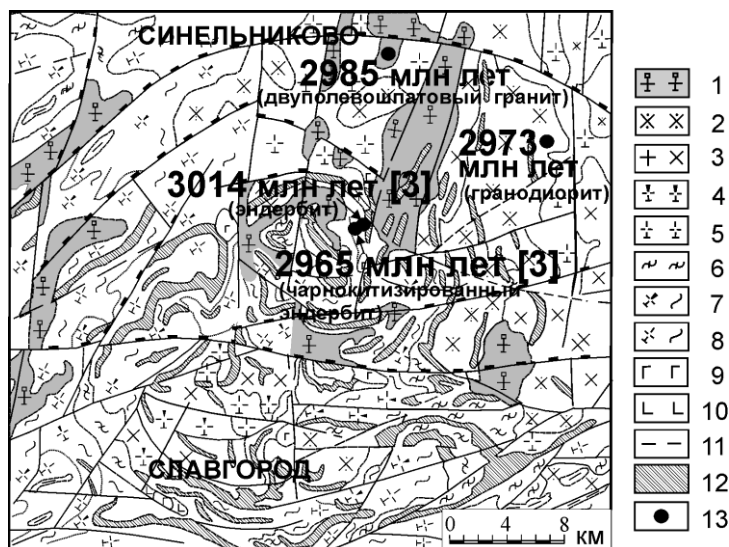


Рисунок – Схематическая геологическая карта Новоалександровского участка Славгородского блока (по [3] с изменениями)

Демури́нский комплекс (Вишневецкий массив): 1 – граниты двуполевошпатовые, порфировластические. Днепропетровский комплекс: 2 – кварцевые диориты, 3 – гранодиориты, 4 – плагиограниты амфиболовые, 5 – плагиограниты биотитовые, 6 – пироксенсодержащие биотит-амфиболовые мигматиты, 7 – плагиомигматиты амфибол-биотитовые, 8 – плагиомигматиты биотитовые. Александровский комплекс: 9 – габброиды, 10 – ультрабазиты. Аульская серия: 11 – базавлукская толща – амфиболиты, кристаллические сланцы плагиоклаз-амфиболовые, плагиогнейсы биотитовые и амфибол-биотитовые; 12 – славгородская толща и славгородский комплекс – кристаллические сланцы и гнейсы амфиболовые, диопсид-амфиболовые, двупироксен-амфиболовые, биотит-амфиболовые, изредка биотитовые, амфиболиты; эндербитоиды и чарнокитоиды. 13 – точки отбора проб.

Постановка проблемы. Важным этапом в эволюции мезоархейских кратонов является смена тоналит-гранодиорит-гранитоидного (ТТГ) магматизма на многообразный по составу гранитоидный магматизм, имеющий коровый генезис. На Среднеприднепровском кратоне этот этап проявлен внедрением интрузий гранитоидов демури́нского, токовского и мокромосковского комплексов. Славгородский блок рассматривается как блок с палеоархейским фундаментом [2, 3] и, поэтому, определение возраста коровых гранитов Вишневецкого массива представляет повышенный интерес, т. к. время кратонизации является важной характеристикой эволюции земной коры.

Результаты геохронологических исследований. Гранитоиды Вишневецкого массива представлены порфировластическими двуполевошпатовыми гранитами, биотитовыми гранодиоритами и мигматитами, которые слагают изометричные или вытянутые, реже неправильной формы массивы размером 5–30 км, приуроченные к разломам [2–4]. Среди порфировидных гранитов Вишневецкого массива выделяются две разновидности – обогащенные K_2O , и содержащие его не более 2,5 % [4]. Мы изучали первую разновидность гранитов.

По химическому составу (табл. 1) они соответствуют семейству гранитов калиево-натриевой серии, низкомагнезиальные ($mg\# = 0,35$), весьма высокоглинозёмистые ($al' = 3,25$). В них умеренное содержание Rb (67,1 мг/кг) и высокое Sr (315 мг/кг), Ba (1 266 мг/кг) и Th (16,8 мг/кг). Низкое содержание высокочarged элементов – Y (5,0 мг/кг), Nb (2,7 мг/кг), Yb (0,39 мг/кг). Сильно обогащены лёгкими РЗЭ – $Сe_N/Sm_N = 86,2$, $Yb_N/Gd_N = 5,1$. Выделяется отрицательная европиевая аномалия ($Eu/Eu^* = 0,71$). Характеризуются высоким отношением Th/Yb (43,0) и низкими – Nb/La (0,04), Nb/Ce (0,02), что указывает на привнос Th, La и Ce. Согласно геохимическим данным, двуполевошпатовые граниты Вишневецкого массива имеют коровый генезис.

Изотопный возраст двуполевошпатовых гранитов Вишневецкого массива определялся по монациту. Проба № 2058 была отобрана из обнажения возле железной дороги в южной части

с. Старовишневецкое. Для геохронологических исследований был выбран темный прозрачный и полупрозрачный монацит. U-Pb изотопный возраст монацита составляет 2 985 млн лет (табл. 2).

Выводы. Установлено, что двуполевошпатовые граниты Вишневецкого массива Славгородского блока являются наиболее древними коровыми гранитами в Среднеприднепровском гранит-зеленокаменном терейне. Их U-Pb возраст по монациту – 2 985 млн лет. Они близки по возрасту с энтербитами славгородского комплекса ($3\,014 \pm 7$ млн лет) и гранодиоритами днепропетровского комплекса ($2\,972 \pm 6$ млн лет) на Славгородском блоке, что указывает на их формирование в течение короткого интервала времени, вероятно, в результате подъема плюма около 3 000 млн лет тому назад. Плагиигранитоиды образовались в результате частичного плавления базитового субстрата, а двуполевошпатовые граниты – в результате частичного плавления более древних гнейсов фундамента.

Таблица 1 – Химический состав двуполевошпатовых гранитов Вишневецкого массива (обр. 2058)

Окислы, %		мг/кг					
SiO ₂	70,35	Li	13,7	U	0,61	Sn	0,45
TiO ₂	0,39	Be	0,62	Th	16,8	Sb	0,23
Al ₂ O ₃	14,17	Rb	67,1	La	63,3	Cs	0,15
Fe ₂ O ₃	1,58	Sr	315	Ce	121	W	0,26
FeO	1,82	Ba	1 266	Pr	10,8	Pb	17,8
MnO	0,03	V	35,1	Nd	34,2	Sc	3,1
MgO	0,96	Cr	26,7	Sm	3,9	ΣREE	238,75
CaO	1,96	Co	5,5	Eu	0,71	(La/Yb) _N	117,4
Na ₂ O	4,05	Ni	6,5	Gd	2,4	(Ce/Sm) _N	7,76
K ₂ O	3,60	Cu	–	Tb	0,30	(Gd/Yb) _N	5,10
S _{общ}	–	Zn	58,7	Dy	1,0	Eu/Eu*	0,71
P ₂ O ₅	0,15	Ga	16,7	Ho	0,17	Sr/Y	63
H ₂ O-	0,08	As	<ПО	Er	0,45	Nb/Ta	28,4
П.п.п.	0,90	Y	5,0	Tm	0,061	Nb/La	0,04
Сумма	100,04	Nb	2,7	Yb	0,39	Nb/Ce	0,02
Na ₂ O/K ₂ O	1,13	Ta	0,095	Lu	0,065	Th/Yb	43
al'	3,25	Zr	231	Ge	–		
mg#	0,35	Hf	5,7	Mo	0,67		

Примечание. Силикатный анализ выполнен в лаборатории ИГМР НАН Украины. Малые и редкие элементы определялись методом ICP-MS в АСИЦ ИПТМ РАН, Россия.

Таблица 2 – Результаты U-Pb исследований монацита из двуполевошпатовых гранитов Вишневецкого массива

Фракция монацита	Содержание, мг/кг		Изотопные отношения					Возраст, млн лет		
	U	Pb	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁷ Pb	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁸ Pb	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb
Прозрачный	225,1	7 127	2 670	4,4563	0,016526	0,58733	17,842	2 979	2 981	2 983,1
Прозрачный	258,7	7 795	1 973	4,4348	0,017408	0,58717	17,803	2 978	2 979	2 979,9
Прозрачный	233,3	6 559	3 500	4,5438	0,018962	0,59738	17,874	3 019	2 983	2 958,6
Непрозрачны	246,5	7 259	3 710	4,4739	0,018156	0,59982	18,249	3 029	3 003	2 985,4

Примечание. Уран-свинцовые изотопные исследования выполнены в лаборатории ИГМР НАН Украины.

1. Артеменко Г. В., Татаринова Е. А., Демедюк В. В. и др. Возраст гранитоидов Славгородского блока (Среднеприднепровский мегаблок) // Докл. НАН Украины. 2004. № 8. С. 118–123.

2. Берзенин Б. З. Петрогенезис, геологическое строение и особенности металлогении докембрия района Славгородско-Синельниковских магнитных аномалий // Геол. журн. 1974. Т. 34, вып. 1. С. 107–111.

3. Бобров А. Б., Кирилюк В. П., Гошовский С. В. и др. Гранулитовые структурно-формационные комплексы Украинского щита – европейский эталон // Стратиграфия, геохронология и корреляция нижнедокембрийских породных комплексов фундамента Восточно-Европейской платформы. Львов: ЗУКЦ. 2010. 160 с.

4. Орс В. И. Гранитообразование в докембрии Среднеприднепровской гранит-зеленокаменной области. Киев: Наук. думка, 1988. 204 с.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Н. Ф. Воронкова

Белорусский государственный университет, географический факультет, пр. Независимости 4,
220030 Минск, Республика Беларусь; yudaevsergei@mail.ru

Активизация промышленного производства предопределяет увеличение потребностей, как в местном минеральном сырье, так и в импортируемом. Вместе с тем высокая степень зависимости важнейших отраслей промышленности от импорта минерального сырья, и прежде всего топливно-энергетических ресурсов, отрицательно сказывается на финансовом состоянии экономики. Поэтому наращивание использования местных сырьевых и топливных ресурсов и постепенное вытеснение импортируемых является важнейшей экономической задачей. Её выполнение осложнено тем, что по отдельным видам минерального сырья степень освоенности разведанных месторождений недостаточна и существенный прирост добычи полезных ископаемых на их базе в настоящее время проблематичен.

Беларусь располагает достаточно мощной сырьевой базой для производства различных строительных материалов. Однако в связи с отсутствием некоторых видов минерального сырья и недостаточной разведанностью или неосвоенностью подготовленных для промышленного освоения месторождений строительного сырья, республика импортирует около 16,7 тыс. т бентонитовых глин, 6 тыс. т трепела для цементного производства, 27 тыс. т каолина, 50 тыс. т гальки и щебня, 90 тыс. т кальцинированной соды, а также 377 тыс. т кварцевых песков, 10 тыс. т мела, 8 тыс. т магнезита, 8 тыс. т извести, 14 млн т камня для монументов. Указанные виды минерального сырья имеют большое экономическое и социальное значение и необходимы для прокладки новых автотрасс, обновления и расширения жилищного фонда и др.

Основное количество изученных месторождений и проявлений строительного камня расположено в пределах Микашевичско-Житковичского выступа. В восточной части это Житковичское и Березинское месторождения (Гомельская обл.). В западной части в более благоприятных условиях разведаны месторождения Микашевичи, Ситницкое, Синкевичи, Ланское (Брестская обл.). Сырьё всех карьеров строительного камня в Беларуси пригодно для приготовления и получения высокопрочного *щебня* – заполнителя тяжёлых бетонов, балластного слоя железнодорожных путей, компонента асфальтобетонных дорожных и аэродромных покрытий. Выход на проектные мощности существующих и проектируемых карьеров может не только обеспечить все потребности страны, но и дать продукцию на экспорт. В ближайшей перспективе планируется производство облицовочного камня и плитки, благодаря применению новейшей технологии добычи и обработки сырья. Белорусский гранит, аплит и диорит по эстетическим и качественным показателям не уступают лучшим мировым аналогам из известных месторождений. Блоки пегматитовых же пород, встречающиеся в наших месторождениях, благодаря неповторимой ихтиоглиптовой (письменной) структуре вообще могут претендовать на статус поделочного сырья высшего класса. На сегодняшний день без белорусского гранитного щебня не обходятся строители стран Балтии, России и ближнего зарубежья.

Часть разведанных месторождений *мела и мергельно-меловых пород* в настоящее время разрабатывается, а остальные являются резервной базой для действующих предприятий и создания в перспективе новых карьеров и производств. По материалам проведённых геологоразведочных работ, запасы и ресурсы мела и мергельно-меловых пород, которые являются доступными для промышленной разработки, оцениваются в 80–130 млрд т в Могилёвской обл., порядка 100 млрд т в Гомельской обл. и в 600–800 млн т в западных и центральных районах Беларуси (отторженцы). На этом цементном сырьё в настоящее время работают 3 крупные предприятия – Кричевский цементный завод ПО «Кричевцементшифер», Белорусский цементный завод и Волковысский цементный завод «Победа». Программой развития цементной промышленности Беларуси предусматривается увеличение производства цемента. Для достижения этой цели необходимы значительные инвестиции, разработка новых месторождений на условиях конкурсов и аукционов с привлечением отечественных и зарубежных инвесторов.

В настоящее время для производства цемента в Беларусь завозят трепел (добавка к цементу) из Фокинского месторождения, расположенного в Брянской обл. В то же время запасы месторождения «Стальное» в Могилёвской обл. (61,3 млн. т) в состоянии обеспечивать цементные заводы республики собственными активными минеральными добавками свыше 60 лет. Для этого необходимо освоение запасов *трепела* на месторождении «Стальное», где добыча может осуществляться открытым способом. Следует также определить организацию-разработчика и источники финансирования (с возможностью привлечения зарубежных инвесторов) для комплексного использования силицитов [1].

Ресурсы *чистого мела* на территории Беларуси оцениваются в объёме 150–200 млрд т. Внедрение геотехнологий современной его добычи позволит получать высококачественное сырьё для производства более обогащённого дисперсного мела, что является самой перспективной и высоко rentабельной областью использования мела. Так как в перспективе цена на обогащённый дисперсный мел может возрасти и составить около 800 долл. США за 1 т, то проведение технологических и экономических исследований представляется актуальным.

В Беларуси выявлено около 500 месторождений *глин*. Государственным балансом учтено 217 месторождений глинистых пород. Такие породы используются для производства аглопорита, дренажных труб, керамзита, керамических камней, керамической плитки, кирпича, печных изразцов, фасадной керамики, цемента, черепицы, приготовления буровых растворов, а также в качестве адсорбентов, катализаторов и др.

Сырьём для производства различных огнеупорных материалов, изделий тонкой керамики, электрокерамики, а также тугоплавкого, облицовочного и лицевого кирпича, плиток для полов, канализационных и дренажных труб являются *тугоплавкие глины*, общие запасы которых в Беларуси составляют 52 767 тыс. т. Потребности в этих строительных материалах достаточно велики.

Таким образом, создание новых добывающих и перерабатывающих глинистое сырьё промышленных предприятий может быть наиболее привлекательным для частных инвесторов. Резерв разведанных запасов глинистого сырья в Беларуси, rentабельных для освоения в новых экономических условиях, является значительным, что требует соответствующей корректировки инвестиционной политики как со стороны государства-собственника недр, так и недропользователей-инвесторов.

Кроме того, требуется разработка новых, инновационных технологий для добычи и переработки как глинистых пород, так и других минеральных ресурсов.

Анализ состояния минерально-сырьевой базы строительных материалов показывает, что в республике, в целом, достаточно собственных минеральных ресурсов, однако не все предприятия имеют большие сроки обеспеченности. В связи с этим для предприятий со сроком обеспеченности запасами сырья 5–10 лет уже сегодня требуются поиски и разведка разнообразных полезных ископаемых для собственных нужд и экспорта (щебня, песков всех видов, доломита, глинистого сырья, мела и других полезных ископаемых). Основными потребителями экспортируемого из Беларуси минерального сырья являются Россия, Украина, Молдова, Литва, Латвия, Польша.

Следует отметить, что по некоторым видам минерального сырья (трепела, мел, бентонитовые глины, кварцевые пески, гипс) существуют подготовленные объекты для промышленного освоения, что позволит отказаться от привозного минерального сырья, обеспечивать собственные потребности и производить продукцию на экспорт. Так, например, Хотиславское месторождение, которое доступно для открытой разработки (запасы составляют 26 281 тыс. м³ силикатного песка и 74 129 тыс. т мела), детально разведано в качестве сырьевой базы для производства стройматериалов, но сегодня практически не разрабатывается и продолжает оставаться перспективной сырьевой базой для строительства крупного комбината по выпуску стройматериалов и прекращения импорта в Беларусь мела, извести и цемента. Для обеспечения указанных мощностей по выпуску строительных материалов минерально-сырьевыми ресурсами, как представляется, на Хотиславском месторождении необходимо построить карьер с объёмом годовой добычи песка в 760 тыс. м³ и мела – 1 970 тыс. т. Обеспеченность предприятия запасами минерального сырья: по песку – 33 года, по мелу – 37 лет. Ориентировочный объём капитальных вложений, необходимых для строительства предприятия, – около 62 млн долл. США [1, 2].

Балансовые запасы *бентонитовых глин* на Острожанском месторождении составляют 12,3 млн т. Глины пригодны в качестве сырья для формовочных смесей при производстве мелких чугунных отливок и отливок из цветных металлов, глинопорошков для буровых растворов. На базе запасов месторождения мощностью с годовым объёмом добычи бентонитовых глин 110 тыс. т возможно обеспечить выпуск комовой глины – 85 тыс. т, и активированного порошка – 20 тыс. т. Необходимые

капитальные вложения в промышленное строительство – порядка 79 млн долл. США, годовая прибыль от реализации продукции – около 3 млн долл. США.

Запасы *кварцевых песков* на месторождении «Городное» составляют 15 077 тыс. т. В природном виде такие пески пригодны для производства армированного и узорчатого стекла, хозяйственной посуды, силикатных глыб, плитки фасадной, а также они могут быть использованы в качестве формовочных материалов при стальном и чугунном литье. После обогащения эти пески пригодны и для производства высокопрозрачных стеклоизделий. Однако месторождение не разрабатывается, а кварцевые пески ввозятся в Беларусь в основном с Украины. Поэтому в настоящее время необходимо проработать вопрос по созданию на базе месторождения «Городное» горнодобывающего предприятия по производству не только необогащённых, но и обогащённых кварцевых песков для производства высококачественного стекла и стеклоизделий. Для решения этого вопроса требуются технико-экономические расчёты по обоснованию экономической целесообразности создания на базе запасов кварцевых песков месторождения горнодобывающего предприятия производительностью 200 тыс. т необогащённых песков в год. Обеспеченность предприятия запасами составляет 74 года. Капитальные вложения в промышленное строительство могут быть порядка 1,5 млн долл. США.

Что же касается участия Беларуси в разработке уже подготовленных к промышленному освоению месторождений полезных ископаемых, в которых заинтересована республика, то такое участие наиболее приемлемо в форме поставки белорусской стороной на договорных условиях машин, механизмов и другой продукции белорусского производства взамен поставляемому минеральному сырью или продуктов его переработки [1].

1. Аношко Я. И., Унукович А. В., Варакса В. В. Минерально-сырьевые ресурсы в народнохозяйственном комплексе Республики Беларусь // Белорусский экономический журнал. 2010. № 4. С. 133–142.

2. Томашевич А. В. Минеральные ресурсы в национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь // Природные ресурсы. 2002. № 3. С. 45–51.

УДК 551.243.8

СУТУРНЫЕ ЗОНЫ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Р. Г. Гарецкий, Г. И. Каратаев

Институт природопользования НАН Беларуси, ул. Ф. Скорины 10,
220114 Минск, Республика Беларусь; german@nature.basnet.by

Если строение щитов Восточно-Европейской платформы можно изучать всеми геолого-геофизическими методами непосредственно по выходам на земную поверхность пород фундамента, то при тектоническом районировании фундамента и низов платформенного чехла Русской плиты, в пределах которой распространён достаточно мощный чехол, в качестве главного инструмента выступают геофизические методы – глубинные сейсмические и магнитотеллурические зондирования вдоль профилей и потенциальные поля по площади, ибо точечные скважины и редкая сеть сейсмических исследований дают важную, но относительно небольшую по площади информацию. Как известно, ещё акад. А. Д. Архангельский использовал материалы магнитных и гравиметрических съёмок для расшифровки строения фундамента Русской плиты. Комплексировав специальными физико-геологическими методами моделирования геофизические материалы на той или иной территории совместно с геологическими данными, в том числе в зонах сочленения крупных блоков земной коры, мы получаем информацию о глубинном строении и физических неоднородностях вещества литосферы и астеносферы, позволяющую с определённой достоверностью создавать тектоно-геодинамические модели формирования тех или иных исследуемых геологических объектов.

Согласно современным теоретическим положениям, важнейшими тектоническими событиями, формирующими рудоносность кристаллического фундамента, являются разломы, шовные зоны и зоны тектоно-магматической активизации. Так, известно, что из общего количества изученных постмагматических рудных месторождений мира около 84 % приурочено к разломам или их пересечениям. Важную роль в металлогеническом районировании играют сутурные (шовные) зоны и зоны

тектоно-магматической активизации в пределах крупных тектонических единиц. Из теоретических положений о связи рудоносности с понятиями «сутурные (шовные) зоны, зоны тектоно-магматической активизации, глубинные разломы» вытекает ведущий критерий металлогенического прогноза: большинство месторождений и рудопроявлений приурочено к пересечению шовных зон зонами тектоно-магматической активизации.

В связи с этим основной акцент нами был направлен на изучение зон конвергентности Фенно-скандинавского, Сарматского и Волго-Уральского сегментов, из которых, согласно тектонической концепции С. В. Богдановой, примерно 1,7–1,8 Ga был создан Восточно-Европейский кратон (рис.). Исследовались три шовные зоны между парами сегментов: Центральнорусская (между Фенно-скандией и Сарматией, Рязано-Саратовская (между Сарматией и Волго-Уралией) и Центральнорусская (между Фенноскандией и Волго-Уралией). Особое внимание было уделено тектоническому узлу конвергенции всех трёх сегментов (Слободский тектоно-геодинамический узел).

Выполненный тектонофизический анализ зоны сочленения Фенноскандии и Сарматии показывает, что сочленение Фенноскандии и Сарматии происходило по закону субдукции андского типа, когда тяжёлая Белорусская океанская кора между ними была поддвинута под Сарматия (реликт Белорусской океанской плиты зафиксирован сейсмическими и гравиметрическими данными). Последующая коллизия сформировала *Центральнорусскую сутурную зону*. Процесс субдукции зафиксирован в достаточно длительной и многостадийной истории развития магматических комплексов Осницко-Микашевичского вулcano-плутонического пояса. В результате коллизии возникли чешуйчатонадвиговые деформации верхней коры до 10–15 км, контролируемые листрическими разломами. При этом формирование вещества и структуры земной коры шло вдоль зоны неодинаково: на одних участках породы в зоне сближения подвергались деформациям типа изгиба пластов, на других они под влиянием горизонтальных давлений растрескивались и разрушались, образовывались разломы, по которым в результате процессов магматизма в верхние слои внедрялись породы разного состава, на третьих деформации проявлялись в виде надвигов. Возможно, что по субдукционной зоне в позднем девоне шло формирование пологого сквозькорового срыва (детачмента), который в южной части Припятского палеорифта пересекает поверхность Мохо и погружается в верхнюю мантию.

По результатам обобщения геолого-геофизических материалов и сейсмо-гравитационного моделирования разреза литосферы вдоль профиля Воронеж-Пачелма установлены особенности зоны сочленения Сарматского и Волго-Уральского сегментов Восточно-Европейского кратона. Показано, что в процессе сближения Сарматии и Волго-Уралии Пачелмская океанская плита между ними была сжата в складку и погружена на уровень подошвы земной коры-верхов верхней мантии, с последующим образованием в результате коллизии *Рязано-Саратовской сутурной зоны*.

На основании комплексного анализа материалов сейсмо-гравитационного моделирования вдоль профиля Тихвин-Пенза показана тектоническая картина формирования в палеопротерозое Центральнорусской сутурной зоны как структуры субдукционного и коллизионного процессов конвергенции Фенноскандинавского и Сарматского сегментов Восточно-Европейской платформы. Конвергенция континентальных блоков Фенноскандии и Волго-Уралии сопровождалось встречным перемещением подкорового вещества, утолщением слоя верхней мантии, поднятием поверхности Мохоровичича. В процессе субдукции (зондского типа) подкоровое вещество ассимилировало океанскую кору. Океанская кора была поддвинута под Волго-Уралию ниже уровня подошвы земной коры. Последующая коллизия завершила формирование *Центральнорусской сутурной зоны*.

В центре Восточно-Европейской платформы, в месте стыка одновременно всех трёх сегментов – Фенноскандии, Сарматии и Волго-Уралии – выделен своеобразный тектонический элемент – *Слободский тектоно-геодинамический узел*, в котором веерообразно сходятся магнитные и гравитационные аномалии, ранние авлакогены и Осницко-Микашевичский и Серпуховский вулcano-плутонические пояса. Образование узла связывается с тектонофизическими процессами взаимодействия сжимающих напряжений, возбуждаемых глубокофокусными землетрясениями, с пересекающими их конвективными потоками мантийного вещества. Предполагается, что в конце архея-начале протерозоя в условиях сильного сжатия и высоких температур на глубинах более 300 км в конвективной мантийной среде образовалась астенолинза. Поскольку частицы пограничного слоя движутся медленнее общего конвективного потока, в астенолинзе образуются вихревые движения, в особенности интенсивные в её центральной части. Эти движения, в силу эффекта Магнуса, создают вытягивающую силу, перпендикулярную направлению конвективного течения мантии. Показано, что этот эффект вполне мог

явиться причиной «омутообразного» затягивания вещества литосферы Фенноскандинавской, Сарматской и Волго-Уральской плит в мантию.

Как установлено, процессы субдукции и коллизии на разных участках столкновения сегментов происходили по-разному, в зависимости от особенностей глубинной структуры литосферы сближающихся сегментов и движущих плиты тектонофизических механизмов. Однако пространственно тектонический результат для всех зон сочленения одинаков: узколинейные шовные зоны сопровождаются вулканоплутоническими поясами.

Широкий спектр осадочно-вулканогенных и интрузивных формаций, присутствующих в зонах сочленения сегментов земной коры, обуславливает их высокий металлогенический потенциал. Кроме того, в процессе субдукции в результате перемещения горных пород на глубинные уровни переплавления докембрийских водонасыщенных карбонатно-силикатных осадков могут возникать алмазоносные магмы.

В минерагеническом аспекте на территории Беларуси выделены пять перспективных на полезные ископаемые тектоно-геофизических поясов, подвергавшихся в процессе их становления тектономагматической активизации: неoarхейско-протерозойский Белорусско-Прибалтийский пояс, палеопротерозойский Осницко-Микашевичский вулканоплутонический пояс, протерозойские Центральнo-белорусская шовная зона, Припятско-Брестский пояс, Полоцко-Курземский пояс, а также Брагинский гранулитовый массив. Для каждой из этих структур дана подробная характеристика перспектив минерально-ресурсного потенциала. При этом оценка алмазоносных перспектив Брагинского массива даётся на основании теоретических моделей, построенных на базе геодинамических процессов формирования Центральнo-белорусской шовной зоны.

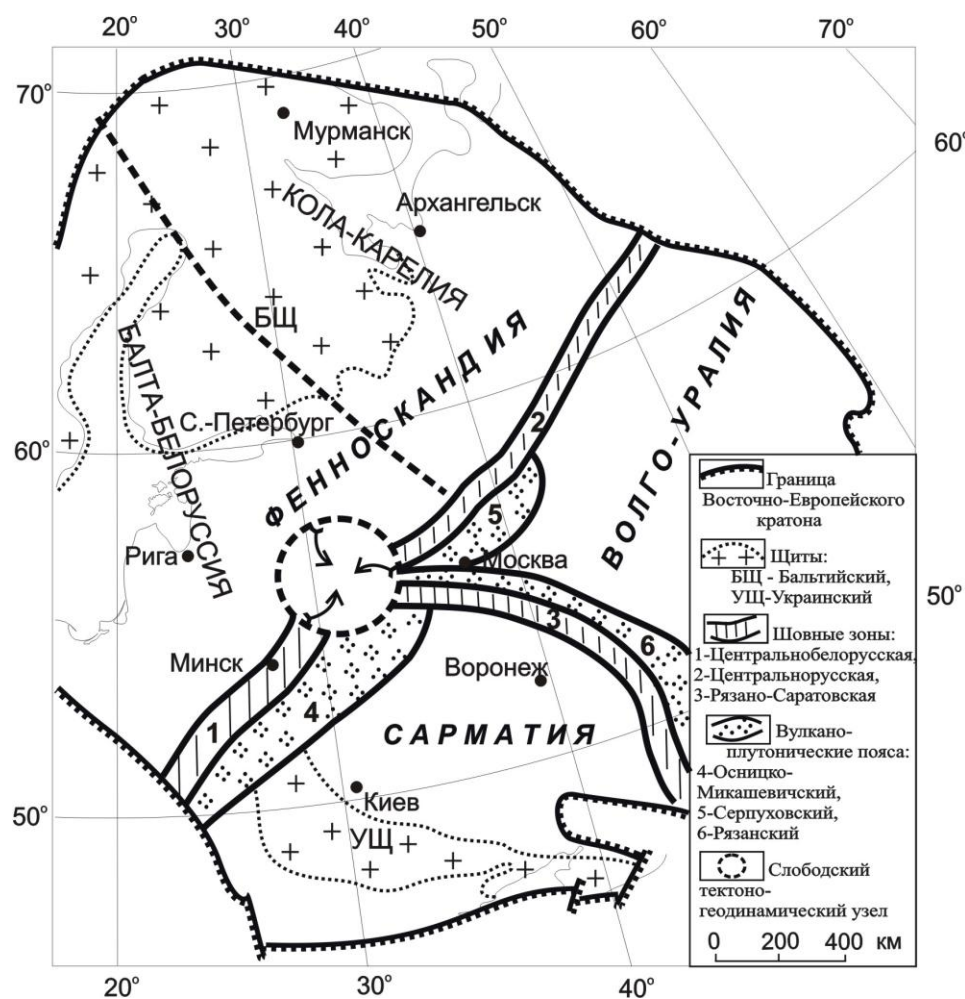


Рисунок – Схема сутурных (шовных) зон Восточно-Европейской платформы

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ГРУНТОВЫХ ВОД БАСЕЙНА р. ДНЕПР

Ю. А. Гледко, И. В. Буяков

Белорусский государственный университет, географический факультет, пр. Независимости 4,
220030 Минск, Республика Беларусь; gledko74@mail.ru, buyakov-ivan@mail.ru

Современное состояние подземных вод бассейна р. Днепр на территории Беларуси описано в работах М. Ю. Калинина, А. В. Кудельского, М. М. Черепанского и других [2, 3]. Здесь действует 21 гидрогеологический пост и 114 наблюдательных скважин, оборудованных на грунтовые и напорные воды [4].

Грунтовые воды на территории бассейна р. Днепр повсеместно приурочены к четвертичным отложениям среднего и позднего плейстоцена, а также отложениям голоцена. В пределах бассейна выделены следующие гидрогеологические подразделения четвертичных отложений: водоносный горизонт древних и современных аллювиальных отложений (aIV, aIII-IV); водоносный комплекс поозерских озёрно-аллювиальных отложений (laIIIpz); водоносный днепровский-сожский водно-ледниковый комплекс (f, IgIIId-sž) [1].

В составе четвертичных отложений выделяются также поозёрский, сожский и днепровский слабодонасыщенные локально водоносные моренные комплексы (gIIIpz, gIIIsž, gIIId). Поозёрский моренный комплекс (gIIIpz) занимает незначительную площадь на крайнем севере бассейна к северу от г. Орша. Сожский (gIIIsž) – широко представлен на большей части бассейна, а днепровский (gIIId) – локально на юге и востоке.

Для изучения гидродинамического режима грунтовых вод по каждому гидрогеологическому посту выбирались данные о среднегодовых уровнях воды в выбранных скважинах. Скважины выбирались таким образом, чтобы ряд наблюдений был как можно более длинным и имел наименьшее количество разрывов (табл.). Период обобщения – 1989–2015 г.

Таблица – Информация о гидрогеологических постах

Название	Местоположение		Ранг поста	Кол-во действующих скважин	Номера выбранных скважин	Год открытия
	Район	Населённый пункт				
Березинский	Лепельский	д. Березина	Фоновый	7	608	1970
Высоковский	Оршанский	пос. Высокое	Трансграничный	4	1258	1970
Минский	Минский	пос. Ратомка	Национальный	5	343	1960
Проскуринский	Жлобинский	д. Проскурни	Национальный	5	412	1988
Хоновский	Могилевский	д. Хоново	Национальный	9	114	1971

Под гидродинамическим режимом грунтовых вод понимается закономерный ход уровня воды в наблюдательной скважине как в годовом так и в многолетнем разрезе.

В годовом ходе уровня грунтовых вод выделяется два максимума и два минимума (рис. 1). Первый максимум наблюдается в марте–апреле. Это связано со снеготаянием в бассейне и как следствие грунтовые воды получают наибольшее питание в это время года. Осенний максимум выражен слабее весеннего и наблюдается, как правило, в ноябре. Такой ход наблюдается на Высоковском и Минском постах, на Березинском и Проскуринском постах второй пик более ярко выражен в декабре. Минимальные уровни наблюдаются в феврале и августе–сентябре. На Березинском посту осенний минимум сдвинут на октябрь.

Особый режим грунтовых вод наблюдается на Хоновском гидрогеологическом посту (рис. 2). На этом посту в годовом ходе уровня грунтовых вод выделяется один минимум и один максимум.

Минимум наблюдается в декабре–январе, а максимум – в мае–июле, после чего в октябре снова происходит спад. Такой режим объясняется тем, что грунтовые воды на Хоновском посту обладают локальным напором, так как залегают в моренных суглинках, которые хуже проводят воду, нежели пески и супеси, которые являются водовмещающими породами на остальных постах.

Следует отметить, что в отдельные годы минимумы и максимумы уровней воды могут значительно сдвигаться. Это связано с непериодическими и резкими изменениями погодных условий, например, выпадение сильных осадков или наоборот аномально сухая погода и т. д.

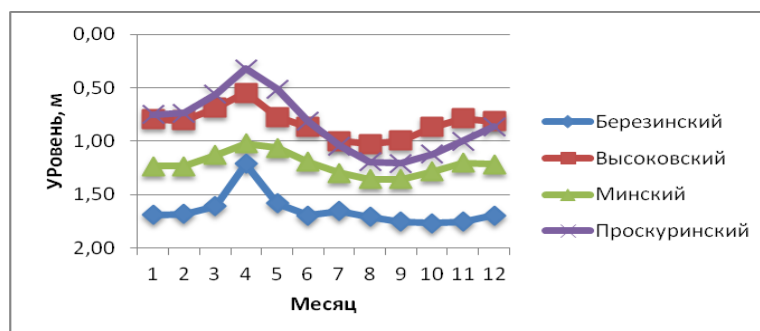


Рисунок 1 – Усреднённый годовой ход среднемесячных уровней грунтовых вод за 1989–2015 гг. по гидрогеологическим постам бассейна Днепра

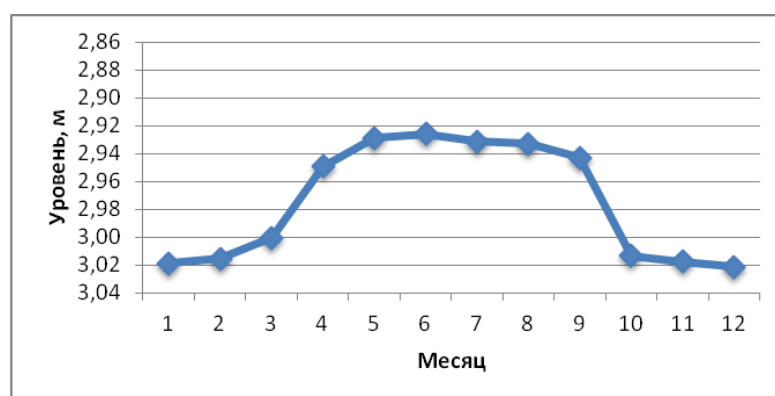


Рисунок 2 – Усреднённый годовой ход уровней грунтовых вод за 1989–2015 гг. на Хоновском гидрогеологическом посту (скв. 114)

Многолетний ход уровней воды на гидрогеологических постах не везде имеет одинаковые тенденции (рис. 3). На Проскуринском и Березинском постах отмечается снижение среднегодовых уровней грунтовых вод порядка 0,3–0,5 м. На Высоковском посту временного тренда не отмечено. На Минском и Хоновском постах отмечено повышение уровней грунтовых вод, причём на Хоновском оно составило 1,5 м. Повышение уровней обусловлено комплексом причин. Первая – это наличие так называемых гидрогеологических «окон» между водоносными горизонтами в слабопроницаемых толщах породы. Такое строение присуще всем гидрогеологическим разрезам, но в большей степени эти «окна» прослеживаются в окрестностях г. Минска и в северной части Могилёвской обл. Вторая причина – сокращение водопотребления и как следствие забора воды из подземных источников водоснабжения.

Сочетание воздействия природных (питание из нижележащих горизонтов; отсутствие крупного водотока, полностью дренирующего грунтовые и напорные воды; воздействие климата) и антропогенных (сокращение водоотбора в непосредственной близости от гидрогеологических постов) факторов обусловили рост уровней воды. На Минском посту рост оказался менее существенным, т. к. Минская агломерация требует большего количества воды, и забор её из подземных источников сократился незначительно. Сокращение отбора непосредственно в окрестностях поста компенсируется введением в строй новых групповых водозаборов на расстоянии от г. Минска. Эксплуатация нижележащих водоносных горизонтов привела к образованию под г. Минском депрессионной воронки, в которую через «окна» разгружались грунтовые воды, компенсируя забор из нижележащих слоёв. Так как за последние 25 лет сеть водозаборов вышла далеко за пределы г. Минска, глубина депрессионных воронок уменьшилась, вследствие чего уменьшился переток грунтовых вод, что в сочетании с воздействием климатических условий повлекло повышение уровня воды.

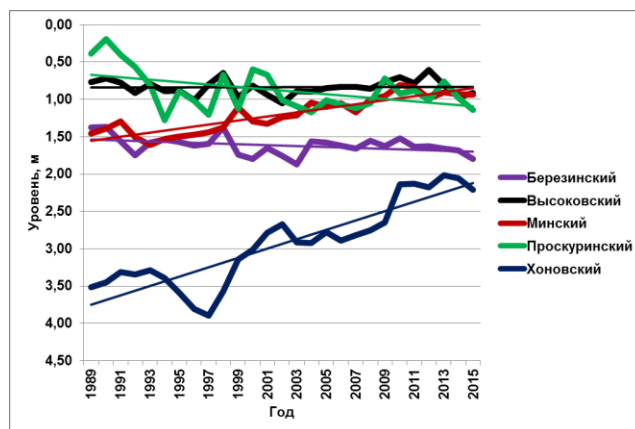


Рисунок 3 – Многолетний ход уровней грунтовых вод по гидрогеологическим постам за 1989–2015 гг.

На Хоновском посту причины схожие, но отличие состоит в том, что г. Могилёв в сравнении с г. Минском потребляет меньшее количество воды. В настоящее время активного роста потребления воды не происходит. Многие промышленные предприятия города используют поверхностные воды. Это привело к уменьшению депрессионной воронки под самим городом и его окрестностями и росту уровня грунтовых вод. Схожая тенденция наблюдается и в напорных водоносных горизонтах.

Падение уровня воды на остальных постах связано с колебаниями количества осадков и некоторым их уменьшением в последние годы. Так как Березинский и Проскуринский посты располагаются в непосредственной близости от крупных рек (Березины и Днепра соответственно), то режимы грунтовых вод связаны с колебанием их стока. Осадки, выпадающие на поверхность водосбора, имеют существенную изменчивость (коэффициент вариации для годовых сумм осадков достигает 0,25; а для отдельных месяцев может составлять 0,80). В сухие годы происходила сработка запасов грунтовых вод и, как следствие, снижение их уровня, а во влажные – пополнение запасов и подъём уровня.

Анализ динамики гидродинамического режима грунтовых вод необходим для дальнейшего изучения влияния водоотбора на уровенный режим подземных вод в окрестностях городов. Необходимы исследования влияния выработок полезных ископаемых на качество и уровни подземных вод на прилегающей к ним территории. Также приобретают актуальность исследования динамики уровней и качества подземных вод в условиях изменяющегося климата.

1. Гледко Ю. А. Гидрогеология: учеб. пособие / Ю. А. Гледко. – Мн.: Выш. шк., 2012. 446 с.
2. Калинин М. Ю. Современное использование и экологическое состояние подземных вод Могилёвской области. Мн.: Белсэнь, 1997. 122 с.
3. Кудельский А. В., Пашкевич В. И. Региональная гидрогеология и геохимия подземных вод Беларуси. Мн.: Беларуская навука, 2014. 271 с.
4. Фондовые материалы РУП «Научно-производственный центр по геологии» [Электронный ресурс]. – Электр. дан. и прогн. Мн., 2016.

550.83:553.98 (476)

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ ПО РЕГИОНАЛЬНОМУ ПРОФИЛЮ «ВОСТОЧНЫЙ»

Я. Г. Грибик, Р. Е. Айзберг

Институт природопользования НАН Беларуси, ул. Ф. Скорины 10,
220114 Минск, Республика Беларусь; yaroslavgribik@tut.by

В соответствии с подпрограммой Государственной программы «Изучение недр и развитие минерально-сырьевой базы Республики Беларусь на 2016–2020 гг.», предусмотрено геологическое изучение недр на базе создания сети региональных геофизических профилей и параметрических скважин.

Геологическая изученность территории Беларуси весьма неравномерна и особенно это ощутимо в восточной части республики. В настоящее время, когда физические объёмы поисковых геологических работ весьма ограничены, большую геологическую изученность можно достичь при тесном комплексировании с результатами ранее выполненных геологических исследований. Региональное изучение восточной части Беларуси предлагается выполнить по профилю «Восточный», пересекающему восточную часть Беларуси от границы с Украиной на юге до границы с Российской Федерацией в Псковской области на севере (рис.). Проектный профиль состоит из трёх участков: южного (Ю), центрального (Ц) и северного (С).

Южный участок (Ю) включает региональный сейсмический профиль XII786, протяжённостью 97 км, отработанный геофизической службой ПО «Белоруснефть» в 1986 г. от Комаринской депрессии, примыкающей к Днепровско-Донецкой впадине, через Брагинско-Лоевскую седловину, восточную часть Припятского прогиба и гребневую часть Североприпятского плеча. На линии профиля или вблизи пробурен ряд глубоких скважин, позволяющих совместно с вполне уверенной волновой картиной от отражающих сейсмических горизонтов по профилю XII786 воссоздать модель геологического строения отдельных участков региона. Параметрические скважины участка Ю: Комаринская 1 (2 493 м), Лоевская 1 (2 788 м), Михальковская 1 (4 087 м), 3 (4 385 м); поисковые скважины: Борщевские 2 (3 501 м), 7 (2 652 м), Центролит 1 (1 020 м).

Центральный участок (Ц) является продолжением сейсмического профиля XII786 на север для сочленения с изломом профиля I-Ia в районе Орши. Общая протяжённость участка Ц составляет 215 км. Из них в 2016 г. 75,5 км сейсмопрофиля отработано в поле. На линии профиля находятся неглубокие пробуренные скважины для поисков трубок взрыва, а также начатые бурением в 2016 г. параметрические скважины – Прибор, Кормянская, Быховская [2].

В тектоническом плане на участке Ц профиль пройдёт через Североприпятское плечо, в пределах которого поверхность фундамента залегает на глубине 1 200 м на юге с воздыманием в северном направлении до глубины 600–700 м. Такое направление поведения поверхности фундамента изучено ранее по региональному профилю IЖС, проходящему в субмеридиональном направлении от Североприпятского краевого разлома примерно до широты Быхов–Славгород на расстояние около 110 км [1].

Необходимые детали изучения этой территории заключаются в уточнении геологических особенностей магматических формаций, развитых в этой части региона, кристаллического фундамента и платформенного чехла [2].

Изучение *Северного* участка (С) профиля «Восточный» возможно выполнить по двум вариантам (рис.).

Первый вариант – проектирование линии профиля на северо-запад по линии Орша–Россоны на продолжении участка I-Ia 901-02 профиля Чериков–Орша. Протяжённость участка «С» составляет около 225 км с расположением на профиле и у линии профиля скважин: Оршанская опорная 2, Оршанская 1, Богушевская 5, Летцы 2, Шумилино 3. В 15 км к северу от г. Богушевск профиль пересекается с региональным сейсмическим профилем V-V, отработанным в 2009–2010 гг. На профиле следует запроектировать к бурению параметрическую скважину Оршанская 101 в районе пересечения с профилем V-V, со вскрытием всего осадочного чехла мощностью 1 400 м с бурением по породам фундамента до 400 м. Ориентировочно проектная глубина скважины составит 1 800–2 000 м. Вскрытие пород фундамента обосновывается оценкой природы волновой картины, фиксируемой по профилю V-V на глубине 300–400 м ниже поверхности фундамента, не характерной для пород фундамента. Местоположение параметрической скважины и её проектную глубину следует определить по полученным материалам после отработки сейсмопрофиля Орша–Россоны.

Второй вариант отработки участка «С» профиля «Восточный» – анализ геолого-геофизических материалов по второй ветви I-I Б 901-02 регионального профиля Чериков–Орша–Усвяты к северу от скважины Оршанская 2оп. Протяжённость этой части профиля составляет 133 км, в районе и на линии профиля пробурены скважины Оршанская 2оп, Богушевская 1к, 2к (Лиюзно), Суражская 1с2. Профиль пересекает Оршанский горст, Витебскую мульду, возможно Полоцко-Курземскую зону разломов.

Из двух вариантов отработки части «С» регионального профиля «Восточный» предпочтителен первый вариант, предусматривающий проведение сейсмопрофиля Орша–Россоны и бурение параметрической скважины.

Таким образом, региональный профиль «Восточный», пересекающий всю территорию Беларуси с юга на север протяжённостью 537 км либо 445 км (при втором варианте северного участка) позволит уже в период до 2020 г. изучить региональными исследованиями недра восточной части Беларуси.

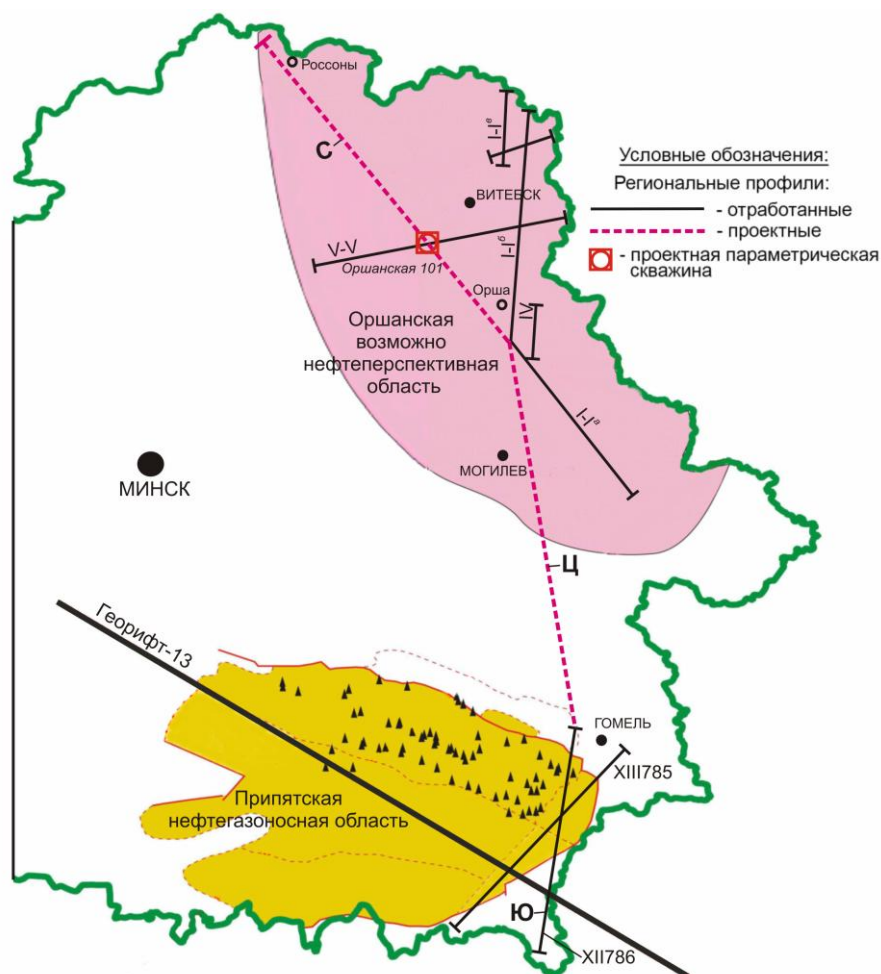


Рисунок – Схема расположения регионального геолого-геофизического профиля «Восточный»

1. Гарецкий Р. Г., Давидюк В. Ф., Некрасов Г. А. К тектонике Жлобинской седловины и северного борта Припятского прогиба // Докл. АН БССР. 1975. Т. XIX, № 6. С. 563–566.
2. Кузьменкова О. Ф., Стрельцова Г. Д. Актуальные задачи региональных геологических работ в области сочленения Припятского прогиба, Брагинско-Лоевской седловины и Воронежской антеклизы // Літасфера. 2016. № 2(45). С. 19–28.

УДК 551.24: 553.98 (476)

ГЛУБИННЫЕ РАЗЛОМЫ ФЛЮИДАЛЬНО-ГАЗОВОЙ АКТИВИЗАЦИИ В ЗЕМНОЙ КОРЕ И ИХ СВЯЗЬ С НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬЮ

В. Н. Губин

Белорусский государственный университет, географический факультет, пр. Независимости 4,
220030 Минск, Республика Беларусь; vngubin@mail.ru

На современном этапе развития неорганического направления в нефтяной геологии особое внимание уделяется выявлению связи нефтегазоносности недр с мантийными очагами генерации глубинных углеводородов (УВ) и зонами их локализованной разгрузки в земной коре. Согласно вертикально-миграционному закону Н. А. Кудрявцева [5], поток УВ-флюидов, поступающий из высокотемператур-

ных зон Земли, устремляется по разломам, трещинным зонам и другим нарушениям вверх, достигая осадочного чехла, и образует многопластовые нефтегазовые месторождения. Это методологическое положение определяет проведение поисков залежей УВ в нефтегазоносных бассейнах в зонах разломов мантийного заложения. При этом особое внимание следует уделять новейшей активизации глубинных (мантийных) разломов. Это связано с тем, что в результате неотектонических движений и изменения термобарических условий очаговых зон при миграции глубинных УВ-флюидов в верхнюю часть земной коры происходит их закономерное пространственно-стратиграфическое распределение, их естественная фазовая сепарация с разделением легкоподвижной газовой фазы и жидких УВ [6]. Комплексирование традиционных геолого-геофизических методов и инновационных технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса позволяет выявить пространственные закономерности распределения неотектонически активных глубинных разломов и опережающих их дислокаций, являющихся проводящими путями для потоков УВ-флюидов из верхней мантии и формирующих в осадочном чехле зоны нефтегазонакопления.

К глубинным разломам относятся дизъюнктивные дислокации земной коры, проникающие в верхнюю часть мантии и характеризующиеся длительностью и унаследованностью развития от архея до настоящего времени. В платформенном чехле им соответствуют смещённое залегание горных пород и зоны повышенной трещиноватости. С глубиной происходит выполаживание разломов и их профиль приобретает листрическую форму [2]. Активные в позднеолигоцен-четвертичное время глубинные разломы отражаются в рельефе земной поверхности и дешифрируются на космических снимках (КС) в виде линеаментов.

Разломы мантийного заложения определяют восходящую вертикальную миграцию УВ-флюидов в верхние горизонты земной коры. В Припятской нефтегазоносной области (НГО), охватывающей в тектоническом отношении одноименный прогиб, повышенная флюидално-газовая активизация в зонах глубинных разломов способствовала формированию залежей нефти в осадочном чехле [3]. Разломы в определённых геодинамических условиях прямо или косвенно создавали также естественные барьеры на пути миграции УВ, локализуя их в пределах структурных и неструктурных ловушек конкретных зон и участков нефтегазонакопления [1].

В Припятской НГО на основе комплексной интерпретации данных ДЗЗ из космоса и геолого-геофизической информации установлены закономерности новейшей активизации мантийных разломов, являющихся проницаемыми каналами для вертикальной миграции глубинных УВ и формирующих в платформенном чехле зоны нефтегазонакопления [4]. В позднеолигоцен-четвертичное время, как и на предшествующих этапах развития Припятского прогиба, высокой тектонической активностью отличались глубинные Северо- и Южно-Припятский суперрегиональные разломы, ограничивающие Припятский грабен, а также региональные разломы мантийного заложения: Речицко-Вишанский, Червонослободско-Малодушинский, Лоевский, Микашевичский, Малинско-Туровский, Пержанско-Симоновичский и Первомайско-Заозёрный.

В пределах Речицко-Вишанского и Червонослободско-Малодушинского мантийных разломов суммарные амплитуды неотектонических деформаций достигают порядка 120 м. Зоны линейных приразломных поднятий отличаются высокими градиентами современных вертикальных движений земной коры. По данным повторного высокоточного нивелирования подобные деформации здесь составляют до 25–30 мм/год, что на порядок выше региональных вертикальных перемещений земной поверхности на территории Припятского прогиба в целом. Новейшая активизация Речицко-Вишанского и Червонослободско-Малодушинского глубинных разломов отражается в геотермическом поле платформенного чехла. Зоны разломов отличаются повышенными значениями распределения поля температур, обусловленных подтоком глубинного тепла, поступающего из высокотемпературных очагов верхней мантии и оказывающим влияние на тепловой режим Припятского прогиба.

Расположенные в Северной зоне тектонических ступеней Припятского прогиба глубинные разломы определили характер нефтеносности Северного нефтегазоносного района Припятской НГО. Так, с Речицко-Вишанским разломом мантийного заложения сопряжена одноименная зона нефтегазонакопления, включающая Речицкое, Осташковичское, Тишковское, Вишанское и другие промышленные месторождения нефти.

Во Внутреннем грабене Припятского прогиба по данным глубинного сейсмического зондирования выявлено мантийное заложение Микашевичского регионального разлома, который полого погружается к югу от Микашевичско-Житковичского выступа до глубины порядка 60 км. В зоне разлома сум-

марные амплитуды неотектонических движений составляют 100–120 м и на земной поверхности прослеживаются системы линеаментов, что свидетельствует об его активности в позднеолигоцен-четвертичное время (рис.). С Микашевичским глубинным разломом связаны перспективы нефтеносности Центрального нефтегазоносного района Припятской НГО. С востока к мантийному разлому примыкает Селютичская нефтеперспективная структура, выделенная в подсолевом комплексе верхнего девона по данным сейсморазведки и уверенно прослеживаемая на КС в виде изометрично ориентированных линеаментов. Положение Селютичской структуры контролируется также западным фрагментом Шестовичско-Гостовского разлома.

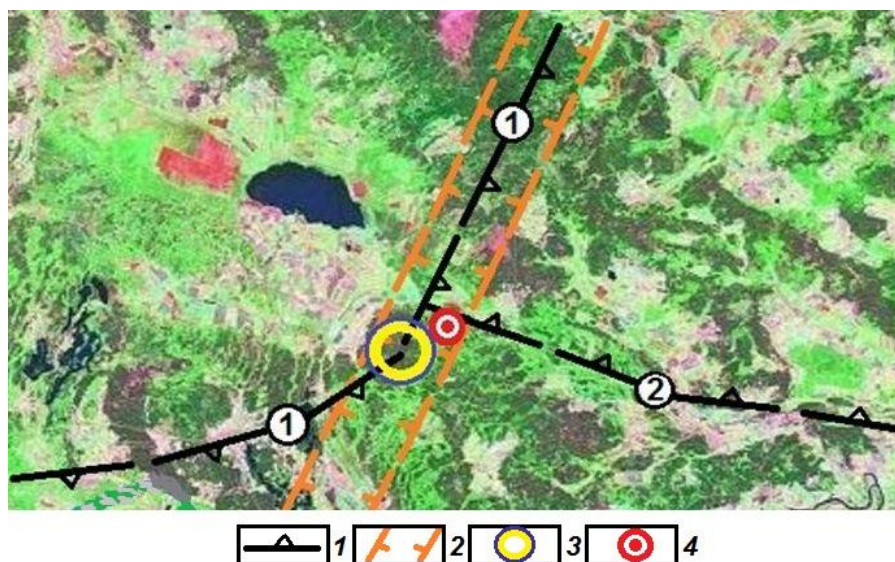


Рисунок – Космоструктурная схема зоны новейшей активизации Микашевичского глубинного разлома
1 – региональные разломы (цифры в кружках): 1 – Микашевичский; 2 – Шестовичско-Гостовский; 2 – линеаментная зона Микашевичского разлома; 3 – центрогенная структура, 4 – Селютичская нефтеперспективная структура

Благоприятные геодинамические условия для восходящей циркуляции глубинных УВ и формирования залежей нефти создают узлы пересечения разрывных дислокаций, или *центрогенные* структуры [7]. Такие участки земной коры характеризуются повышенной трещиноватостью платформенного чехла и кристаллического фундамента, а также контрастностью проявления новейших тектонических движений. В пределах *центрогенных* структур возникают максимальные напряжения в литосферном пространстве, и происходит интенсивная вертикальная миграция УВ-флюидов из верхней мантии в консолидируемую часть земной коры и осадочную толщу. Во Внутреннем грабене Припятского прогиба нефтепоисковое значение приобретают узлы пересечения разрывных дислокаций в зонах новейшей активизации Микашевичского (рисунок), Малыньско-Туровского, Пержанско-Симоновичского и Первомайско-Заозерного мантийных разломов.

К неотектонически активным глубинным разломам и зонам нефтегазонакопления тяготеют локальные кольцевые структуры тектоногенной природы диаметром от 2–3 до 15 км. Они обнаруживают связь с блоковыми, блоково-пликативными и пликативными структурными формами нефтеносных комплексов в верхнедевонских отложениях платформенного чехла. Кольцевые объекты локального уровня нередко осложнены системами линеаментов с высокой плотностью их распределения по площади, что свидетельствует о повышенной трещиноватости отдельных участков нефтеносных структур, прилегающих к мантийным разломам. Оперяющие глубинные разломы системы трещин создают благоприятные условия для вертикальной миграции УВ-флюидов из верхней мантии в земную кору и контролируют формирование в осадочном чехле залежей нефти

Таким образом, ведущую роль в динамике глубинных флюидопотоков и распределении залежей УВ в осадочной толще играют неотектонически активные разломы мантийного заложения, отражающиеся на КС в виде линеаментов. Картирование глубинных разломов флюидално-газовой активизации земной коры и создание космоструктурных моделей 2D на основе комплексной интерпретации данных ДЗЗ из космоса и геолого-геофизической информации позволяет в пределах отдельных пло-

щадей Припятской НГО выявить нефтеперспективные участки и тем самым способствует проведению поисковых работ на нефть.

1. Айзберг Р. Е., Старчик Т. А. Синрифтовая геодинамика Припятского прогиба. Мн.: Беларуская навука, 2013. 146 с.
2. Гарецкий Р. Г., Клушин С. В. Листрические разломы в Припятском палеорифте // Геотектоника. 1989. № 1. С. 48–60.
3. Грибик Я. Г. Связь нефтеносности Припятского прогиба с глубинным геологическим строением // Докл. НАН Беларуси. 2004. Т. 8, № 5. С. 87–69.
4. Губин В. Н. Космоструктурное картирование при поисках глубинной нефти в Припятском нефтегазоносном бассейне // 4-е Кудрявцевские Чтения: Матер. Всероссийской конф. по глубинному генезису нефти и газа. М.: ЦГЭ, 2015. URL: [http://conference.deepoil.ru/images/stories/docs/4kr theses/Gubin_Gubin_Theses.pdf](http://conference.deepoil.ru/images/stories/docs/4kr%20theses/Gubin_Gubin_Theses.pdf)
5. Кудрявцев Н. А. Генезис нефти и газа. Л.: Недра, 1973. 216 с.
6. Тимурзиев А. И. Новейшая сдвиговая тектоника осадочных бассейнов: тектонофизический и флюидодинамический аспекты (в связи с нефтегазоносностью). Электронный журнал «Глубинная нефть», 2014. Т. 2, № 1. С. 123–163. URL: [http://journal.deepoil.ru/images/stories/docs/DO-2-1-2014_Timurziev 2-1-2014.pdf](http://journal.deepoil.ru/images/stories/docs/DO-2-1-2014_Timurziev%202-1-2014.pdf)
7. Трофимов Д. М. Об узлах пересечения разрывных дислокаций и их роли в строении земной коры // Методы дистанционных исследований для решения природоведческих задач. Новосибирск: Наука, 1986. С. 9–12.

УДК 550.836 (476)

ГЕОТЕРМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В РАЙОНЕ КРАСНОСЛОБОДСКОГО РАЗЛОМА ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

В. И. Зуй¹, В. П. Ильин², М. А. Дубаневич², Е. А. Василёнок¹

¹ Белорусский государственный университет, географический факультет, пр. Независимости 4,
220030 Минск, Республика Беларусь; zui@bsu.by

² Филиал «Институт геологии» Государственного предприятия «НПЦ по геологии», ул. Академика Купревича 7,
220141 Минск, Республика Беларусь

Краснослободский разлом выделен в северо-восточной части Припятского прогиба между г. Солигорск и д. Червоная Слобода. На этой территории палеорифта залегают продуктивные горизонты калийных солей и ведётся их разработка шахтным способом [1]. Разлом пересекает продуктивные отложения в субширотном направлении.

На восточном блоке платформенного чехла отработка калийных залежей ведётся в течение ряда лет. Залежь на противоположной стороне до настоящего времени не эксплуатировалась. В последние годы был поставлен вопрос о возможности создания горизонтальных горных выработок для освоения продуктивных толщ за разломом.

Продуктивные отложения на рассматриваемой площади перекрываются региональным водопором – глинисто мергельной толщей (ГМТ). Глубокие недостаточно закольматированные разломы платформенного чехла могут представлять зоны повышенной проницаемости для подземных вод и рассолов. Создание тоннелей через разлом под этой толщей требует предварительного изучения, чтобы уверенно исключить поступление подземных вод в горные выработки, как при их создании, так и последующей эксплуатации. Создание таких горных выработок приводит к перераспределению напряжений в массиве вышележащей ГМТ и к возможному появлению микротрещиноватости в горных породах. Наиболее подвержены этому процессу могут оказаться породы в зоне разлома.

В случае возникновения микротрещин, они будут заполняться подземными флюидами, что приведёт к появлению движения подземных вод либо рассолов, что вызовет нарушение стационарного распределения температуры в зоне фильтрации вследствие возникновения кроме кондуктивного, также и конвективного переноса тепла.

Для проведения мониторинга были пробурены вкост Краснослободского разлома три наблюдательные гидрогеологические скважины № 965г глубиной 640 м (перед разломом), № 964г глубиной 637 м (непосредственно в разлом) и № 966г на опущенном крыле глубиной 783 м (за разломом). Сква. № 965 расположена на расстоянии 110 м от центральной скважины № 964г, а скв. № 965 – на расстоянии 120 м от № 964г. Этот куст скважин расположен на поле между д. Танежицы и д. Мазоли. Схема структурного районирования по межсоловому комплексу изучаемого участка территории и схема расположения скважин приведены на рис. 1.

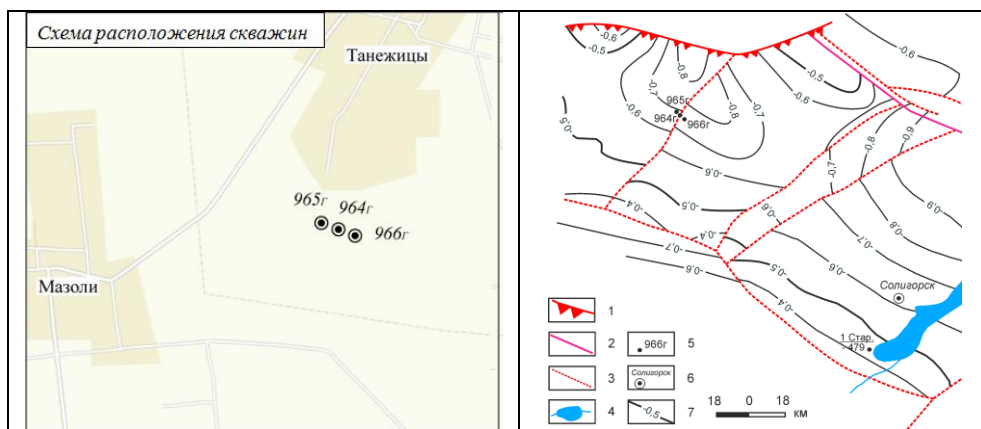


Рисунок 1 – Схемы расположения скважин (слева) и структурного районирования по межсоловому комплексу (справа)

Разломы: 1 – северный бортовой разлом; 2 – региональный разлом; 3 – локальные разломы; 4 – Солигорское водохранилище; 5 – наблюдательные скважины; 6 – г. Солигорск; 7 – изогипсы кровли межсоловых отложений

Принцип геотермического мониторинга основан на периодическом наблюдении за возможным появлением на термограммах наблюдательных скважин своеобразных «пиков» в интервалах возникшей фильтрации рассолов. Они и могут отражать возникновение в этих интервалах глубины движения подземных вод, вызванное техногенным воздействием на толщу соли вследствие создания в ней горизонтальных горных выработок. Наиболее вероятным участком такой фильтрации является место пересечения разлома подземными тоннелями.

В плане постановки наблюдений необходимо вначале выявить степень восстановления температурного поля массива горных пород, прилегающего к стволам пробуренных скважин, чтобы зарегистрировать стационарное (естественное) распределение температуры по глубине каждой из трёх скважин. Затем наблюдать за его возможными изменениями.

Метод проведения геотермического мониторинга заключается в периодической повторной регистрации распределения температуры по стволам каждой из трёх скважин, которое выполняется с помощью высокочувствительного скважинного термометра для наблюдения за возможными изменениями параметров теплового поля в случае появления движения подземных вод в отдельных интервалах геологического разреза.

Регистрация термограмм скважин начата в октябре 2015 г перед созданием горных выработок через разлом. Повторные измерения выполнены весной (28 апреля) и поздней осенью (24 ноября) 2016 г. К этому времени уже были созданы первые подземные тоннели между двумя блоками залежи, разделённой Краснослободским разломом.

Для измерений использовали переносной скважинный термометр (рис. 2) [2]. Он обеспечивал индикацию измеряемой температуры с чувствительностью $\pm 0,01^\circ\text{C}$ и был предварительно отградуирован в лаборатории по прецезионным ртутным термометрам ТР-1 с ценой деления $0,01^\circ\text{C}$. В качестве термочувствительного элемента в скважинном зонде использован платиновый резистор. Питание зонда и выдача результатов измерений на цифровой индикатор осуществлялось через двухжильный кабель.



Рисунок 2 – Общий вид переносного скважинного термометра

В ходе мониторинга отмечено незначительное (десятые или сотые доли градуса) отклонение температуры на сопоставимых глубинах по всему разрезу до достигнутой термометром глубины от стационарного температурного поля, что связано с распространением температурной волны в горные породы, вызванной сезонными колебаниями температуры земной поверхности (зима–весна–лето–осень). Оно более чётко проявляется в верхней части геологического разреза.

Результаты измерений показывают, что зона активного водообмена распространена практически до кровли глинисто-мергельной толщи. В толще ГМТ геотермический градиент колеблется вокруг значения 20 мК/м, незначительно возрастаю с глубиной до 22 мК/м. Эти колебания отражают неоднородность по коэффициенту теплопроводности отдельных слоёв глинисто-мергельной толщи, в том числе и наличие в них пропластков различного литологического состава. Ниже глубины 400 м по мере перехода к галитовой формации, обладающей повышенной теплопроводностью, температура возрастает до 15 °С и градиент снижается до значений 10–15 мК/м (рис. 3).

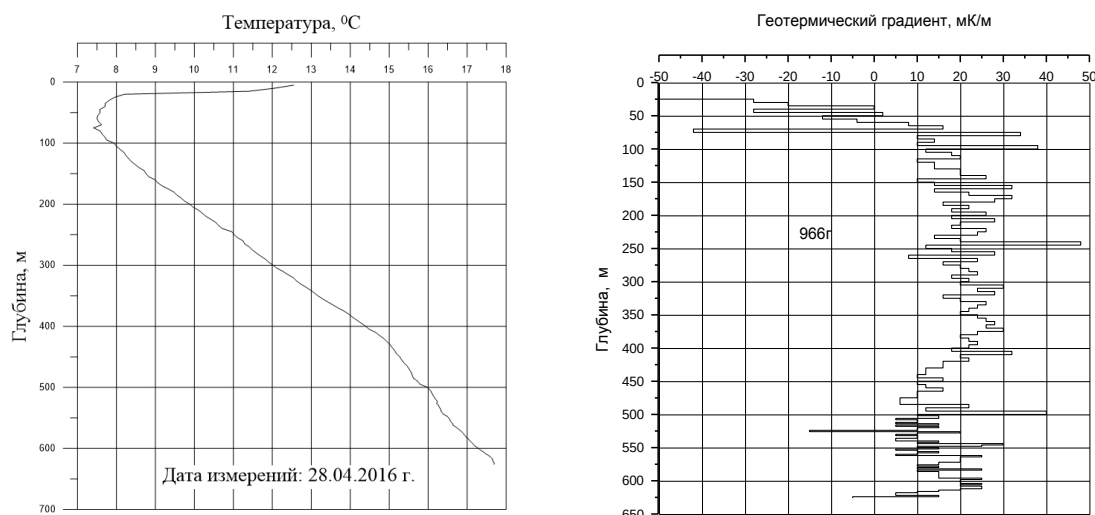


Рисунок 3 – Термограмма и градиентограмма ниже глубины 40 м в скв. 966г

По результатам проведённых геотермических исследований построен геолого-геотермический профили через скв. 965г–964г–966г (рис. 4). Для его построения использован упрощенный геологический разрез по данным ОАО «Белгорхимпром», на котором отмечены крупные стратиграфические границы без излишне детального выделения пластов и пропластков.

Изотермы проведены через 1 °С до достигнутой термометром глубины, разной для каждой из трёх скважин. Эти измерения были выполнены в конце апреля 2016 г.

В верхней терригенной части разреза изотермы сгущаются вследствие низкой теплопроводности пород глинисто-мергельной толщи. В солевых отложениях они становятся более разреженными из-за высокой теплопроводности последних. На рис. 4 видно, что значения температуры на глубине 400 м, где повсеместно залегает глинисто-мергельная толща, вдоль разреза изменяется незначительно. Она составляет 14,35 (в скв. 965г), 14,45 (в скв. 964г) и 14,40 °С (в скв. 966г), т. е. изменяется в интервале менее 0,1 °С.

Температура на глубине 500 м в скважинах 965г и 964г совпадает (15,06 °С), а в скважине 966г отличается от предыдущих менее чем на 0,1 °С (15,99 °С). Температура же на глубине 600 м в этих скважинах монотонно понижается от скв. 965г к скв. 966г. Однако небольшое снижение температуры между крайними скважинами на глубине 600 м достигает всего 0,24 °С. Такое её снижение можно объяснить тем, что в направлении от скв. 965г к скв. 966г происходит подъём кровли галитовых отложений. Так, залегание кровли толщи соли имеет место на глубинах 449 м в скв. 965г; 437,2 м в скв. 964г и 413,8 м в скв. 966г. В итоге изотермы незначительно погружаются в сторону опущенного крыла осадочной толщи.

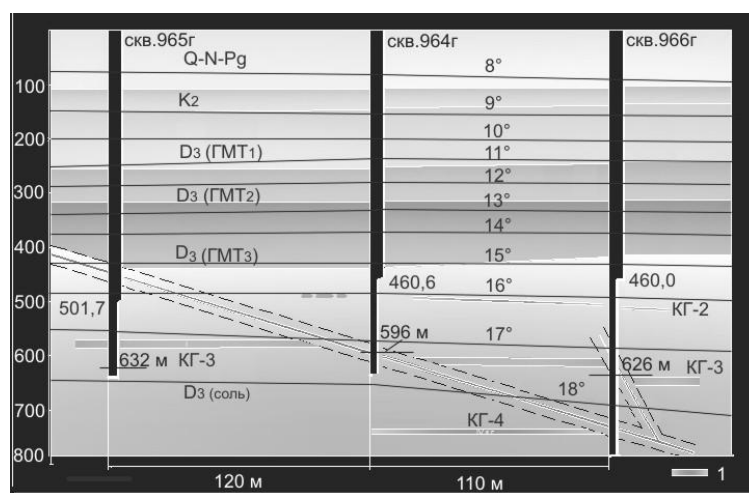


Рисунок 4 – Геолого-геотермический профиль через скв. 965г–964г–966г

1 – калийные горизонты; **460,0** – положение башмака обсадной колонны (м), ниже которого идёт необсаженный ствол скважины; **632 м** – глубина, достигнутая термометром в открытом стволе скважины; **10°** – положение изотермы (10 °С); **КГ-3** – номер калийного горизонта

При постоянстве теплового потока, из-за высокой теплопроводности каменной соли [3] по отношению к перекрывающим её терригенным отложениям, будет снижаться геотермический градиент, как показано на рис. 3 и скорость нарастания температуры с глубиной в её толще тоже снижается. Это объясняет зарегистрированное закономерное снижение температуры на глубине 600 м вдоль построенного профиля. Анализируя приведённые данные можно сделать вывод, что отмеченный ход изотерм обусловлен особенностями геологического разреза каждой из изученных скважин, он не вызван техногенным воздействием в процессе создания горизонтальных горных выработок.

Отклонений в характере геотемпературного поля, вызванного техногенными причинами (за исключением бурения скважин и их промывки), после создания горизонтальных горных выработок через Краснослободский разлом не выявлено. Работы по геотермическому мониторингу продолжаются. В дальнейшем будет обращено внимание на то, отражается ли в тепловом поле массива горных пород возможное влияние горных выработок через Краснослободский разлом.

1. Полезные ископаемые Беларуси / Под ред П. З. Хомича и др. – Мн.: Адукацыя і выхаванне. 2002. 528 с.

2. Ильин В. П., Бабец М. А., Зуй В. И. Высоточная термометрия для измерений в скважинах // Актуальные вопросы инженерной геологии, гидрогеологии и рационального недропользования: Матер. IX Университет. геол. чтений, посвящ. 110-летию со дня рожд. акад. Г. В. Богомолова, 3 апр. 2015 г. Мн.: Изд. центр БГУ, 2015. С. 52–54.

3. Зуй В. И. Структура теплового поля Припятского прогиба // Мониторинг. Наука и технологии. 2014. № 1 (18). С. 16–22.

УДК 001.891

ИНСТИТУТ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НАН БЕЛАРУСИ: ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ НАУК О ЗЕМЛЕ

А. К. Карабанов, Г. А. Камышенко

Институт природопользования НАН Беларуси, ул. Ф. Скорины 10,
220114 Минск, Республика Беларусь; nature@ecology.basnet.by

В настоящее время особая значимость придаётся исследованиям, направленным на укрепление и развитие минерально-сырьевой базы Республики Беларусь, разработку концепций формирования месторождений полезных ископаемых. Институт природопользования НАН Беларуси располагает высококвалифицированным кадровым потенциалом в области наук о Земле, что позволяет на высоком уровне выполнять соответствующие исследования. На базе Института организован Головной научный

центр литосферы, гидросферы и полезных ископаемых, вошедший в Перечень междисциплинарных научно-исследовательских лабораторий (центров) и научно-технологических кластеров, утверждённый постановлением Бюро Президиума НАН Беларуси № 392 от 14.09.2015 г.

Институт традиционно выполняет функции головной организации-исполнителя государственных программ разного уровня, направленных на решение проблем рационального природопользования и охраны окружающей среды. В 2015 г. завершено выполнение государственной программы научных исследований (ГПНИ) «Химические технологии и материалы, природно-ресурсный потенциал», с 2016 г. фундаментальные исследования реализуются в рамках ГПНИ «Природопользование и экология» на 2016–2020 гг.

Кратко представим основные результаты исследований по решению проблем рационального недропользования, обеспечения максимально возможного извлечения полезных ископаемых, а также гидрогеологии, полученные в последние годы.

В Институте активно ведутся научные исследования по углублённому изучению строения земной коры и литосферы, геодинамики, тектоники, региональной геологии, геоэкологии. Особое внимание уделяется изучению современных движений земной поверхности, выявлению активных разломов земной коры, эколого-геологическим последствиям техногенного воздействия на литосферу.

Геологами Института (Р. Е. Айзберг, Р. Г. Гарецкий, Г. И. Каратаев и др.) разработана тектоно-геофизическая модель и установлены закономерности глубинного строения и динамики земной коры и литосферы Беларуси и смежных областей, выявлены основные факторы эволюции структур земной коры региона, особенности динамики и аномального проявления геофизических полей. Использование модели эколого-тектонофизической среды Беларуси позволяет по геолого-геофизическим материалам дать оценку экологического состояния территории на изучаемый период; сформулировать мероприятия по предотвращению возможных отрицательных явлений тектонофизического и космического факторов на состояние здоровья человека и объектов его жизнедеятельности [2].

Для формирования представлений о тектоно-геодинамических закономерностях размещения месторождений полезных ископаемых на территории Полесской седловины выполнены исследования глубинного строения тектоносферы: построены плотностная и магнитная модели разреза литосферы по профилю Антополь–Ружаны. В верхней части коры между Северо-Ратновским и Каменецким разломами, т. е. непосредственно в Полесской седловине, распространены возмущающие тела с отрицательной аномальной плотностью: крупное $-0,07$ и небольшое $-0,20$ г/см³. С учётом средней плотности Брестского блока плотность крупного тела около 2,75 г/см³. Структура тела, его плотность, а также материалы петроплотностных исследований позволяют высказать предположение, что это тело есть внедрившийся гранитоидный плутон, с которым связаны металлогенические перспективы.

На основании анализа ранее построенных физико-геологических моделей, характеризующих глубинное строение и вещественные неоднородности земной коры Подляско-Брестской впадины, в разрезе установлены плотностные и магнитные тела, которые могут быть источниками месторождений полезных ископаемых. Установлено, что платформенный чехол и консолидированная земная кора существенно разбиты разломами различной категории и разного простирания.

По материалам глубинных сейсмических исследований обоснована модель современной геодинамики земной коры Припятского палеорифта в аспекте тектонической расслоённости и по сравнительно-отличительным особенностям с Днепровским грабеном. Исследованы особенности структурно-вещественных комплексов дорифтового платформенного чехла Припятского палеорифта. Изучены геодинамические особенности эволюции консолидированной земной коры и дорифтовых платформенных комплексов Припятского палеорифта. Результаты выполненных работ перспективны для выявления геодинамических критериев прогноза и поиска месторождений полезных ископаемых.

Ведутся исследования, направленные на выявление причин природных и природно-антропогенных опасностей и рисков на территории республики. Предложена и апробирована на территории Беларуси методика выявления по результатам специальных наблюдений разломных зон современной активизации, относимых к классу геопатогенных зон.

Установлены источники поступления и концентрации радона в почвенном воздухе в зонах активных разломов и других геологических структур земной коры, определены особенности влияния геофизических и газово-геохимических аномалий на человека и биоту, обусловленных геологическим строением. Проведено районирование территории Беларуси по концентрациям радона в почвенном воздухе, составлены специальные карты активных разломов, концентраций радона в почвенном воз-

духе. Установлена связь ряда серьезных заболеваний человека с долговременным нахождением в таких зонах, отмечена корреляция дорожно-транспортных происшествий с зонами разломов. Разработаны рекомендации по минимизации неблагоприятного влияния радоновых аномалий, направленные на повышение обоснованности геодинамических реконструкций, инженерно-геологических проектов, направлений поисковых работ на радоновые воды [3, 4, 8].

В свете современных экономических и экологических проблем освоения и использования природных энергетических ресурсов актуальны научные исследования по вовлечению в энергетический баланс республики местных видов топлива, возобновляемых источников энергии.

С целью решения задач эффективного освоения ресурсов углеводородов разработаны научная концепция и методология изучения нетрадиционных источников углеводородного сырья применительно к недрам Припятского, Подляско-Брестского и Оршанского осадочно-породных бассейнов. Определены основные литологические, фильтрационно-емкостные, геохимические и структурные критерии поисков нетрадиционных источников углеводородного сырья в разнотипных низкопроницаемых глинистых, карбонатных и терригенных микроколлекторах девонских отложений Припятского прогиба.

Разработано детальное тектоническое районирование Припятского прогиба применительно к целям нефтегазовой геологии. Выявлены особенности нефтегазоносности Припятского прогиба в аспекте геодинамических реконструкций и структурного плана. Установлены важные закономерности формирования залежей углеводородов в девонском межсолевом комплексе Припятского нефтегазового бассейна, рекомендованы приоритетные направления геологоразведочных работ с целью разведки остаточных ресурсов нефти и газа [1].

Традиционно в Институте ведутся исследования по оценке эффективности процессов пиролиза и газификации торфа, бурого угля, горючих сланцев, углеводородсодержащих отходов и их смесей в зависимости от соотношения компонентов и параметров течения процесса деструкции с целью получения высококалорийных энергоносителей. Под руководством акад. И. И. Лиштвана рассмотрены перспективы энерготехнологического использования биомассы в Республике Беларусь. Выполнен сравнительный анализ способов её термодеструкции. Установлено, что значительные объёмы нерационально используемых в республике отходов биомассы на несложных пиролизных установках с подвижным слоем топлива можно конвертировать в калорийный горючий газ, как наиболее технологичный вид топлива. В результате исследований сделан вывод о том, что технологически осуществить конверсию отходов биомассы проще в смеси с торфом [7].

Детально разведанные сотрудниками Института запасы торфа на перспективном участке торфяного месторождения «Туршевка-Чертово» утверждены в качестве сырья для получения продуктов глубокой переработки торфа, в т. ч. бытового топлива в энергетике; разработано научно-техническое обоснование целесообразности строительства горно-химического комбината по глубокой комплексной переработке торфа.

Большое значение в Институте придаётся исследованиям в области изучения и использования ресурсов пресных подземных вод. Гидрогеологические исследования ориентированы на решение приоритетных проблем развития экономики страны – обеспечение населения, промышленности и сельского хозяйства качественными ресурсами вод хозяйственно-питьевого назначения, а также сохранение запасов и качества пресных подземных вод Беларуси на долговременную перспективу [5, 6].

Гидрогеологами Института под руководством чл.-корр. А. В. Кудельского оценено многообразие геохимических типов минеральных вод Беларуси, их природно-ресурсный и бальнеотерапевтический потенциал, установлены геолого-структурные закономерности в их распространении по территории страны, их ионно-солевой состав, геологический контроль глубин залегания, возраст водоносных горизонтов и связанных с ними минеральных вод.

Впервые детально охарактеризован химический состав минеральных вод более чем 100 санаторно-курортных комплексов, их лечебный потенциал и перспективы развития. Выявлены новые для Беларуси типы минеральных вод, оценены перспективы их использования, в том числе и за счет строительства новых лечебных учреждений. Разработаны рекомендации по расширению и обновлению инфраструктуры санаторно-курортных комплексов Беларуси, их минерально-сырьевого и бальнеотерапевтического потенциала.

Установлены основные черты гидрогеологии и подземной гидродинамики Припятского гидрогеологического бассейна. Впервые разработана теория верхнемантийно-нижнекорового эксталяцион-

но-осадочного формирования мощных солевых и калиеносных толщ в условиях высокоактивной вулканической деятельности и синхронного с ней внутририфтового высокотемпературного галогенеза в Припятском прогибе. Установлены перспективы нефтегазоносности некоторых локальных геологических структур, по 12-ти из которых рекомендованы дополнительные буровые работы с целью поиска залежей нефти. Полученные результаты целесообразно использовать при создании нового поколения гидрогеохимических и геоэкологических карт, в разработках системы гидрогеологического мониторинга района ядерно-энергетического комплекса, при поиске и разведке месторождений новых типов минеральных вод.

Выполнено картографическое обобщение материалов, характеризующих современное состояние подземных вод. Оценены гидроэкологические риски, возникающие при эксплуатации карьеров, атомных станций и пунктов хранения радиоактивных отходов. Разработаны математические модели объектов, позволившие выполнить прогнозные расчеты по возможному изменению экологических условий. Разработана оптимальная наблюдательная сеть на подземные воды в районе действующего карьера РУП «Гранит». Предложены рекомендации по совершенствованию сети мониторинга подземных вод в зоне влияния Белорусской АЭС.

В публикации приведены только основные результаты научных исследований в области наук о Земле, полученные в последние годы в Институте, что не исчерпывает весь перечень достижений в данной области.

1. Бескопыйный В. Н., Айзберг Р. Е., Грибик Я. Г., Дубинин Б. А. Условия формирования залежей углеводородов в девонском межсолевом комплексе Припятского нефтегазоносного бассейна. Гомель: РУП «ПО «Белоруснефть», 2015. 124 с.
2. Гарецкий Р. Г., Каратаев Г. И. Эколого-тектонифизическая среда Беларуси. Мн.: Беларуская навука, 2015. 175 с.
3. Гарецкий Р. Г., Каратаев Г. И., Матвеев А. В. Отражение радоновых аномалий в магнитном поле и тектонических элементах Беларуси // Геофизический журнал. 2016. Т. 38, № 5. С. 40–48.
4. Карабанов А. К., Чунихин Л. А., Дроздов Д. Н. и др. Карта радонового риска Беларуси // Природные ресурсы. 2015. № 2. С. 73–77.
5. Кудельский А. В. О геологической концепции генезиса воды // Докл. НАН Беларуси. 2015. Т. 59, № 5. С. 88–94.
6. Кудельский А. В. Природные воды – важнейший жизнеобеспечивающий компонент Земли // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2016. № 3. С. 282–288.
7. Лиштва И. И., Дударчик В. М., Крайко В. М. Твёрдые горючие ископаемые Беларуси и особенности их глубокой переработки // Докл. НАН Беларуси. 2015. Т. 59. С. 97–101.
8. Матвеев А. В. Районирование территории Беларуси по степени радоновой опасности грунтов // Докл. НАН Беларуси. 2016. Т. 60, № 5. С. 108–112.

551. 7: 551.76(476)

ТИПОВОЙ РАЗРЕЗ МЕЗОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ (КЛИНЦОВСКИЙ ГРАБЕН)

Л. А. Каримова, З. М. Клименко, И. В. Лемешевская

Филиал «Институт геологии» Государственного предприятия «НПЦ по геологии», ул. Академика Купревича 7,
220141 Минск, Республика Беларусь; karimova@geology.org.by; oska92@mail.ru

С целью обеспечения недропользователей современной стратиграфической основой при проведении работ по региональному изучению недр в филиале «Институт геологии» государственного предприятия «НПЦ по геологии» завершились тематические работы по созданию электронного каталога стратотипических и типовых разрезов к новым стратиграфическим схемам дочетвертичных отложений Беларуси (2010 г.) [1, 2].

Ниже изложены результаты биостратиграфического расчленения мезозойского разреза скв. Светиловичи 10, пробуренной в 2005 г. Белорусской геологоразведочной экспедицией РУП «Белгеология» юго-западнее д. Рудня-Гулево Ветковского р-на Гомельской обл. при проведении поисково-разведочных работ на алмазы. В связи с высокой степенью биостратиграфической изученности, стратиграфической полнотой разреза и достаточно полным выходом керна разрез скв. Светиловичи 10 принят в качестве типового разреза мезозойских отложений, развитых в пределах территории номенклатурного листа N-36-XXVI (Светиловичи).

В структурном отношении скв. Светиловичи 10 приурочена к западному крылу Клиновского (Унечского) грабена, который является элементом второго порядка Воронежской антеклизы, заходящей на территорию Беларуси своим западным окончанием [3]. В разрезе установлены почти все стратиграфические подразделения мезозоя, породы которых слагают западный борт Клиновского грабена. Установлено наличие внутрiformационных перерывов: выпадают образования сметанического горизонта (верхняя юра) и отложения сергеевского горизонта (ранний мел).

Мезозойский разрез мощностью 226,4 м вскрывает образования средней юры (188,5–283,8 м), нижнего (148,2–188,5 м) и верхнего мела (57,4–148,2 м), залегающих на известково-глинистых породах девонского возраста и перекрытых песчаной толщей кайнозоя. Биостратиграфическое расчленение рассматриваемых отложений выполнено по результатам палеонтологического изучения пород с учётом данных геофизических каротажных диаграмм. В качестве стратиграфической основы использованы Стратиграфические схемы юрских и меловых отложений Беларуси [1,2]. Палинологические определения (юрские споры и пыльца) выполнены З. М. Клименко. Микрофаунистический анализ (изучение юрских и меловых фораминифер) проведён Л. А. Каримовой. Собранные келловейские моллюски были определены российскими палеонтологами: аммонит – Д. Н. Киселевым (Ярославльский ГПУ), а гастроподы – А. В. Гужевым (ГИН РАН), которым авторы выражают глубокую признательность. Ниже приводится краткая характеристика типового разреза.

Разрез средней юры начинается лагунными образованиями *масановской свиты*, вскрытой в интервале 258,9–283,8 м. В основании свиты отмечаются некарбонатные тонкозернистые пески, с редкими обуглившимися растительными остатками. Выше залегают глины серые с голубовато-зеленым оттенком, тонко-микрослоистыми, с алевритистыми присыпками на плоскостях напластования, с прослоями песка и слоевидными конкрециями сидерита. В породах свиты установлен спорово-пыльцевой комплекс, в котором пыльца голосеменных преобладает над спорами папоротникообразных и плауновидных растений. Возраст масановских пород по вмещающему палинокомплексу определяется как средне-позднебеларуский.

Вверх по разрезу, в интервале 238,0–258,9 м, масановские глины без чёткого литологического контакта сменяются слабо известковистыми песчано-глинистыми породами *краснинской свиты*, соответствующей *ичнянскому горизонту*. Их формирование связано с началом келловейской трансгрессии. Разрез свиты слагают серые слабоизвестковистые глины, слабослюдистые, с подчинёнными прослоями алевритов и песков, с включением растительного и раковинного детрита. На каротажных диаграммах свита обособляется заметным постепенным увеличением кривой естественной радиоактивности пород и отрицательной аномалией кажущегося сопротивления. Свита содержит раковины гастропод *Cryptaulax (Neocryptaulax) mutabilis* (Ger.) и фораминифер, палинокомплекс, в котором преобладают пыльца *Classopollis* и представители спор *Cyathidites*, *Gleicheniidites*, что позволяет отнести вмещающие отложения к раннему келловею.

Слободская свита, включающая среднюю и верхнюю части келловейских отложений, выделена в интервале 188,5–238,0 м и представлена терригенно-карбонатными породами морского генезиса. Свита характеризуется ритмичным переслаиванием карбонатных песчаников и алевролитов, в разной степени слюдистых, с маломощными прослоями детритовых известняков и карбонатных глин. Породы слободской свиты содержат многочисленный раковинный детрит, радиолярии, кремнистые спикеры губок, целые раковины моллюсков, остракод и фораминифер. В керне обнаружены гастроподы *Cryptaulax (Neocryptaulax) mutabilis* (Gerasimov, 1955), *Shurovites ex gr. scharovenssis* Guzhov, аммонит *Homoloplanulites submutatus* (Nikitin). Кроме того, нижняя часть свиты охарактеризована богатым комплексом фораминифер, отвечающим среднекелловейской зоне *Lenticulina cultratifomis* – *L. pseudocrassa*. Породы, слагающие верхнюю часть свиты, включают комплекс фораминифер, типичный для позднекелловейской зоны *Lenticulina tumida*.

Выше по разрезу на среднеюрских образованиях трансгрессивно залегают нижнемеловые отложения. Они вскрыты в интервале 148,2–188,5 м и представлены песчано-глинистыми породами преимущественно морского генезиса. В разрезе нижнего мела выделяются отложения терюхинской, щитцевской, тишковской, тучковской и озёрской свит. Местным стратонам отвечают одноименные горизонты, которые по стратиграфическому диапазону охватывают интервал от раннего валанжина до позднего альба.

К *терюхинской свите (горизонту)* отнесены отложения, вскрытые в интервале 186,2–188,5 м. Они представлены тёмно-серыми с зеленоватым оттенком алевритами, некарбонатными, слабослюди-

стыми, с прослоем глауконитово-кварцевого песчаника с сидеритовым цементом. В породе содержатся малочисленные фрагменты крупных толстостенных моллюсков, обуглившийся растительный детрит и малочисленные деформированные раковины фораминифер. Возраст терюхинской свиты условно датирован ранним валанжином.

Выше, в интервале 175,0–186,2 м, выделяется *щитцевская свита (горизонт)*. Керном охарактеризована лишь нижняя часть свиты, представленная в подошве массивным сливным песчаником на доломитовом цементе, а в верхней части – алевроитистыми глинами, тёмно-серыми, некарбонатными, слюдистыми, с мелким раковинным и растительным детритом, с маломощными прослоями глинистого алевролита и кварцевого песка. В породе содержатся раковинный детрит, растительные остатки, комплекс фораминифер, который указывает на позднеготеривский возраст свиты.

Отложения *тишковской свиты (горизонта)* в разрезе нижнего мела выделяются условно в интервале 170,2–175,0 м. Керном охарактеризована лишь нижняя часть свиты мощностью 0,5 м, представленная песчаником. По косвенной корреляции эта часть разреза условно отнесена к барремскому ярусу.

В интервале 167,9–170,2 м вскрыта пачка чёрных некарбонатных алевролитов, слабоуплотнённых, с тонким прослоем песка охристого, с включением зерен кварца большой размерности и со следами ожелезнения. Породы содержат органические остатки неясного систематического положения. На основании литологической характеристики, по положению в разрезе и каротажных данных породы этого интервала условно отнесены к *тучковской свите (горизонту)*. Возраст отложений с большой степенью условности датируется ранним аптом.

Озёрская свита (горизонт), завершающая разрез нижнего мела, керном не охарактеризована. К свите условно отнесена песчаная пачка (по каротажу) в интервале 148,2–167,9 м.

Границу между ниже- и верхнемеловыми отложениями в разрезе скв. Светиловичи 10 проследить не удалось из-за отсутствия кернового материала. На основании промыслово-геофизических данных отложения раннесеноманского возраста условно выделены в интервале 143,5–148,2 м.

К *среднему и верхнему сеноману* отнесена пачка серых мергелей, вскрытых в интервале 138,5–143,5 м. В нижней части слоя мергели насыщены песчанистым материалом, в верхней части в породах отмечаются ходы илоедов. Породы содержат комплекс фораминифер зоны *Lingulogavelinella globosa*.

Пачка меловых мергелей в интервале 125,1–138,5 м по комплексу фораминифер и присутствию в нём вида-индекса *Gavelinella nana* отнесена к *нижнему турону*.

Выше по разрезу, в интервале 106,2–125,1 м, залегает пачка светло-серых мелоподобных мергелей, перемятых, с примесью песчаного материала, постепенно переходящих в мел белый, рыхлый. Породы рассматриваемого интервала датированы *средним туроном* по вмещающему комплексу фораминифер, характерному зоне *Gavelinella ammonoides*.

К *верхнетуронскому подъярису* отнесена пачка белого мела, вскрытая в интервале 92,0–106,2 м, включающая комплекс фораминифер зоны *Gavelinella moniliformis*.

Отложения *раннего коньяка* вскрыты в интервале 68,9–92,0 м. Они представлены мергельно-меловой толщей с включением редких кремней в верхней части интервала. В породах установлен комплекс фораминифер зоны *Gavelinella kelleri*.

Венчают разрез верхнего мела и мезозоя в целом образования *верхнеконьяцкого подъяруса*. Они вскрыты в интервале 57,4–68,9 м и представлены пачкой светло-серых мергелей с кремнями. Эти отложения содержат обильный в количественном и таксономическом отношении комплекс фораминифер зоны *Gavelinella costata*.

Выше с чётким контактом залегают терригенные образования континентального генезиса, отвечающие квартеру.

Стратиграфический разрез мезозойских отложений, вскрытых скв. Светиловичи 10, отражает характерные особенности состава, строения, а также границ подразделений мезозойского комплекса на территории Клинцовского грабена. Он является надёжной основой для дальнейшего изучения, сравнения, стратиграфического расчленения юрских и меловых отложений данного региона на современном уровне, уточнения возрастных границ и корреляции их с другими разрезами.

1. Акимец В. С., Каримова Л. А. Меловая система // Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложения Беларуси / Под ред. С. А. Кручека, А. В. Матвеева, Т. В. Якубовской. Мн.: БелНИГРИ, 2010. С. 152–165.

2. Каримова Л. А., Клименко З. М., Яковлева Н. С. Юрская система // Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложения Беларуси / Под ред. С. А. Кручека, А. В. Матвеева, Т. В. Якубовской. Мн.: БелНИГРИ, 2010. С. 142–152.

3. Махнач А. А. Краткий очерк геологии Беларуси и смежных территорий. Мн.: Беларуская навука, 2014. 190 с.

551. 1

КАРНАЛЛИТОВЫЕ ЗАЛЕЖИ СЕВЕРНОЙ ЗОНЫ ПРИПЯТСКОГО КАЛИЕНОСНОГО БАСЕЙНА

А. В. Кирикович

Белорусский государственный университет, географический факультет, пр. Независимости 4,
220030 Минск, Республика Беларусь; lexkirik@mail.ru

Карналлит встречается по всему разрезу глинисто-галитовой подтолщи Припятского прогиба, однако основные его объёмы сосредоточены в верхней части разреза. Более 2/3 объёма калийно-магниевых солей связано с верхним этажом калиеносности (рис. 1).

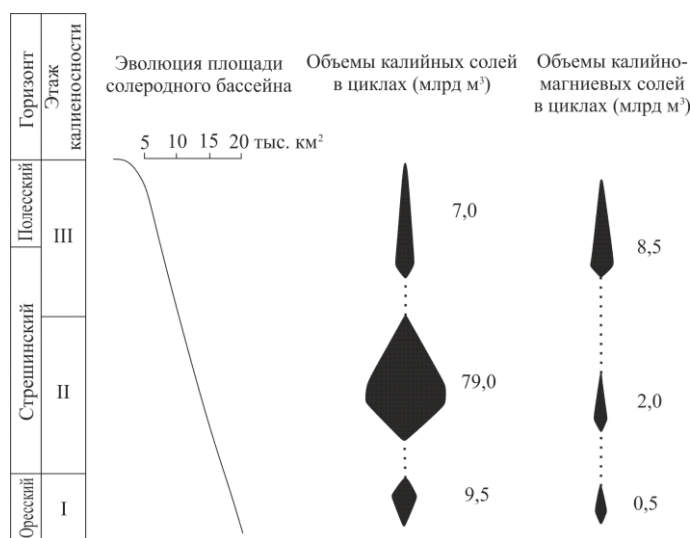


Рисунок 1 – Распределение калийно-магниевых солей по разрезу калиеносной подтолщи средневерхнефаменской соленосной формации Припятского прогиба

Выявленные к настоящему времени залежи карналлита сконцентрированы в северной и центральной частях прогиба. В Северной зоне Припятского калиеносного бассейна карналлитовые залежи приурочены к приосевым частям синклиналий. В разрезе карналлитовые пласты залегают чаще всего в средней и верхней частях калийных горизонтов. Карналлитовые и смешанные породы встречаются в составе горизонтов III, II-7, II-6, 0-7, 0-11 и 0-15 [1]. Наиболее широко распространены глинисто-карналлитовый пласт III калийного горизонта и карналлитовый пласт 0-7 горизонта (рис. 2).

Глинисто-карналлитовый пласт III калийного горизонта залегает выше по разрезу над нижним сильвинитовым пластом. Он сложен неравномерно чередующимися слоями и прослоями каменной соли, галопелитов, сильвин-карналлитовых и карналлитовых пород и сильвинитов. Мощность пласта варьирует от 3,2 до 12 м и более [1]. Максимальные значения её наблюдаются на западе Старобинской синклинали в пределах северной части 3 и 4-го шахтных полей.

В пласте выделяются до 6 слоёв карналлитовой породы, которая по простиранию замещается смешанными породами и каменной солью. В зависимости от преобладания в пласте галопелитов, каменной соли и карналлитовых пород намечается непрерывный ряд типов разреза от преимущественно галитового до глинистого. Наибольшим содержанием KCl (9,85–19,84 %) и MgCl₂ (3,54–9,07 %) отли-

чается глинисто-карналлитовый тип разреза пласта [1]. Данный тип разреза развит на западе и северо-западе Старобинского месторождения и совпадает с областями повышенного содержания $MgCl_2$ в 5 и 6-ом слоях. Наиболее устойчивыми и выдержанными являются четыре-шесть карналлитовых слоев мощностью до 70 см, расположенных в нижней части пласта. В остальных типах разреза прослои карналлитовой и сильвин-карналлитовой породы редки и не выдержаны.

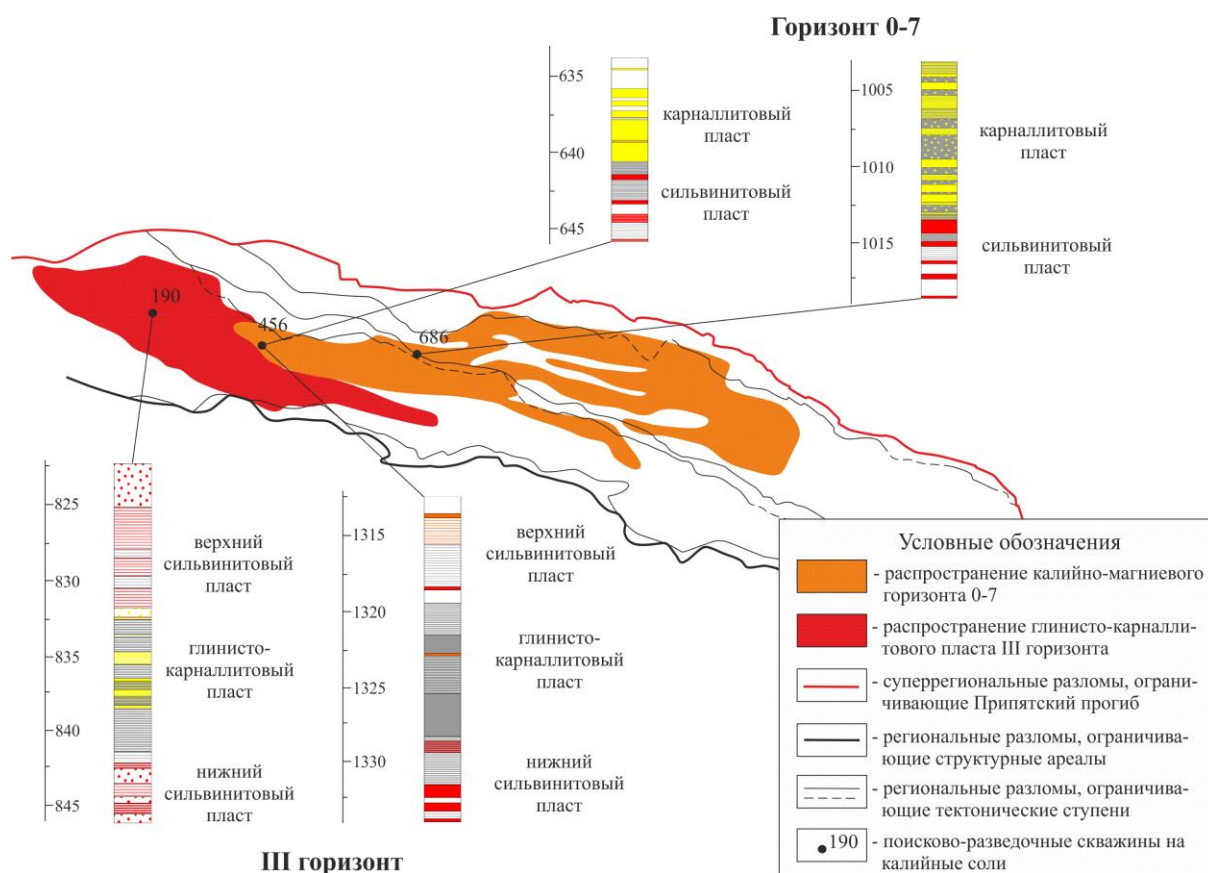


Рисунок 2 – Распространение основных карналлитовых залежей в Северной зоне Припятского калиеносного бассейна

Горизонт 0-7 распространен на площади более 2,5 тыс. км² [2]. Горизонт является типичным представителем четко дифференцированных калийных залежей, содержащих мощный карналлитовый пласт. Полноразвитый разрез горизонта, состоящий из сильвинитового и карналлитового пластов, распространен главным образом в Старобинской и на западе Октябрьской синклинальной зоны. В пределах Чернинского вала, а также в Предберезинской и Предпервомайской синклинальных зонах резко возрастает роль галопелитовых прослоев и слоёв, и практически отсутствуют слои карналлитовой породы в разрезе горизонта 0-7.

Карналлитовый пласт мощностью от 2,20 до 7,98 м сложен карналлитовой породой с прослоями каменной соли и галопелитов. В наиболее полных разрезах выделяется до пяти карналлитовых слоёв. Максимальной мощностью (до 3–3,8 м) и выдержанностью по простирацию характеризуется слой 1к. KCl в пласте содержится от 19,83 до 24,47 %, $MgCl_2$ – от 19,60 до 28,57 %, нерастворимого остатка – от 1,80 до 15,90 % [2].

Южная зона распространения карналлитового пласта характеризуется залеганием массивных карналлитовых слоёв, отличающиеся значительной мощностью и повышенным содержанием полезного компонента. Тогда как в северной части пласт полноразвитый и представлен переслаиванием карналлитовой породы и галопелитов.

Наибольший практический интерес среди калийно-магниевых залежей представляют массивные карналлиты горизонта 0-7 на Любанском месторождении, для изучения которых необходима постановка более детальных разведочных работ.

1. Месторождения калийных солей Беларуси: геология и рациональное недропользование / Э. А. Высоцкий [и др.]; под общ. ред. Э. А. Высоцкого. М.: БГУ, 2003. 264 с.

2. Петрова Н. С., Высоцкий Э. А., Дашкевич В. П., Плутенко В. А. Карналлитовое сырьё – перспектива развития минерально-сырьевой базы калийной промышленности республики Беларусь // Полезные ископаемые. 2005. № 2. С. 23–36.

УДК 550.92

СТРАТИГРАФИЯ КАЙНОЗОЯ ВОСТОЧНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ И ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

В. Л. Коломиец^{1, 2}, Л. В. Шатковская³

¹ Геологический институт СО РАН, ул. Сахьяновой 6а, 670047 Улан-Удэ, Российская Федерация; kolom@gin.bsnet.ru

² Бурятский государственный университет, химический факультет, ул. Смолина 24а,
670000 Улан-Удэ, Российская Федерация

³ ФГУП «Бурятгеоцентр», ул. Ленина 55, 670001 Улан-Удэ, Российская Федерация

Исследованный район в пределах листа N-49 (52–56° с. ш., 108–114° в. д.) включает в себя Восточное Прибайкалье, Западное Забайкалье, а также акваторию Северного и отчасти Среднего Байкала. Исходя из морфологии рельефа, интенсивности и характера проявления неотектонических движений здесь выделяются следующие морфоструктурные области (с запада на восток): а) Приленская депрессия (бассейн р. Киренга); б) Байкало-Патомское нагорье в пределах Чая-Мамской структурно-фациальной зоны (СФЗ); в) Саяно-Байкальская складчатая область (Байкальская, Верхнеангарская, Муйская, Баргузинская и Каларская СФЗ) и г) Селенгино-Витимское среднегорье (Хилок-Витимская и Амалатская СФЗ).

Палеогеновая система представлена иренгинской свитой ($P_{1-2}ig$, палеоцен-эоцен) общей мощностью до 170–190 м. Состоит из двух подсвит – нижне- и верхнеиренгинской, выполнена пестроцветными глинами, суглинками, хлидолитами, охарактеризована спорово-пыльцевыми определениями, распространена в пределах Хилок-Витимской СФЗ [5].

К олигоцен-миоценовым образованиям отнесены кулариктинская (P_3-N_1kl , Селенгино-Витимское среднегорье, переслаивание крупнозернистых песков с алевритами, галечниками и обломками базальтов мощностью 55 м) и танхойская свиты (P_3-N_1tn , Байкальская и Баргузинская СФЗ, углистые песчано-глинистые сланцы, алевролиты, глины с включениями растительных остатков и панцирей диатомей, слюдистые и глинистые песчаники с гравием, галькой и прослоями бурых углей, мощность 280 м) [1].

Неогеновая система. Отложения миоцена в Амалатской СФЗ слагают джилиндинскую свиту, в Байкальской – богучанскую, а в Муйской – сивакитскую толщи. Наиболее полный разрез джилиндинской свиты ($N_1^{2-3}dz$) вскрыт бурением и представлен базальтоидами (щелочные базальты, базаниты) мощностью более 20 м в верхней части и осадочно-вулканогенными образованиями в нижней (мощность 60–100 м). Из отложений выделены два палинокомплекса средне-позднемиоценового возраста, а также состав диатомовых водорослей тех же временных рамок. Кроме того, базальтоиды свиты датированы К-Аг методом ($14 \pm 1,2$ и $12,4 \pm 2,0$ млн лет для нижней, а также $10,8 \pm 0,8$ и $9,5 \pm 1,0$ млн лет для верхней толщ) [4]. Богучанская толща (N_1^3bg) имеет развитие в пределах Байкальской СФЗ, сформирована преимущественно глинами с прослоями торфа, бурого угля и озёрными алевритами мощностью до 25 м. Спорово-пыльцевые спектры (СПС) её сопоставимы с финалом миоцена [2]. Сивакитская толща (N_1sv) впервые закартирована в Каларской зоне, осадки – каолинит-гидрослюдистые суглинки с вивианитом и горизонтами галечников. Мощность толщи по геофизическим данным достигает 1 000 м. Возраст установлен по богатому составу миаспор [3].

Миоцен-плиоценовые отложения региона выявлены на Среднем Байкале и слагают южносвятоносскую свиту ($N_{1-2}js$). Видимая её часть мощностью до 13 м в юго-западной части п-ова Святой Нос залегает на каолиновой коре выветривания кристаллических пород и выполнена глинами с пластами бурого угля, разномысловым псаммитовым материалом, содержащим линзы гравия, гальки и илов с остатками обугленной древесины. Мощность песчано-глинистых осадков по геофизическим данным до 500 м [2]. Богатые СПС характеризуются рядом форм, свойственных неогену – *Ketelleria* sp.,

Pterocarya sp., *Carpinus* sp., *Tsuga* sp., *Quercus* sp., *Zelcova* sp. В Баргузинской СФЗ данная свита мощностью 300 м наращивает разрез танхойской свиты.

Плиоценовые отложения в Амалатской СФЗ представлены хойготской и кыджимитской свитами, в бассейне р. Киренга – чичиканской толщей. Хойготская свита (βN_2hg) занимает территорию в 5 000 км² на Витимском плато, состоит из базальтовых покровов и их туфов мощностью в первые сотни метров и более, базальтовых потоков в долинах рек, а также отдельных вулканических конусов. Кроме того, в толще свиты имеют место разномошные пачки алевроитов, алевропесчаников, песчаников, галечников речного и озёрного генезиса, содержащие палино- и диатомовые комплексы возрастом от конца миоцена до середины плиоцена. Базальты имеют К-Аг датировки от 4 до 2,9–2,35 млн лет [4]. Кыджимитская свита (N_2kd) с дневной поверхности распространена незначительно, видимая мощность охристых галечников и глинистых песков составляет 7 м, залегающих с разрывом на алевропесчаниках джилдиндинской свиты. По данным бурения, общая мощность её (озёрные суглинки, супеси, алевропесчаники, углистые алевроиты) достигает 40 м [5]. Фрагментарное развитие получила и чичиканская толща ($N_2\check{c}\check{c}$). Отложения – речные галечники с валунами – коррелируются с манзурским аллювием плиоценового возраста, выполняющим древние долины Лена-Байкальского водораздела. В палеогеографических построениях кайнозоя Пра-Манзурка рассматривается как свидетельство существовавшего в прошлом стока из оз. Байкал в бассейн р. Лены, прерванного подъёмом Байкальского хребта и формированием стока р. Ангары [2].

К стратиграфическому уровню плиоцен-эоплейстоцена относятся несколько свит и толщ. Верхнеамалатская толща (N_2^2-Eam) отмечена в Амалатской СФЗ и сложена оливиновыми базальтами, трахибазальтами, их лавобрекчиями, кластолавами, туфами и шлаками мощностью до 80 м, возраст её подтверждён К-Аг датировками [4]. Чининская свита ($N_2^3-E\check{c}n$) распространена в пределах Амалатской, Каларской и Баргузинской СФЗ и выполнена озёрно-аллювиальными, озёрными, аллювиально-пролювиальными галечниками, песками, алевроитами, глинами, диатомитами мощностью до 100–140 м. Шанхаихинская свита ($aN_2^3-E\check{c}n$) получила развитие в Байкальской, а синхронные ей толщи в Баргузинской и Хилок-Витимской СФЗ. Осадкам присуща полигенетичность – аллювиальные, озёрно-аллювиальные пески, галечники, гравийники, песчано-валунно-галечные смеси, озёрные глинистые отложения (скв. BDP-98), пролювиальные и делювиально-пролювиальные щебнисто-дресвяные глины. Образования свиты переменной мощности, как правило, залегают на дезинтегрированных породах фундамента либо на погребённой красноцветной коре выветривания и слагают нижние части разрезов отложений VI и VII террасовых аккумулятивных уровней. Курумканская толща (aN_2^3-Ekr) из Баргузинской СФЗ состоит из озёрно-аллювиальных песков, а также валунно-галечных отложений мощностью до 25 м.

Квартер. К эоплейстоцену в Баргузинской, Байкальской, Верхнеангарской и Каларской зонах принадлежит ининская толща (la^7E_2in). Это лимноаллювий VII террасового эрозионно-аккумулятивного уровня высотой 110–140 м – алевроиты, алевропески в верхних и охристые галечники, пески с прослоями глин, суглинков в нижних частях разрезов (мощность 80 м), и погребённые галечники (до 40 м) средней части аллювия транзитных рек.

Объединённые аргадинская толща и гаргинская свиты ($la^6Iar+IIgr$) нижнего–среднего звена неоплейстоцена распространены в Баргузинской СФЗ. Состоят из лимноаллювия VI террасового эрозионно-аккумулятивного уровня высотой 80–110 м (пески, алевропески в верхах и пески в низах толщ, мощность более 50 м). В Байкальской, Верхнеангарской и Амалатской зонах отложения этого возраста слагают 50–90-метровые террасы (la^6I-II), представленные мелкозернистыми песками с включениями гальки, гравия. В Каларской СФЗ этому времени соответствует баунтовская свита ($laI-IIbn$, горизонтально-слоистые мелкозернистые пески с прослоями супесей и глин, 35–90 м), а в Хилок-Витимской зоне – хилок-чикойская толща ($laI-III\check{c}$, пески с прослоями галечников, илистые глины, 70 м).

Селенгинский и усть-киранский горизонты в Баргузинской, Амалатской и Хилок-Витимской зонах представлены преимущественно псаммитовым материалом кривоярской свиты (la^5IIkj), формирующим лимноаллювий 40–80-метровой V террасы. Усть-киранский горизонт Байкальской СФЗ соотносится с псефитами озёрно-ледникового, флювиогляциального и ледникового генезисов рельской толщи ($Ig, f, gIIrl$) мощностью более 100 м. Тунгирский и боржигантайский горизонты состоят из куйтунской свиты (la^4IIkn , Баргузинская СФЗ; мощность 50 м), озёрно-речные песчаные наносы которой образуют IV уровень, лимноаллювия IV, V террас ($la^{4,5}IItn-br$, Амалатская СФЗ; 40–120 м), песчаной

свиты (I, aIps, Каларская СФЗ; 30–40 м) и лимния V байкальской террасы (I⁵Пbr, Байкальская СФЗ; до 40 м). Тазовский горизонт Приленской депрессии включает в себя озёрно-ледниковые ленточные глины, суглинки с псефитами ульканской свиты (IglIul; 60 м) и усть-миньскими ледниковыми и флювиогляциальными образованиями (g, flum; до 100 м).

Отложения верхнечетвертичного времени делятся на четыре горизонта и один надгоризонт. Сувинский горизонт казанцевского межледниковья объединяет лимний III террасы (I³Пsv; 15 м) Хилок-Витимской зоны, речные осадки террасы этого же уровня сувинской (a³Пsv; 40 м) в Баргузинской и витимской свит (a³Пvt; 40 м) в Каларской зонах. Сувинский и томпинский (раннезырянское ледниковье) горизонты состоят из аллювия IV и V террас (a^{4,5}Пsv-tm; 15 м) в Верхнеангарской зоне. Томпинский горизонт представлен лимногляциальными песками, илистыми глинами, водно-ледниковыми песками, галечниками и глыбово-суглинистыми ледниковыми образованиями (lg, f, gПtm; 150 м) в Байкальской, Верхнеангарской и Баргузинской, лимнием II террасы (I²Пtm; 20 м) в Хилок-Витимской и озёрной тукалктинской толщей (Пtk; 6 м) в Муйской зонах. Степановский горизонт (каргинское межледниковье) выполнен аллювием II террас (a²Пst; 30 м) в Баргузинской и Амалатской зонах. Степановский и ошурковский (сартанское ледниковье) горизонты аккумулярованы аллювием II и III (a^{2,3}Пst-oš; 20 м) террас в Байкальской, Верхнеангарской и Муйской СФЗ. Верхнеплейстоценовые осадки отмечены в Байкальской зоне и формируют III и IV озёрные террасы (I^{3,4}П sv-oš; 20 м). Ошурковский горизонт представлен ледниковыми осадками Байкальской, Верхнеангарской, Муйской и Баргузинской зон (gПoš; 50 м), лимнием и аллювием I террас (I¹, a¹Пdš; по 15 м) в Хилок-Витимской и Амалатской зонах. К душеланскому надгоризонту отнесены ледниковые отложения (gПdš; 60 м) и душеланская толща (pdПdš; 13 м) в Каларской и Баргузинской зонах. Ошурковский горизонт соотносится с аллювием I террасы (a¹Пoš-H; 30 м), распространенной по долинам крупных рек и лимнием II террасы Байкала (I²Пoš-H; 10 м).

Генотипы среднего–верхнего и верхнего неоплейстоцена–голоцена нерасчленённые распространены во всех СФЗ, состоят из дезинтегрированного вещества практически всей размерной совокупности в пределах горного обрамления и предгорных частей впадин: элювиальные, коллювиальные, солифлюкционные, селево-оползневые, десерпционные, делювиальные, пролювиальные, аллювиально-пролювиальные и эоловые образования (e, c, s, sl, dr, d, p, al, vII-III, III-H; от 5–10 до 30–40 м), а также их различные сочетания.

Самое широкое и повсеместное развитие среди отложений голоцена имеют аллювий пойменных террас, лимний I террасы оз. Байкал, озёрные, палюстринные и техногенные осадки (a, I¹, l, pl, tH; от 5–7 до 10–12 м).

1. Базаров Д.-Д. Б. Кайнозой Прибайкалья и Западного Забайкалья. Новосибирск: Наука, 1986. 184 с.
2. Мац В. Д., Уфимцев Г. Ф., Мандельбаум М. М. и др. Кайнозой Байкальской рифтовой впадины: строение и геологическая история. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео». 2001. 252 с.
3. Минина О. Р. Небекирутина Л. Н. Переотложение микрофоссилий и проблемы интерпретации результатов палинологического анализа // Материалы X Всероссийской палинологической конференции. М.: ИГиРГИ, 2002. С. 156–157.
4. Рассказов С. В., Логачев Н. А., Брандт И. С. и др. Геохронология и геодинамика позднего кайнозоя (Южная Сибирь – Южная и Восточная Азия). Новосибирск: Наука, 2000. 288 с.
5. Рассказов С. В., Лямина Н. А., Черняева Г. П. и др. Стратиграфия кайнозоя Витимского плоскогорья: феномен длительного рифтогенеза на юге Восточной Сибири. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2007. 193 с.

550.9

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ СЕВЕРНОГО УЧАСТКА МИНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

В. А. Крошинский

Белорусский государственный университет, географический факультет, пр. Независимости 4,
220030 Минск, Республика Беларусь; kron0151@gmail.com

На сегодняшний день к новым и наиболее актуальным задачам геологии относится внедрение новых технологий учёта и преобразования информации.

Это касается, прежде всего, материалов геологического картографирования, буровых данных.

Без создания связанных баз данных с такой информацией невозможна эффективная работа по оценке запасов минерального строительного сырья, созданию геолого-экологических схем и моделей, геологическому картографированию.

Целью нашего исследования являлось создание с помощью геоинформационных систем (далее ГИС) комплекта геологических карт эталонных участков геологической среды Беларуси.

Работа выполнялась по теме межгосударственной программы инновационного сотрудничества государств-участников СНГ на период до 2020 г. (№1260/2016) – «Разработка экспертной системы реабилитации геологической среды, загрязнённой нефтепродуктами, на основе принципов самоорганизации для территорий государств-участников СНГ».

В качестве полигона исследования был выбран северный участок Минской краевой ледниковой возвышенности в пределах административного Логойского р-на.

Четвертичный покров исследуемой территории представлен здесь сериями мощных надвигов ледниковых отложений: моренных супесей и суглинков, песчано-гравийных смесей, разнотерристых песков и глин, которые относятся к березинскому и припятскому ледниковым горизонтам.

С поверхности эти структуры перекрыты покровом флювиогляциальных аккумуляций фаций конусов выноса, покровных и долинных зандров сожского подгоризонта и поозерского ледникового горизонта [1, 2].

Фактическим материалом послужили фондовые и литературные геологические материалы.

Геологическое картографирование проводилось на основе информации 3 листов геологической карты масштаба 1 : 200 000 и 18 листов геологических, гидрогеологических карт и карт геолого-генетических комплексов масштаба 1 : 50 000.

Для построения отдельных схем было использовано 186 колонок буровых скважин.

В результате работы были созданы шесть цифровых моделей карт: геологическая карта четвертичных отложений, гидрогеологическая, структурная карта дочетвертичной поверхности, карта мощности четвертичных отложений и структурные карты поверхностей березинского горизонта, а также днепровского и сожского подгоризонтов (табл.).

Полученная таким образом информация будет доступна для быстрого и максимально полного использования в природоохранных целях для оценки устойчивости геологической среды.

Цифровой картографический материал имеет высокоточную пространственную привязку и может оперативно изменяться с учётом новейших литературных данных, сведений инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий, что позволит значительно упростить задачи геологического картирования четвертичных отложений Беларуси.

Отработанная методика позволит достаточно быстро создать схемы мощности отдельных горизонтов четвертичной толщи, что позволит автоматизировать процесс построения геологических разрезов четвертичных отложений по любому заданному профилю и в любом масштабе.

На данный момент нами ведётся разработка системы оценки запасов минерального строительного сырья на основе системы геологических критериев поиска, которая будет позволять проводить автоматизированную оценку перспектив территории на запасы и качество полезных ископаемых четвертичной толщи.

Таблица – Методика создания комплекта цифровых моделей карт Логойского р-на

Построенная карта	Исходные материалы	Способ построения
Геологическая карта четвертичных отложений	Геологические карты масштаба 1 : 50 000 – N-35-55-Б; N-35-55-Г; N-35-56-А; N-35-56-Б; N-35-56-В; N-35-56-Г; N-35-57-А; N-35-57-Б; N-35-67-Б; N-35-68-А; N-35-68-Б; N-35-68-Г; N-35-69-А; N-35-69-Б; N-35-69-В [1–3]. Геологическая карта масштаба 1 : 200 000 – N-35-XVI (1977 г.) Карты геолого-генетических комплексов того же масштаба.	1. Привязка растровых изображений в системе географических координат (проекция Гаусса-Крюгера, система Пулково 1942, зона № 5); 2. Создание и разделение shp-файла на полигоны, соответствующие геологическим и литологическим разностям; 3. Заполнение атрибутивной таблицы (поля «code» и «litocode»); 4. Сведение границ отдельных листов и участков с созданием единого shp-файла; 5. Оформление карты согласно правилам СТБ [1].

Построенная карта	Исходные материалы	Способ построения
Гидрогеологическая карта	Гидрогеологические карты масштаба 1 : 50 000 - N-35-55-Б; N-35-55-Г; N-35-56-А; N-35-56-Б; N-35-56-В; N-35-56-Г; N-35-57-А; N-35-57-В; N-35-67-Б; N-35-68-А; N-35-68-Б; N-35-68-Г; N-35-69-А; N-35-69-Б; N-35-69-В [1–3].	1. Привязка растровых изображений в системе географических координат (проекция Гаусса-Крюгера, система Пулково 1942, зона № 5); 2. Создание shp-файлов водоносных комплексов различающихся по глубине залегания, возрасту образования и водонасыщенности (16 шт.); 3. Разделение shp-файлов на полигоны и заполнение атрибутивной таблицы (деление полигонов на содержащие и не содержащие подземные воды); 4. Сведение границ отдельных листов и участков с созданием общих shp-файлов для всей территории; 5. Построение карты путём поочерёдного совмещения полученных изображений.
Карта дочетвертичной поверхности	Буровые колонки 186 скважин на территории Логойского р-на и за его пределами [1–3]; Карты фактического материала масштаба 1 : 50 000 – N-35-55-Б; N-35-55-Г; N-35-56-А; N-35-56-Б; N-35-56-В; N-35-56-Г; N-35-57-А; N-35-57-В; N-35-67-Б; N-35-68-А; N-35-68-Б; N-35-68-Г; N-35-69-А; N-35-69-Б; N-35-69-В [1–3].	1. Создание точечного shp-файла и нанесение на него позиций буровых скважин; 2. Заполнение атрибутивной таблицы скважин (поля «номер», «высота устья скважины», «абсолютная отметка кровли дочетвертичных пород» и «возраст дочетвертичных пород»); 3. Построение карты рельефа дочетвертичных пород (Spatial Analyst-Интерполяция-Естественная окрестность); 4. Проведение изогипс рельефа дочетвертичных пород (Spatial Analyst-Поверхность-Изолиния); 5. Создание и разделение shp-файла на полигоны, соответствующие геологическим и литологическим разностям коренных пород; 6. Построение карты путём поочерёдного совмещения полученных изображений.
Карта мощности четвертичных отложений	Цифровая модель современной поверхности в формате bil; цифровая карта дочетвертичной поверхности.	1. Получение растровой модели мощности четвертичных отложений путём поэлементного вычитания из модели современной поверхности – поверхности дочетвертичной (Spatial Analyst-Математические-Minus); 2. Создание модели изопакит (Analyst-Поверхность-Изолиния); 3. Построение карты путём поочерёдного совмещения полученных изображений.
Структурная карта безезинского горизонта	Буровые колонки 186 скважин на территории Логойского р-на и за его пределами; цифровая модель современной поверхности в формате bil.	1. Заполнение атрибутивной таблицы скважин (поля «абсолютная отметка кровли безезинского горизонта» и «генезис безезинских отложений»); 2. Построение карты рельефа поверхности безезинского горизонта (Spatial Analyst-Интерполяция-Естественная окрестность); 4. Проведение изогипс рельефа поверхности безезинского горизонта (Spatial Analyst-Поверхность-Изолиния); 5. Создание и разделение shp-файла на полигоны, соответствующие генетическим разностям безезинских отложений; 6. Построение карты путём поочерёдного совмещения полученных изображений.
Структурная карта распространения днепровского подгоризонта	Буровые колонки 186 скважин на территории Логойского р-на и за его пределами; цифровая модель современной поверхности в формате bil.	1. Заполнение атрибутивной таблицы скважин (поля «абсолютная отметка кровли днепровского подгоризонта» и «генезис днепровских отложений»); 2. Построение карты рельефа поверхности днепровского подгоризонта (Spatial Analyst-Интерполяция-Естественная окрестность); 4. Проведение изогипс рельефа поверхности днепровского подгоризонта (Spatial Analyst-Поверхность-Изолиния); 5. Создание и разделение shp-файла на полигоны, соответствующие генетическим разностям днепровских отложений; 6. Построение карты путём поочерёдного совмещения полученных изображений.
Структурная карта распространения сожского подгоризонта	Буровые колонки 186 скважин на территории Логойского р-на и за его пределами; цифровая модель современной поверхности в формате bil.	1. Заполнение атрибутивной таблицы скважин (поля «абсолютная отметка кровли сожского подгоризонта» и «генезис сожских отложений»); 2. Построение карты рельефа поверхности сожского подгоризонта (Spatial Analyst-Интерполяция-Естественная окрестность); 4. Проведение изогипс рельефа поверхности сожского подгоризонта (Spatial Analyst-Поверхность-Изолиния); 5. Создание и разделение shp-файла на полигоны, соответствующие генетическим разностям сожских отложений; 6. Построение карты путём поочерёдного совмещения полученных изображений.

1. Михалёва Т. А., Деруто Г. В., Андрусенко Н. Ю. и др. Отчёт о комплексной геолого-гидрологической и инженерно-геологической съёмке масштаба 1 : 50 000 для целей мелиорации в водосборах рек Илии и Гайны. Т. I. Мн.: Ин-т геол. наук, 1979. 287 с.

2. Сапега Ю. В., Ермолаев В. П., Кононова Т. А. и др. Отчёт о комплексной геолого-гидрогеологической и инженерно-геологической съёмке масштаба 1 : 50 000 для целей мелиорации в водосборах верховьях рек Вилии и Березины № 2. Т. I. Мн.: Ин-т геол. наук, 1977. 413 с.

3. Шахнюк В. В., Сапега Ю. В., Кононова Т. А. и др. Отчёт о комплексной геолого-гидрогеологической и инженерно-геологической съёмке масштаба 1 : 50 000 для целей мелиорации в водосборах верховьях рек Вилии и Березины. Т. I. Мн.: Ин-т геол. наук, 1976. 449 с.

ЖИВЕТСКИЙ ЭТАП ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ НА ЖЛОБИНСКОЙ СЕДЛОВИНЕ И СЕВЕРО-ПРИПЯТСКОМ ПЛЕЧЕ И ЕГО ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ И ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ

С. А. Кручек, В. Ю. Обуховская

Филиал «Институт геологии» Государственного предприятия «НПЦ по геологии», ул. Академика Купревича 7,
220141 Минск, Республика Беларусь; kruchek@geology.org.by; veronikaobukhovskaya@yandex.ru

Живетский этап осадконакопления среднедевонской эпохи, последовавший после эйфельского этапа, представлен на Жлобинской седловине и Северо-Припятском плече образованиями полоцкого (горынские, столинские и морочские слои) и убортского горизонтов [4]. В его составе выделяются три ритма развития морского бассейна, соответствующих раннеживетскому, среднеживетскому и позднеживетскому времени [2].

В раннеживетское время территория Жлобинской седловины и Северо-Припятского плеча представляла собой очень мелководную, сильно опреснённую часть морского бассейна, в котором формировались терригенные отложения, представленные преимущественно мелкозернистыми песчаниками и алевролитами, реже – пестроцветными глинами, подчеркивающими ритмичность осадконакопления. Литологическим репером этой части живетского разреза является значительная по мощности базальная песчаная пачка, иногда с конгломератами и брекчиями в основании, трансгрессивно, преимущественно с размывом, залегающая на отложениях костюковичского горизонта эйфельского яруса среднего девона. Её образованию предшествовал кратковременный перерыв в осадконакоплении, отражающий местное предживетское седиментологическое событие. Палинологическим маркером раннеживетского ритма является появление каватных миоспор рода *Geminospora* (Balme) Owens (*G. extensa*, *G. tuberculata*, *G. vulgata*), миоспор морфона *Geminospora lemurata* (*G. rugosa*, *G. notata*, *G. micromanifesta* и др.). Из других групп организмов в отложениях этого ритма присутствуют микроостатки ихтиофауны [5].

Общность палинологической характеристики позволяет коррелировать отложения горынских и большей нижней части столинских слоёв полоцкого горизонта (лона *Geminospora vulgata* – *Retispora archaeolepidophyta*) с воробьёвским и нижней частью ардатовского горизонта Центральных районов Русской плиты [1, 7], а также с нижней частью живетских отложений Польши [14, 15]. Одинаковая последовательность появления видов *Geminospora extensa* (= *Aneuraspora extensa*) и *Chelinospora concinna*, наблюдаемая в разрезе живетского яруса Польши и Беларуси, позволяет проводить и более детальное сопоставление этих отложений. В частности, присутствие *G. extensa* отмечается Э. Турнау в отложениях, соответствующих биоzone *hemiansatus* по конодонтам, первое появление *Ch. concinna* – в промежутке от конодонтовых зон *rhenanus* /*varcus* и *ansatus*/, т. е. примерно на границе нижнего и среднего живета [14].

Максимальное развитие живетской трансгрессии на территории Жлобинской седловины и Северо-Припятского плеча, также, как и Припятского прогиба [3], соотносится с верхней частью столинских и морочскими слоями полоцкого горизонта и выражается в появлении в сформировавшемся разрезе прослоев тёмно-серых и зеленовато-серых глин, мергелей и доломитов, со скоплениями беззамковых брахиопод (лингул). Эта наиболее трансгрессивная часть разреза полоцкого горизонта, соответствующая среднеживетскому ритму, по-видимому, коррелируется со среднеживетским седиментологическим событием Taghanik, впервые установленным в шт. Нью-Йорк в Северной Америке [9]. Это биотическое событие, характеризующееся присутствием в типовой местности выше известняков Chuli нескольких прослоев чёрных глинистых сланцев, охватывает интервал от верхней части конодонтовой зоны Middle *varcus* до (приблизительно) основания зоны *hermanni* – *cristatus*.

По палинологическим данным маркером этого среднеживетского события является появление в миоспоровых ассоциациях *Cristatisporites triangulatus* типика, наряду с унаследованными от более древних живетских ассоциаций видами. На западе Припятского прогиба в зоне сочленения с Полесской седловиной на этом уровне среди микрофоссилий присутствуют и акритархи [3], а также микроостатки ихтиофауны [5].

Появление и развитие *C. triangulatus* характерно также для верхней части ардатовского и муллинского горизонтов Центральных районов Русской плиты и Воронежской антеклизы, соответствующих конодонтовым зонам средней-верхней *varcus* [1, 7]. Анализ, проведенный Э. Турнау, показал, что появление *C. triangulatus* в разрезах Польши и Северной Франции приурочено к конодонтовой зоне *P. ansatus* и находится несколько ниже границы среднего и верхнего живета [14].

Позднеживетский ритм осадконакопления соответствует времени накопления песчано-алевритовых отложений убортского горизонта, содержащих те же органические остатки, что и в отложениях полоцкого горизонта [4, 5]. Литологическим репером этого ритма также является базальный пласт песчаника, залегающий без видимых следов перерыва на глинисто-алевритовой пачке, завершающей разрез полоцкого горизонта. Палинологически нижняя граница позднеживетского ритма фиксируется исчезновением *Geminospora extensa* и многих сопутствующих ему видов, таких как *Geminospora tuberculata*, *Corrystisporites serratus*, *Lanatisporites bislimbatus*, *Calyptosporites velatus* и др., типичных для ниже- и среднеживетских отложений, и последующим доминированием миоспор, продуцируемых археоптерисовыми. Такое явление на верхней границе миоспоровой зоны *G. extensa* отмечается на всей территории Восточно-Европейской платформы [10], в том числе и в Польше [14, 15], а также и Северной Франции в основании аналогов подзоны F_{1c} формации Frommelenes [11, 12]. В залегающих выше этой границы отложениях убортского горизонта, соответствующих палинозоне *Ancyrospora incisa* – *Geminospora micromanifesta* [4], абсолютным доминированием пользуются виды рода *Geminospora*, появившиеся ранее в палинозоне *extensa* полоцкого горизонта, но имевшие там подчиненную роль. Учитывая то, что на этом же уровне наблюдаются значительные изменения и в составе макрофлоры, определяющие границу зон *Svalbardia* и *Archaeopteris* [8] можно утверждать о четко выраженном биотическом событии, охарактеризованном сменой растительных палеоэкосистем и обусловленном, скорее всего, изменением климата. Этот уровень, несомненно, соответствует верхней границе (?) глобального биотического события Taghanik. Данный рубеж ранее на территории Русской платформы принимался за нижнюю границу франского яруса [6]. Однако, по конодонтовой шкале данное биотическое событие коррелируется с основанием (?) зоны *hermanni* – *cristatus*, что значительно ниже уровня живетско-франской границы, принятого Международной подкомиссией по стратиграфии девона в середине конодонтовой зоны *falsiovalis* [13].

Выше, на исследуемой территории, живетский этап сменяется франским этапом осадконакопления позднедевонской эпохи.

Таким образом, живетский этап осадконакопления среднедевонской эпохи на Северо-Припятском плече и Жлобинской седловине характеризуется следующими особенностями:

- в составе этапа выделены ранне-, средне- и позднеживетский ритмы осадконакопления, соответствующие стратиграфическим подразделениям в ранге региональных горизонтов и слоёв;
- в каждом из этих ритмов указаны наиболее важные литологические реперы (базальные пачки песчаников в основании ранне- и позднеживетских ритмов, карбонатные породы среднеживетского ритма), а также отмечен предживетский перерыв, предшествующий живетскому этапу осадконакопления и являющийся местным седиментационным событием на исследуемой территории;
- приведены палинологические маркеры для каждого из указанных седиментационных ритмов, позволяющих в сочетании с литологическими и геофизическими данными достаточно точно проводить границы ритмов, соответствующих региональным и местным стратиграфическим подразделениям, а также, что является особенно важным, коррелировать их с одновозрастными отложениями Восточно-Европейской платформы, Польши и Западной Европы;
- особенно велика роль палинологических маркеров в прогнозировании установлении в девонских отложениях исследуемой территории аналогов глобальных биотических событий Kačak, приуроченного к костюковичскому ритму эйфельского, и Taghanik – к среднеживетскому ритму живетского этапов осадконакопления.

1. Архангельская А. Д. Споры из отложений нижнего и среднего девона Русской плиты // Атлас спор и пыльцы нефтегазоносных толщ фанерозоя Русской и Туранской плит. М.: ВНИГНИ, 1985. С. 32–79.

2. Обуховская В. Ю., Обуховская Т. Г., Кручек С. А. Седиментологические и биотические события в девоне на территории Жлобинской седловины и Северо-Припятского плеча и их палинологические маркеры // Літасфера. 2012. № 1(36). С. 31–46.

3. Обуховская Т. Г., Обуховская В. Ю., Кручек С. А. Палинологическая характеристика и стратиграфия девонских отложений западного замыкания Припятского прогиба // Стратиграфия и нефтегазоносность палеозойских отложений Беларуси. Мн.: БелНИГРИ, 2002. С. 51–67.

4. Обуховская Т. Г., Кручек С. А., Пушкин В. И. и др. Девонская система // Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси: Объяснительная записка. Мн.: ГП «БелНИГРИ», 2010. С. 98–114.
5. Пакса Д. П. Девонская (позднеэмско-франская) ихтиофауна Беларуси и её стратиграфическое значение. Мн.: ИГиГ НАН Беларуси, 2007. 23 с.
6. Решения Межведомственного регионального стратиграфического совещания по среднему и верхнему палеозою Русской платформы с региональными стратиграфическими схемами (г. Ленинград, 1988). Девонская система. Л.: ВСЕГЕИ, 1990. 60 с. + 9 схем.
7. Родионова Г. Д., Умнова В. Т., Кононова Л. И. и др. Девон Воронежской антеклизы и Московской синеклизы. М.: Изд-во Воронеж. ун-та, 1995. 265 с.
8. Юрина А. Л. Флора среднего и позднего девона Северной Евразии. М.: Наука, 1988. 175 с.
9. Aboussalam Z. S., Becker R. T., Schultz H. P. The global Taghanic Biocrisis in the Upper Givetian (Middle Devonian) // Mid-Palaeozoic Bio and Geodynamics the North Gondwana – Laurasia Interaction. 2001. Vol. 1, N 2. P. 1.
10. Avkhimovich V. I., Tschibrikova E. V., Obukhovskaya T. G. et al. Middle and Upper Devonian miospore zonation of Eastern Europe // Bull. des Centres Recherches Exploration-Production Elf Aquitaine. 1993. Vol. 17, N 1. P. 79–147.
11. Loboziak S., Streel M. Miospores in Givetian to Lower Frasnian sediments dated by conodonts from the Boulonnais // Rev. Palaeobotany and Palynology. 1980. Vol. 29. P. 285–299.
12. Loboziak S., Streel M. Miospores in Middle-Upper Frasnian to Famennian sediments partly dated by conodonts (Boulonnais, France) // Rev. Palaeobotany and Palynology. 1981. Vol. 34. P. 49–66.
13. Subcommission on Devonian Stratigraphy. Newsletter. 1987. N 4.
14. Turnau E., Narkiewicz K. Biostratigraphical correlation of spore and conodont zonation within Givetian and Frasnian of the Lublin area (SE Poland) // Rev. of Palaeobotany and Palynology. 2011. Vol. 164. P. 30–38.
15. Turnau E., Racki G. Givetian palynostratigraphy and palynofacies: new data from the Bodzentyn Syncline (Holy Cross Mountains, Central Poland) // Rev. of Palaeobotany and Palynology. 1999. Vol. 106. P. 237–271.

УДК: 542.08

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГОДИСПЕРСИОННОЙ РЕНТГЕНОВСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ

В. Э. Кутырло¹, В. П. Самодуров², Ю. Н. Еленский¹

¹ ОАО «Белгорхимпром», ул. Киселёва 26а, 220029 Минск, Республика Беларусь; vital2000@tut.by

² Белорусский государственный университет, географический факультет, пр. Независимости 4,
220030 Минск, Республика Беларусь; vladimir_samodurov@tut.by

Введение. Энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия (EDS) является разновидностью рентгеноспектрального анализа химического состава твёрдых веществ, в том числе минералов. Метод основан на возбуждении атомов исследуемого образца рентгеновскими лучами, в результате чего атомы испускают собственное характеристическое рентгеновское излучение. Исследуя энергетический спектр характеристического излучения атомов, можно определить качественные и количественные характеристики химического состава геологических проб.

Прогресс в развитии аналитической базы исследования пород, руд и минералов способствовал созданию портативных полевых энергодисперсионных спектрометров, пригодных для геологоразведочных полевых работ. Большинство приборов этого класса предназначено для анализа химического состава металлов (сплавов). Данная работа посвящена обсуждению возможностей и особенностей использования в полевых условиях портативного энергодисперсионного анализатора Olympus Innov X Delta Premium DP-2000.

Объект исследования. Основным объектом исследований были калийные и калийно-магниево-магниевые руды Старобинского, Петриковского и Гарлыкского месторождений. Калийные руды этих месторождений существенно отличаются по цвету и структурно-текстурным характеристикам. В некоторых случаях сильвиниты визуально не отличаются от вмещающих их каменных солей, поэтому использование полевого энергодисперсионного анализатора имело решающее значение для определения строения рудных горизонтов и содержания в них сильвина (рис.).

Метод и аппаратура полевых рентгеноспектральных исследований. Портативный энергодисперсионный анализатор Olympus Innov X Delta Premium DP-2000 хранится в противоударном герметическом кейсе, удобном для транспортировки в полевых условиях. В комплект входит док-станция, которая служит для ежедневной градуировки прибора и заряда аккумуляторных батарей. Прибор снабжен пользовательским интерфейсом, позволяющим управлять работой прибора и выполнять из-

мерение химического состава геологических проб. Особенностью анализатора DELTA Premium состоит в том, что он имеет несколько режимов работы. Кроме стандартного режима анализа сплавов, в нём присутствуют режимы анализа почв и анализа геохимического состава геологических проб. Этот последний режим работы наиболее удобен для полевых геологических исследований.

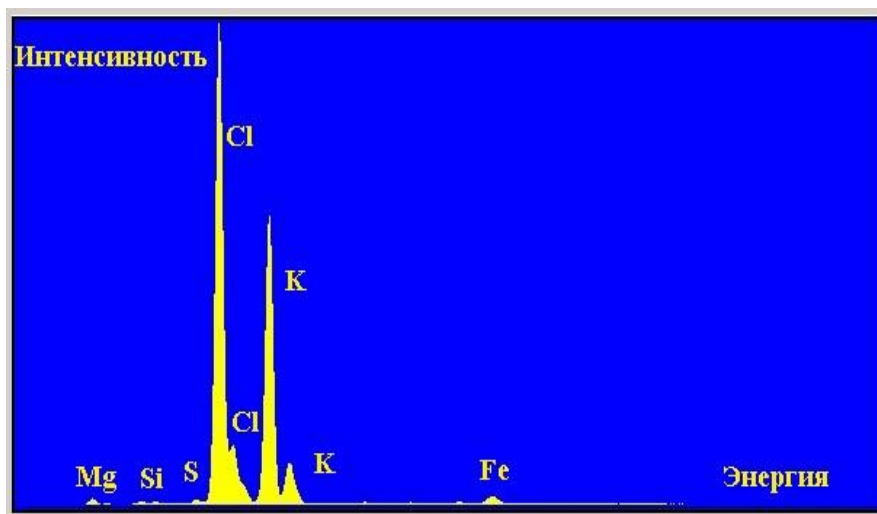


Рисунок – Есть сильвинит! Научный сотрудник ОАО «Белгорхимпром» А. А. Скуратов в подземной выработке Гарлыкского месторождения калийных солей (Фото Ю. Н. Еленского)

Металлы (сплавы) состоят в основном из тяжёлых элементов, поэтому эффективность их измерения достаточна для анализа в единых условиях, при одном ускоряющем напряжении рентгеновской трубки. Геологические пробы состоят в основном из лёгких элементов, а руды металлических полезных ископаемых – из тяжёлых. Лёгкие химические элементы определяют при низком ускоряющем напряжении трубки (10 кВ), а тяжёлые элементы – при высоком напряжении (40 кВ). Поэтому оптимальным режимом для полного геохимического анализа является двухлучевой метод, который предусмотрен в приборе Olympus Innov X Delta Premium DP-2000. Сначала определяются лёгкие элементы, а потом тяжёлые. Общий химический состав определяется из результатов этих двух измерений.

Лабораторные приборы этого типа работают в условиях вакуума, поэтому в них возможно измерение самых лёгких химических элементов. Однако в полевых приборах измерительное окно снабжено пролиновой защитной плёнкой, которая поглощает характеристическое рентгеновское излучение малых энергий. Поэтому энергодисперсионный анализатор Olympus Innov X Delta Premium DP-2000 выполняет измерение химического состава пород, начиная с Mg. Более лёгкие элементы, включая Na, O, C и другие элементы определяются в совокупности как сумма лёгких элементов (LE). Эти особенности оказывают влияние на определение химического состава геологических проб.

Анализ калийных руд. Подавляющее большинство пород в природе представлено кислородсодержащими минералами. В составе магматических и метаморфических пород преобладают силикаты. В осадочных породах кроме силикатов, карбонатов и сульфатов в значительной мере присутствуют хлориды, распространенные в эвапоритовых формациях.

Из-за повсеместного преобладания кислородсодержащих минералов, химический состав геологических проб традиционно представляют в окислах, а не в содержаниях атомов. Из-за отсутствия кислорода в хлоридах окисная форма представления результатов химического анализа проб непригодна для солей. Портативный энергодисперсионный анализатор Olympus Innov X Delta Premium DP-2000 представляет результаты химического анализа в атомной форме, так как предназначен в первую очередь для анализа металлов. Эта особенность данного прибора благоприятна для анализа химического состава калийных и калийно-магниевого руд. Для традиционного представления химического состава вмещающих несолевых пород необходим пересчет атомных содержаний в содержания окислов.

Портативный энергодисперсионный анализатор Olympus Innov X Delta Premium DP-2000 является прибором локального анализа. Он анализирует химический состав поверхностей диаметром 10 мм, что намного меньше пространственного разрешения полевых гамма-радиометров. Это позво-

ляет исследовать состав отдельных элементарных слоёв в составе рудного пласта. С другой стороны, для количественного анализа валового состава руд необходимо соблюдать правила представительного отбора, квартования и гомогенизации проб. Анализ ведётся с плоской поверхности порошков проб после их помола до состояния пудры.

Опыт использования полевого энергодисперсионного анализатора Olympus Innov X Delta Premium DP-2000 выявил также некоторые его недостатки. Прибор хранит информацию о замерах химического состава проб во внутренней памяти, но процедура экспорта этих данных на компьютер не предусмотрена в программном обеспечении. Требуется установка дополнительного драйвера для осуществления этой процедуры. Практика обработки результатов анализа прибора Olympus Innov X Delta Premium DP-2000 показывает, что данные замеров необходимо экспортировать в двух видах – в виде табличных данных химического состава элементов и в виде данных записи спектров химического состава проб. Данные химического состава проб экспортируются в виде таблиц EXCEL, что способствует дальнейшей обработке результатов анализа. А данные записей спектров необходимы для представления результатов анализа в отчётной документации по полевым геологоразведочным работам. Пример спектра EDS представлен на рисунке, справа.

К сожалению, программное обеспечение прибора Olympus Innov X Delta Premium DP-2000 не предназначено для создания графических изображений спектров высокого качества. Поэтому нами была разработана программа считывания табличных данных спектров химического состава и создания графических результатов замеров в стандартном виде, принятом в EDS-анализе (рис.).

С другой стороны, прибор Olympus Innov X Delta Premium DP-2000 имеет существенные преимущества по сравнению с другими портативными спектрометрами, предназначенными исключительно для анализа металлов. В геохимическом режиме работы, последовательно используя низковольтный и высоковольтный режим, прибор накапливает данные химического состава, как лёгких, так и тяжёлых элементов наиболее эффективным образом.

В результате, например, становится возможным надёжное определение Br/Cl отношения в полевых условиях для отдельных слоёв в составе рудных горизонтов, а также в составе вмещающих пород. Этот геохимический показатель, как известно, является индикатором стадий галогенеза и изменяется закономерно от фазы формирования каменной соли – через стадии образования калийных и калийно-магниевого руд к бишофитам. Полевое массовое определение Br/Cl отношения снижает трудоёмкие и затратные лабораторные определения этого коэффициента по отдельным образцам и впервые позволяет строить распределение Br в разрезах.

Заключение. Современный этап развития аналитической базы анализа руд, пород и минералов характеризуется бурным развитием этого направления деятельности.

Портативные полевые энергодисперсионные спектрометры достигли высокого качества и надёжности, а те их модели, которые позволяют вести геохимический анализ геологических проб являются наилучшими разновидностями приборов этого класса. Значение этого подхода для геологоразведочных работ особенно возрастает для дисперсных руд и руд, не выделяющихся по структурно-текстурным характеристикам и цветности в составе вмещающих пород.

Между тем, химический состав руд и вмещающих пород не является полностью самодостаточным для определения их минералогического состава. Петрогенные химические элементы и микроэлементы входят в состав широкого круга различных минералов.

В практике использования энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного анализатора уже встречались случаи интерпретации Mg-содержащих калийных солей как карналлит. Рентгенодифракционный анализ этих образцов показал, Mg был сосредоточен в магнезитах $MgCO_3$. Такие случаи показывают, что рентгенофлуоресцентный анализ не исключает другие современные методы исследований руд, пород и минералов, а, скорее, является одним из компонентов комплексного аналитического подхода всесторонних исследований геологических объектов.

ОПЫТ ОБНАРУЖЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ КАНАЛОВ МИГРАЦИИ ГЛУБИННЫХ ФЛЮИДОВ ПРИ ПОИСКАХ НЕФТИ И ГАЗА В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ

С. П. Левашов¹, Н. А. Якимчук¹, И. Н. Корчагин², Д. Н. Божежа¹

¹ Институт прикладных проблем экологии, геофизики и геохимии, Лабораторный пер. 1, 01133 Киев, Украина

² Институт геофизики НАН Украины, пр. Палладина 32,
03680 Киев, Украина; korchagin@karbon.com.ua

В феврале 2016 г. при проведении экспериментальных работ с целью апробации усовершенствованной модификации метода частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ [1–3] в районе расположения Шебелинского ГКМ были обнаружены два локальных участка с очень высокими значениями пластового давления – каналы вертикальной миграции глубинных флюидов. Это обстоятельство вынудило авторов выполнить значительный объем экспериментальных исследований с целью поисков таких каналов в различных регионах мира. Материалы работ опубликованы в [4]. Ниже анализируются результаты поисков вертикальных каналов миграции глубинных флюидов на территории Республики Беларусь.

Разработанная и апробированная прямопоисковая технология частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ [1–3] базируется на принципах «вещественной» парадигмы геофизических исследований [3], сущность которой состоит в поиске конкретного вещества – нефти, газа, газоконденсата, золота, урана, воды, и т. д. Важное место в рамках этой технологии занимает методика оценки максимальных значений пластового давления флюидов в коллекторах [2].

Метод частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ используется на первых этапах исследований. На втором этапе работ обнаруженные и закартированные аномальные зоны могут быть детализированы прямопоисковыми наземными геоэлектрическими методами СКИП и ВЭРЗ [3]. Дополнительную информацию об используемой мобильной технологии можно найти на сайте [<http://www.geoprom.com.ua/index.php/ru/>].

Район бурения скв. Предречицкая-1. Для демонстрации потенциальных возможностей прямопоисковой технологии неоднократно проводились мониторинговые исследования в пределах участков бурения поисковых скважин. Мониторинговыми их следует считать потому, что такого рода исследования выполнялись на одной поисковой площадке несколько раз. Такие исследования проведены также на участке бурения глубокой скв. Предречицкая-1 в Припятском прогибе. Эта скважина пробурена с целью поиска залежей углеводородов в отложениях межсолевого комплекса и оценки перспектив нефтегазоносности подсолевого и верхнепротерозойского комплексов в пределах Предречицкой межсолевой ловушки. Частотно-резонансная обработка спутниковых снимков участка бурения проводилась в три этапа – в октябре 2013 г., июле 2015 г. и в марте 2016 г.

В октябре 2013 г. разные по площади участки расположения скважины были обработаны в масштабах 1 : 20 000 и 1 : 30 000. В районе расположения скважины была обнаружена и закартирована аномальная зона типа «газ + конденсат» с максимальным значением пластового давления в 58,0 МПа [5].

В марте 2016 г. было принято решение «поискать» зоны вертикальной миграции в пределах обнаруженной аномальной зоны в районе скв. Предречицкая-1. Для этого дополнительно проведена частотно-резонансная обработка спутникового снимка участка расположения скважины в масштабе 1 : 10 000 (рис. 1). В результате целенаправленной работы в пределах закартированной аномалии обнаружена небольшая локальная зона с относительно высокими значениями пластового давления – 118,0 МПа. Эту локальную зону можно считать каналом вертикальной миграции глубинных флюидов (УВ в том числе).

Локальные участки в районах расположения обнаруженных в контурах аномальных зон каналов следует считать наиболее перспективными для детального изучения геофизическими методами и расположения скважин.

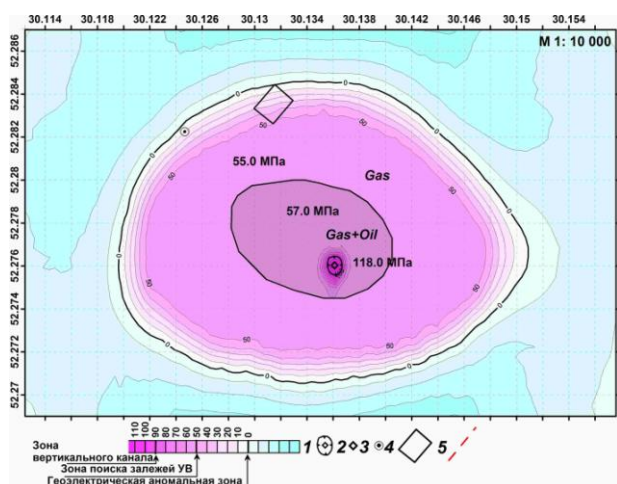


Рисунок 1 – Карта аномальных зон типа «залежи углеводородов» на участке бурения глубокой скв. Предречицкая-1
1 – шкала пластового давления газа, МПа; 2 – зона вертикального канала, 118,0 МПа; 3 – центральная часть канала; 4 – проектная точка вскрытия целевого горизонта (-4950 м); 5 – площадка бурения скважины на снимке

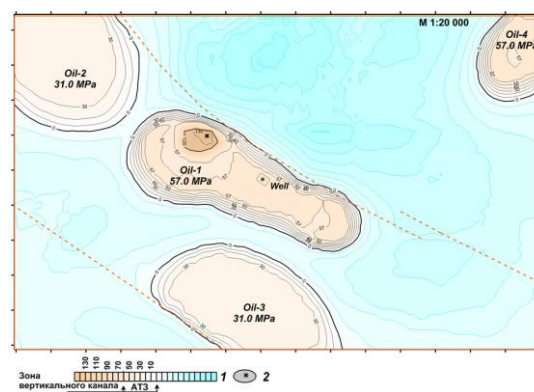


Рисунок 1 – Карта аномальных зон типа «Oil» в районе нефтяного месторождения Угольское (по данным частотно-резонансного анализа спутниковых снимков)

1 – шкала максимальных значений пластового давления, МПа; 2 – зона прогнозируемого вертикального канала с максимальным значением пластового давления 135 МПа

Нефтяное месторождение Угольское. Информация об открытии месторождения появилась в начале января 2017 г. В этом же месяце спутниковый снимок участка расположения открытого месторождения был обработан в относительно крупном масштабе – 1 : 20 000 (рис. 2). Основная задача проведённых работ – обнаружение в пределах месторождения вертикального канала миграции глубинных флюидов.

В результате обработки снимка на обследованной площади обнаружено и закартировано четыре аномальные зоны типа «Oil». Аномальная зона «Oil-1» обнаружена в районе нового месторождения (рис. 2). В её пределах зафиксирована небольшая локальная зона с максимальным значением пластового давления 135 МПа. Эта зона является вертикальным каналом миграции глубинных флюидов. В окрестностях этой зоны целесообразно бурить вторую разведочную скв. № 2-Угольская. В этой зоне могут быть получены более высокие притоки нефти [4].

Дополнительно в точке бурения проведено сканирование разреза в интервале глубин 4 800–5 250 м. В процессе сканирования осуществлялась оценка давления в пластах. Получены следующие результаты: а) 4833–4834 м, Oil, Н = 1 м, Р = 48,5 МПа; б) 4 941–4 951 м, Oil, Н = 10 м, Р = 59,0 МПа; в) 5 002–5 010 м, Oil, Н = 8 м, Р = 59,0 МПа; г) 5 010–5 021 м, Water; д) 5 030–5 038 м, Oil, Н = 8 м, Р = 59,6 МПа; е) 5 162–5 173 м, Oil, Н = 11 м, Р = 60,3 МПа; з) 5 225–5 228 м, Water + Oil. Глубины указаны от поверхности Земли.

В пределах обследованной площади оперативно можно: 1) проследить по данным сканирования установленного бурением продуктивного горизонта (горизонтов) в точке бурения скв. № 2-Угольская; 2) обработать снимок участка расположения аномальной зоны «Oil-1» в более крупном масштабе; 3) проследить продуктивный горизонт (горизонты) по площади всей аномалии, рассчитать объём коллекторов и оценить ресурсы нефти в них.

Выводы. Приведённые выше, а также в [4] факты обнаружения каналов вертикальной миграции флюидов, а также наличие значительного количества аномальных зон типа «залежь нефти и газа» в различных горизонтах (в том числе и в глубинных) разреза можно считать важными свидетельствами в пользу абиогенного происхождения углеводородов.

Мобильные прямопоисковые методы [1–4] позволяют оперативно выявлять и картировать зоны высоких значений давлений по результатам регистрации аномальных откликов на резонансных частотах гелия и водорода. Эти методы могут также использоваться для поисков и разведки крупных скоплений Н и Не.

Апробированная прямопоисковая технология частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ может успешно применяться при обследовании слабоизученных участков в пределах известных нефтегазоносных бассейнов.

1. Левашов С. П., Якимчук Н. А., Корчагин И. Н. Новые возможности оперативной оценки перспектив нефтегазоносности разведочных площадей, труднодоступных и удалённых территорий, лицензионных блоков // Геоинформатика. 2010. № 3. С. 22–43.

2. Левашов С. П., Якимчук Н. А., Корчагин И. Н. Оценка относительных значений пластового давления флюидов в коллекторах: результаты проведенных экспериментов и перспективы практического применения // Геоинформатика. 2011. № 2. С. 19–35.

3. Левашов С. П., Якимчук Н. А., Корчагин И. Н. Частотно-резонансный принцип, мобильная геоэлектрическая технология: новая парадигма геофизических исследований // Геофизический журнал. 2012. Т. 34, № 4. С. 167–176.

4. Левашов С. П., Якимчук Н. А., Корчагин И. Н. и др. Мобильные прямопоисковые технологии: факты обнаружения и локализации каналов вертикальной миграции флюидов – дополнительные свидетельства в пользу глубинного синтеза углеводородов // Геоинформатика. 2016. № 2. С. 5–23.

5. Левашов С. П., Якимчук Н. А., Корчагин И. Н. и др. Опыт использования мобильных прямопоисковых технологий для оценки перспектив нефтегазоносности глубинных горизонтов разреза // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики: зб. наук. пр. / Всеукр. асоціація геоінформатики, Центр менеджменту та маркетингу в галузі наук про Землю ІГН НАН України. К.: ТОВ «Карбон ЛТД», 2015. Вип. 12. С. 4–24.

УДК 564.5

МОРСКИЕ МОЛЛЮСКИ СЕМЕЙСТВА ASTARTIDAE ORBIGNY ВОСТОКА БЕЛАРУСИ И ИХ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

В. В. Махнач

Белорусский государственный университет, географический факультет, пр. Независимости 4,
220030 Минск, Республика Беларусь; vova2003@tut.by

Цель представленной статьи – изучение морфологии, систематики и палеогеографического значения представителей семейства Astartidae Orbigny, 1844 из отложений келловоя и оксфорда Беларуси. На территории Беларуси Astartidae встречаются в песчаных отложениях келловоя и оксфорда и в основном представлены следующими видами: *Astarte* sp., *Astarte minima* Phillips, *Neocrassina* (*Pressastarte*) *depressoides* Lahusen, *Trautsholdia gibba* (Gerasimov), *Trautsholdia cordata* Trautschold, *Trautscholdia sauvagei* de Lorio. При работе со скв. Лельчицкие 1-29 и материалами музея ВСЕГЕИ изучению были подвергнуты 14 экз.

Представители Astartidae относятся к отряду Lucinida Stoliczka, 1871 (= Astartida Scarlato, Starobogatov, 1971), чаще всего раковины равностворчатые, реже неравностворчатые. Замок – из двух (редко из трёх) кардинальных зубов, иногда редуцированных; латеральные передние и задние развиты или часть их отсутствует. Отпечатки мускулов аддукторов почти равные. Мантийная линия цельная. В основном представители надсемейства инфаунные или семиинфаунные сестонофаги.

Чаще всего в отложениях келловоя и оксфорда встречаются рода *Astarte* Sowerby, 1816 и *Trautscholdia* Cox, Arkell, 1948 (рис.).

Под *Astarte* Sowerby, 1816. Тип рода – *Venus scotica* Maton, Rackett, 1807 [= *Pectunculus sulcatus* da Costa, 1778 var. *scotica* Maton, Rackett, 1807; = *Astarte sulcata scotica* (Maton, Rackett, 1807)], современные представители встречаются в восточной части Атлантического океана.

Раковины овально-треугольные или субтрапецеидальные, концентрически-ребристые или складчатые, в различной степени неравносторонние, с прозогирными, слабо выдающимися макушками. Замок – из одного-двух кардинальных в правой створке и двух – в левой, зубов; передний латеральный в правой створке хорошо развит, а остальные латеральные развиты слабо или отсутствуют. Внутренние края зазубренные или гладкие.

На территории Беларуси раковины чаще всего встречаются в отложениях келловоя.

Род *Trautscholdia* Cox, Arkell, 1948. Тип рода *Astarte cordata* Trautschold, 1861, верхняя юра, Центральная Россия. Раковины сердцевидные высокие, конически-ребристые, с высокими макушками, завернутыми вперед. Кардинальные зубы узкие: один – в правой створке, два в левой и латеральные одиночные – передний и задний в каждой створке. Внутренние края зазубренные.

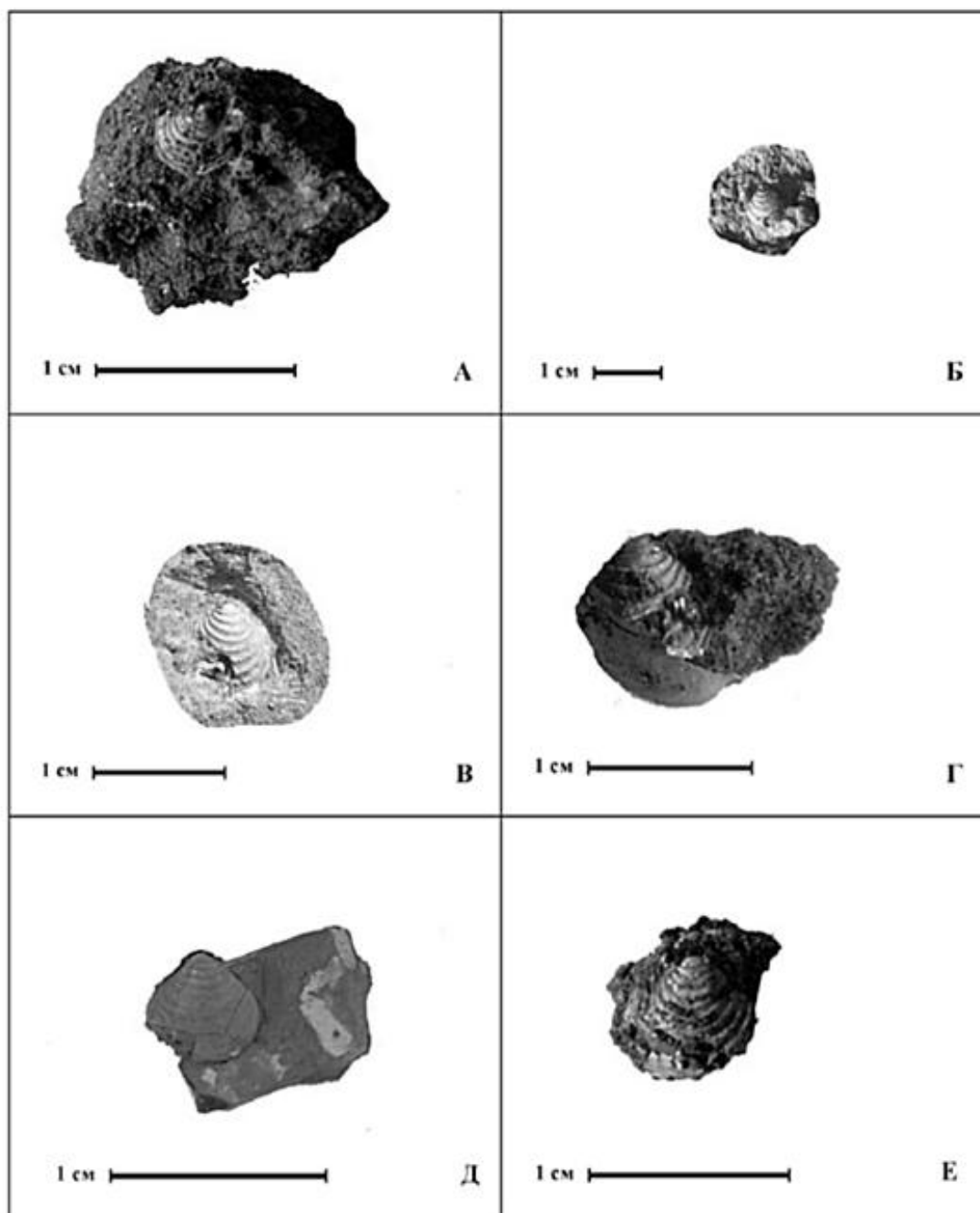


Рисунок – Представители родов *Astarte* Sowerby, 1816 и *Trautsholdia* Cox, Arkell, 1948

А – *Trautsholdia gibba* (Gerasimov), скв. Лельчицкая 22 УБ, интервал 113–116,7 м., гл. 115,4 м, коллекция БелНИГРИ, г. Минск, Беларусь, келловей; Б – *Trautsholdia gibba* Gerasimov, скв. Гомельская 792, интервал 283–288 м слой 2, коллекция БелНИГРИ обр. № 35, г. Минск, Беларусь, келловей (? средний келловей); В – *Astarte* sp. indet., скв. Костюковичи 4, интервал 135,0–136,0 м, коллекция 6963 обр. № 35 ВСЕГЕИ, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, келловей; Г – *Trautsholdia gibba* (Gerasimov), скв. Лельчицкая 22 УБ, интервал 113–116,7 м., коллекция БелНИГРИ, г. Минск, Беларусь, келловей; Д – *Astarte* sp. indet., скв. Костюковичи 4, глубина 156,1 м, коллекция 6963 обр. № 32 ВСЕГЕИ, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, келловей; Е – *Trautsholdia gibba* (Gerasimov), скв. Лельчицкая 22 УБ, интервал 113–116,7 м, коллекция БелНИГРИ, г. Минск, Беларусь, келловей

В Беларуси встречается, как и в Европе в средней-верхней юре.

Соотношение LS (длины раковины) и WS (ширины раковины) и их показатели следующие: у рода *Astarte* Sowerby соотношение близко к 1 (0,98–1), в то время как у представителей рода *Trautsholdia* Cox, Arkell параметры соотношений имеют широкий диапазон от 0,87–1,08 (табл.).

Таблица – Соотношение параметров длины раковин родов *Astarte* Sowerby, 1816 и *Trautscholdia* Cox, Arkell, 1948 и ширины раковин

Параметр	Экз. А	Экз. Б	Экз. В	Экз. Г	Экз. Д	Экз. Е
LS	0,36	0,68	0,69	0,52	0,52	0,54
WS	0,39	0,63	0,69	0,6	0,53	0,58
LS\WS	0,92	1,08	1	0,87	0,98	0,93

Как показывают морфологические наблюдения в коллекции Astartidae присутствует несколько видов, однако количество ископаемого материала не достаточно для определения и морфологических и морфометрических сравнений.

Аналогичные по виду формы моллюсков находят в Крыму. При ближайшем сравнении было установлено, что крымские образцы относятся к семейству Inoceramidae Giebel, 1852. Раковины у Astartidae и Inoceramidae неравносторонние с прозогирными макушками. У Inoceramidae присутствует небольшое переднее ушко, но часто встречаются экземпляры, где оно отсутствует. Скульптуры раковин обоих семейств концентрические, но у Inoceramidae присутствует радиальная или сочетание двух скульптур. У Astartidae замок из двух кординальных зубов, но иногда некоторые зубы могут отсутствовать, связка находится в погруженном желобке. Замок у Inoceramidae, как правило беззубый, внутренняя поверхность раковины перламутровая.

Находки Inoceramus приурочены к верхней юре на востоке Восточно-Европейской равнине, на юге представители этого рода встречаются с нижней юры.

При палеогеографическом картографировании чаще всего используется экологически анализ малакологических сообществ, что позволяет восстанавливать палеогеографическую обстановку для акватории [1, 2]. Многие параметры среды, такие как температура, направление течений, батиметрия могут быть уточнены, используя фауну моллюсков. На полученную основу возможно нанесение палеобиогеографической ситуации (границы областей, районов и т. д.). При наличии серии карт, возможно проследить динамику палеогеографических событий. Представители Astartidae позволяют детализировать положение береговой линии, однако их применение в палеогеографическом картографировании ограничивается литоралью и сублиторалью. При исследованиях разновременных интервалов наблюдается экологическая борьба комплексов Astartidae, что вносит коррективы в палеогеографические реконструкции [3].

Необходимо отметить, что Astartidae совместно с комплексом фауны в пределах одной или нескольких фаций, являются прекрасными стратиграфическими реперами. На территории Беларуси аstartиды охватывают интервал келловей-окфорд.

Выводы. Впервые для территории Беларуси установлены представители рода *Trautscholdia* Cox, Arkell, 1948. Миграция Astartidae происходило из Европы в Беларусь и далее в регионы Европейской части Astartidae, возможно только для зоны литорали и сублиторали. Astartidae их монографическое описание и всестороннее изучение.

1. Славин В. И., Ясаманов Н. А. Методы палеогеографических исследований. М.: Недра, 1982. 255 с.
2. Основы общей палеогеографии / Под общей ред. Е. В. Рухиной. Л.: ГНИ НИГЛ, 1962. 628 с.
3. Двустворчатые моллюски России и сопредельных стран в фанерозое / Л. А. Невеская [и др.] (Тр. ПИН РАН. Т. 294). М.: Научный мир, 2013. 524 с.

УДК 553.04.(476)

ВКЛАД В. А. МОСКВИЧА В РАЗВИТИЕ БЕЛОРУССКОЙ ГЕОЛОГИИ

Л. И. Мурашко

Белорусский государственный университет, географический факультет, пр. Независимости 4,
220030 Минск, Республика Беларусь; laris@tut.by

В плеяде выдающихся белорусских геологов заслуженно почётное место занимает *Виталий Андреевич Москвич* (1947–2002) – горный инженер-нефтяник, доктор геолого-минералогических наук, чл.-корр. Международной инженерной академии, лауреат премий НАН Беларуси и Сибирского отде-

ления РАН им. акад. В. А. Коптюга, создатель и генеральный директор НИГРУП «БЕЛГЕО». За этими титулами стоит незаурядный, невероятно талантливый человек с огромной эрудицией, генератор научных идей, способный увлечь ими окружающих и повести за собой, благодаря высокому интеллекту, интеллигентности, общительности, большому человеческому обаянию.

В Беларусь Виталий Андреевич приехал в 1967 г. после окончания Сахалинского нефтяного техникума. Вначале он работал в Светлогорском управлении буровых работ ПО «Белоруснефть», после окончания Московского института нефтехимической и газовой промышленности им. И. М. Губкина – в Гомельском отделе Государственного научно-исследовательского и проектного института нефтяной промышленности, затем в г. Минске – в Институте геохимии и геофизики АН БССР и БЕЛГЕО. Шаг за шагом, часто меняя место работы, Виталий Андреевич прошел один из самых продуктивных алгоритмов профессионального роста. От техника, решающего узкие производственные задачи, до члена-корреспондента международной академии, способного выявлять закономерности и делать научные обобщения, как в отраслевой, так и в академической науке. От исполнителя до генерального директора крупного предприятия. За неполные 35 лет работы В. А. Москвичу удалось многое сделать для развития белорусской геологии.

Прежде всего, стоит отметить его научные результаты в геологии нефти и газа. В. А. Москвич стремился исследовать наиболее актуальные и наименее изученные проблемы нефтяной геологии, изучал особенности строения региональных разломов Припятского прогиба с точки зрения их роли в формировании ловушек углеводородов, выявил взаимосвязь между тектоническими движениями и условиями рифогенной карбонатной седиментации, разработал методику изучения тектонических микродеформаций в ориентированном керне, установил закономерности сочетания макро- и микродеформаций в крыльях региональных конседиментационных разломов и раздвижение межсолевой толщи верхнего девона в зоне таких разломов. В 1984 г. вышла из печати (в соавторстве с А. С. Махначом, С. А. Кручиком и И. И. Урьевым) монография «Органогенные постройки девона Белоруссии», признанная лучшей монографией Института геохимии и геофизики за 1983–1984 гг. Роль кабинетного ученого, занимающегося фундаментальными теоретическими разработками и поиском закономерностей, была Виталию Андреевичу явно тесна. Он стремился расширить географию своих «нефтяных» интересов удалёнными структурами: Тимано-Печорской и Прикаспийской впадинами, Западно-Бенгальским бассейном и др. Результаты глобальных обобщений легли в основу докторской диссертации, которую он защитил в 1989 г., и монографии «Тектонические закономерности образования карбонатных формаций древних платформ», изданной годом позже. Виталий Андреевич всё делал очень быстро.

В. А. Москвич совместно с И. Д. Кудрявцом стояли у истоков нового по тем временам для Беларуси направления научных исследований – изучения геологического строения территории с помощью сейсмического зондирования. Их совместная монография «Сейсмогеология Припятского прогиба» вышла в свет в 1990 г. Авторами были разработаны литолого-сейсмостратиграфические критерии выделения стратиграфических подразделений в Припятском прогибе. Впоследствии этот метод был применён в Оршанской впадине, а в настоящее время успешно используется для всего платформенного чехла территории Беларуси.

Главными особенностями, которыми Виталий Андреевич выделяется среди известных белорусских геологов, являются непревзойденный организаторский талант и креативность. Ещё работая в Институте геохимии и геофизики, он организовал патентную службу, призванную защищать авторские права белорусских учёных-геологов, лично подготовил и подал на рассмотрение более 10 заявок и стал обладателем 5 авторских свидетельств об изобретении в области геологических наук.

Главной своей целью В. А. Москвич всегда считал практическое применение накопленного научного потенциала, оперативное внедрение научных разработок в производство. В 1990 г. он явился инициатором создания малого геологического предприятия, объединившего группу единомышленников, у которых на первых порах не было ничего, кроме энтузиазма, знаний и желания работать. В короткий срок это предприятие превратилось в крупный современный производственно-исследовательский центр – НИГРУП «БЕЛГЕО» (впоследствии ГП «БЕЛГЕО»), неизменным директором которого Виталий Андреевич оставался до конца своих дней. Предприятие создавалось как инкубатор идей в области геологии, и ключевым фактором менеджмента, обеспечивающим реализацию инноваций, было уважение и доверие к специалистам, создание условий для их плодотворной творческой работы. Трудиться в БЕЛГЕО было почётно и очень комфортно, на нас не давили бюрократиче-

ские препоны, не надо было тратить время на обычные во многих организациях поиски приборов, оборудования, реактивов, и т. п. Организацией труда полностью занимались подготовленные для этого люди и администрация. Деятельность Виталия Андреевича не ограничилась нефтяной тематикой. Здесь проявился государственный размах его амбиций – геологоразведочные работы на калийные соли и другие неметаллические полезные ископаемые, россыпи золота, цветных и благородных металлов; разработка методик обогащения железистых кварцитов, глауконита и других видов минерального сырья; проблемы водозащиты горных выработок и безотходной добычи полезных ископаемых с максимальным извлечением попутных компонентов, природоохранные мероприятия. Круг интересов, особенно на первых порах, затрагивал и нетрадиционные виды полезных ископаемых: кремль, алмазы, уран, карналлит, глауконит, угли юрского возраста, мореный дуб, янтарь. Не все инициативы были материально эффективными, но неизменно все они имели ценный научный результат.

В рамках БЕЛГЕО были реализованы многие социально и художественно значимые проекты. Предприятие оказывало разнообразные услуги организациям и населению: бурение скважин на воду и водопонижение, строительство глубинных заземлений, составление зон санитарной охраны артезианских скважин, инженерно-геологические, инженерно-геодезические изыскания для строительства, обработка камня для памятников и других форм ландшафтной архитектуры. Целая отрасль художественного промысла возникла, развивалась (даже в самые трудные экономические времена) и сохранилась до настоящего времени благодаря надёжной защите крупного предприятия. Речь идёт о картинах из натурального камня. Они украшают интерьеры административных и рабочих кабинетов, деканатов, жилых помещений не только в Беларуси, но и по всему миру, прославляя белорусских мастеров. Это исключительно ручная работа высококвалифицированных художников. В качестве красок они применяют измельченные до состояния порошков цветные поделочные камни: азурит, амазонит, глауконит, лазурит, малахит, опал, родонит, чароит, янтарь, яшма и др.

На протяжении всей своей активной творческой деятельности Виталий Андреевич оставался оптимистом, жизнелюбом, доброжелательным человеком. Он охотно делился с коллегами своими познаниями и впечатлениями, особенно после длительных командировок в Индию и африканские страны. Не являясь минералогом, он, тем не менее, научил нас (меня и моих коллег С. Л. Шиманович и Т. Е. Колосову) определять качество драгоценных минералов и поделочных камней. На примерах показал, как различить натуральный, культивированный и искусственный жемчуг, естественные и искусно облагороженные индийскими умельцами самоцветы. Показал, как в шлихе распознать алмаз и индикаторы алмазности пироп и пикроильменит. Ознакомил с неизвестной ещё в республике оригинальной методикой получения ультратяжёлого концентрата, что пригодилось в дальнейшем для получения монофракций золота и платиноидов (эту методику он позаимствовал у архангельских специалистов СЕВГЕО). Виталий Андреевич стремился экспортировать услуги БЕЛГЕО в другие страны. Наши коллеги знакомились с геологией других материков, они привозили образцы из африканских стран, Монголии. Выполняя минералогический анализ таких проб, мы повышали свою квалификацию и расширяли научный кругозор. Очевидно, многие сотрудники ИГиГ и БЕЛГЕО могут многое вспомнить, чему они научились у Виталия Андреевича. Роль популяризатора знаний и умений – тоже несомненный вклад В. А. Москвича в развитие белорусской геологии.

Заслуживает уважения смелость и неудержимая активность гражданской позиции В. А. Москвича, его стремление быть причастным к государственным делам. Как многого он добился в такой короткий жизненный срок. Виталий Андреевич Москвич ушел из жизни в 55 лет. Семья и коллеги, сколько могли, поддерживали и развивали его начинания. В 2009 г. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь определило ГП «БЕЛГЕО» как главную организацию в республике по разработке технологий добычи, обогащения и переработки полезных ископаемых [1]. Материалы исследований опубликованы в трёх сборниках научных трудов БЕЛГЕО. Они издавались к юбилейным датам: к 15- и 20-летию ГП «БЕЛГЕО» (2005 и 2010 гг.), к 60-летию со дня рождения Виталия Андреевича Москвича (2007 г.).

1. Геология, поиски и освоение месторождений полезных ископаемых Беларуси. Мн.: ГП «БЕЛГЕО», 2010. Вып. 3. 226 с.

К ВОПРОСУ О ПАЛИНОСТРАТИГРАФИИ НИЖНЕДЕВОНСКИХ (ЭМССКИХ) ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ

В. Ю. Обуховская

Филиал «Институт геологии» Государственного предприятия «НПЦ по геологии», ул. Академика Купровича 7,
220141 Минск, Республика Беларусь; veronikaobukhovskaya@yandex.ru

К эмсскому ярусу, к самой верхней его части, соответствующей верхнеэмсскому подъярусу, отнесены отложения витебского горизонта юго-восточной части Беларуси, охватывающие территорию Жлобинской седловины, Северо-Припятского плеча и Бобруйского погребённого выступа [5, 3].

В частности, на Жлобинской седловине горизонт представлен песчано-глинисто-доломитовой толщей, выделяющейся как местная *витебская свита*. Мощность горизонта составляет 27,5–30,6 м, что несколько меньше мощности одновозрастных и фациально сходных образований витебского горизонта, развитых в Оршанской впадине [2]. По литологическим особенностям витебский горизонт подразделяется на *обольские* и *лепельские* слои. *Обольские* слои сложены в основании разнотекстурными, неравномерно глинистыми песчаниками с доломитовым цементом, с включениями редких мелких оолитов, отдельных крупных, окатанных зёрен кварца, с прослойками зелёных, известковистых глин, алевролита, реже – доломита желтовато-серого пелитоморфного, с реликтами слоевищ строматолитов и с тонкими пропластками обогащённых органикой коричневых глин по плоскостям наслоения. Залегающие выше *лепельские* слои характеризуются относительно отчётливой ритмичностью. Например, в скв. Рогачёвская 736 выделяется 7 мелких ритмов, в основании которых залегают песчаники (0,1–0,4 м) светло-зеленовато-серые, преимущественно мелкозернистые, с доломитовым цементом, иногда с включениями галек зеленоватой глины. Песчаники сменяются глинами (0,1–2,5 см) серыми и зеленовато-серыми тонкослоистыми, доломитовыми и залегающими выше вторичными доломитами. Мощность прослоев доломита постепенно увеличивается к кровле горизонта от 0,1 до 1,4 м. Доломиты светло-серые до белого, пелитоморфные и скрытокристаллические, реже глинистые, прослоями водорослевые (пластовые и желваковые строматолиты), иногда мелкопористые, возможно, по выщелоченным оолитам. На плоскостях наслоения отмечаются скопления тёмно-коричневой органики. Верхняя часть лепельских слоёв представлена мергелем с прослоями глин, алевролитов, песчаников и доломитов. В породах отмечаются трещины усыхания, иногда – кавернозность.

По-видимому, такое трёхчленное строение витебского горизонта отражает полный трансгрессивно-регрессивный цикл осадконакопления, соответствующий развитию морской трансгрессии. При этом обольские слои, опесчаненные и варьирующие по мощности с чисто условной верхней границей, являются базальной частью этого цикла.

На Северо-Припятском плече отложения витебского горизонта, охарактеризованные керном в скв. Борецкая 2 (инт. 975,0–981,4 м), представлены в основании песчаником зеленовато-серым, грубозернистым, преимущественно кварцевым, с гнездами зеленовато-серой глины; выше – переслаиванием зеленовато-серых глин и глинистых песчаников с тонкими прослойками доломитов, в средней части строматолитовых и желваковидных, в кровле – глиной тёмно-зеленовато-серой, некарбонатной, плитчатой, с песчаным материалом по плоскостям наслоения, с мелкими раковинами лингул.

В разрезе скв. Осиповичская 6, пробуренной на сопредельном со Жлобинской седловиной Бобруйском погребённом выступе, в отложениях лепельских слоёв присутствуют остракоды *Cavellina (Invisibilla) indicens* Zasp. (определения Э. К. Демиденко) и ихтиофауна *Diadsomaspis* cf. *remscheidensis* Gross, определённая Д. П. Плаксом [4].

Отложения витебского горизонта соответствует местной палинозоне (лоне) *Rhabdosporites mirus* – *Gneudnasporea divellomedia*, впервые выделенной автором в 2003 г. [2]. Стратотип зоны находится в разрезе скв. Бердыж (ЖТ-1) (инт. 403,6–431,0 м), парастратотип – в скв. Рогачёвская 736 (инт. 284,4–315,0 м). Виды-индексы появляются на нижней границе витебского горизонта, что, возможно, обусловлено наличием крупного стратиграфического перерыва на данном уровне. *Rhabdosporites mirus* Archang. присутствует в миоспоровых ассоциациях лоны постоянно в количестве от 1,5 до 10 % и очень редко в низах более молодых отложений. *Gneudnasporea divellomedia* (Tschibrikova) Balme, встречаясь в миоспоровых ассоциациях в количестве от 0,5 до 4 %, практически исчезает на верхней

границе витебского горизонта. При этом, как *G. divellomedia*, так *R. mirus*, являются видами, унаследованными от более древних миоспоровых ассоциаций. В центральных районах Польши *G. divellomedia* и *R. minutus* Turnau (= *R. mirus* Archangelskaya) встречаются как в отложениях верхнего, так и нижнего эмса [9, 7].

Руководящими для витебского горизонта, помимо видов-индексов, являются: *Diaphanospora impolita* (Tschibrikova) Archangelskaya, *Lanatisporites hispidus* Archangelskaya, *Ancyrospora* aff. *nettershcheimensis* Riegel, *Grandispora douglastownense* McGregor, *Punctatisporites tortuosus* (Tschibrikova) Archangelskaya, *Stenozonotriletes incessus* Allen, *Emphanisporites rotatus* McGregor, *E. neglectus* McGregor, *Retusotriletes actinomorphus* Tschibrikova, *Dibolisporites capitellatus* (Tschibrikova) Archangelskaya. Численность каждого из них, как правило, ограничена 0,5–1,5 %. Несколько более многочисленны (до 3 % от общего числа миоспор): *Calyptosporites tener* (Tschibrikova) Obuchovskaya, *C. tener* (Tschibrikova) Obuchovskaya var. *concinus* Tschibrikova, *Dibolisporites radiatus* Tiwari et Schaarschmidt, *D. triangulatus* Tiwari et Schaarschmidt, *Grandispora parviconica* (Kedo) Obuchovskaya. Абсолютно преобладают в миоспоровых ассоциациях зоны *mirus* – *divellomedia* представители родов *Dibolisporites*, *Apiculiretusispora*, *Retusotriletes*, все виды которых продолжают свое существование в залегающих выше отложениях.

Миоспоровый комплекс зоны *R. mirus* – *G. divellomedia* установлен в разрезах ряда скважин Жлобинской седловины: Мадора 643 (инт. 294–317,7 м), Мадора 683 (инт. 271,3–280,0 м), Рогачёвская 736 (инт. 303,6–311,6 м), Еленецкая 732 (инт. 252,5–267,7 м), Серебreno 724 (инт. 293,0–297,0 м), Княжино 710 (инт. 297,0–333,0 м) и др. и Бобруйского погребённого выступа: Глуша 46 (инт. 86,4–90,8 м), Осиповичская 1 (инт. 170,6–184,0 м), Осиповичская 4 (инт. 112,0–145,0 м) и др.

Состав руководящих и преобладающих видов позволяет сопоставлять зону *R. mirus* – *G. divellomedia* с зоной *Diaphanospora inassueta* и, соответственно, витебский горизонт с большей нижней частью ряжского горизонта центральных районов и койвенскими-нижнебийскими отложениями восточных регионов Восточно-Европейской платформы) [1, 6]. Следует отметить, что вид *Diaphanospora inassueta*, не встреченный пока в миоспоровых ассоциациях Жлобинской седловины и Северо-Припятского плеча, присутствует единично в миоспоровых ассоциациях витебского горизонта в северной части Припятского прогиба.

Относительно уверенно зона *R. mirus* – *G. divellomedia* сопоставляется с зоной *Grandispora douglastownense* – *Ancyrospora europterota*, установленной в отложениях верхнего эмса и, вероятно, самого нижнего эйфеля Западной Европы [7–9]. Общими являются виды: *Gneudnaspora divellomedia* (Tschibrikova) Balme, *R. minutus* Turnau (= *R. mirus* Archangelskaya), *Dibolisporites echinaceus* Richardson, *Ancyrospora* aff. *nettershcheimensis* Riegel, *Dibolisporites capitellatus* (Tschibrikova) Archangelskaya и др.

Полученные результаты изучения миоспор и акритарх отложений витебского горизонта эмского яруса нижнего девона Жлобинской седловины, Северо-Припятского плеча и Бобруйского погребённого выступа дополняют палеонтологическую характеристику этой части разреза девонской системы Беларуси. Присутствие одних и тех же руководящих видов миоспор в разнофациальных отложениях данного горизонта, как и в других стратиграфических подразделениях девона исследуемой территории, имеет *первостепенное* значение для определения возраста пород, расчленения и корреляции разрезов скважин как на региональном, так и межрегиональном уровнях, а также для сопоставления выделенных стратиграфических подразделений с одновозрастными отложениями сопредельных стран Восточной и Западной Европы.

1. Архангельская А. Д. Споры из отложений нижнего и среднего девона Русской плиты // Атлас спор и пыльцы нефтегазоносных толщ фанерозоя Русской и Туранской плит. М.: ВНИГНИ, 1985. С. 32–79.

2. Обуховская В. Ю. Палинологическая характеристика витебского горизонта // Стратиграфия и палеонтология геологических формаций Беларуси: матер. междунаrod. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. А. В. Фурсенко, 30–31 янв. 2003 г., г. Минск. Мн.: ИГН НАН Беларуси, 2003. С. 232–238.

3. Обуховская Т. Г., Кручек С. А., Пушкин В. И. и др. Девонская система // Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси: Объяснительная записка. Мн.: ГП «БелНИГРИ», 2010. С. 98–114.

4. Плас Д. П. Позднемсская ихтиофауна Беларуси // Биосферные события и история органического мира: Тезисы докладов LIV сессии Палеонтологического общества при РАН (7–11 апр. 2008 г., Санкт-Петербург). СПб.: ВСЕГЕИ, 2008. С. 136–137.

5. Решения Межведомственного регионального стратиграфического совещания по среднему и верхнему палеозою Русской платформы с региональными стратиграфическими схемами (г. Ленинград, 1988). Девонская система. Л.: ВСЕГЕИ, 1990. 60 с. + 9 схем.

6. Родионова Г. Д., Умнова В. Т., Кононова Л. И. и др. Девон Воронежской антеклизы и Московской синеклизы. М.: Изд-во Воронеж. ун-та, 1995. 265 с.
7. Filipiak P. Palynology of the Lower and Middle Devonian deposits in southern and central Poland // Rev. Palaeobotany and Palynology. 2011. Vol. 166. P. 213–252.
8. Richardson J. B., McGregor D. C. Silurian and Devonian spore zones of the Old Red Sandstone and adjacent regions // Bull. Geol. Surv. Canada. 1986. 364 p.
9. Turnau E. Poziomy sporowe w formacjach Dewońskich rejonu Pionek (Polska Centralna) // Annales Societatis Geologorum Poloniae Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego. Kraków, 1985. S. 355–374.

УДК 551.1

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОД В ЮЖНОЙ ЧАСТИ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА

А. Ю. Озерский, В. А. Караулов

ОАО «Красноярская горно-геологическая компания», ул. К. Маркса 62,
660049 Красноярск, Российская Федерация; oaju@krasgeo.ru

В 2009–2012 гг. ОАО «Красноярская горно-геологическая компания» (ОАО «Красноярскгеология») принимало участие в комплексном геологическом изучении Енисейского участка, выбранного специалистами Росатома для подземного строительства объекта окончательной изоляции радиоактивных отходов (РАО) в южной (Ангаро-Канской) части Енисейского кряжа. С точки зрения современной геодинамики Ангаро-Канская часть Енисейского кряжа представляет микроконтинент, аккреция которого к Сибирскому кратону произошла в позднем докембрии (в байкальскую эпоху) [3]. В составе этой структуры преобладают кристаллические породы, представляющие интерес для окончательной изоляции РАО (рис.). Стабильное состояние этого блока земной коры, его низкая сейсмичность, высокие прочностные свойства кристаллических пород и их низкая проницаемость создают условия для безопасного размещения радиоактивных отходов.

В 2005 г. наиболее перспективным был признан участок «Енисейский», который относится к раннеархейскому гранулитовому комплексу, обрамляющему Нижне-Канский массив. Участок расположен северо-восточнее Красноярска, в 4–5 км от р. Енисей, в пределах территории закрытого административно-территориального образования (ЗАТО) г. Железногорска.

Результаты геологоразведочных работ на участке прошли государственную экспертизу в Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых (ГКЗ Роснедра). Экспертиза Роснедр признала участок недр соответствующим национальным и международным требованиям безопасности и пригодным для строительства подземного сооружения. Важную роль в достижении этого положительного результата сыграли результаты гидрогеологических исследований.

Гидрогеологические критерии безопасности глубинного захоронения РАО занимают важное место в действующих федеральных нормах и правилах НП-055-14 [5]. Они устанавливают к гидрогеологическим условиям специальные принципы, критерии и основные требования безопасности при захоронении РАО в глубокие геологические формации. Согласно НП-055-14 «в пределах рабочей толщи не должно содержаться линз рассолов, пластов проницаемых пород; массив горных пород не должен содержать водоносных горизонтов, линз подземных вод или трещиноватых зон, по которым возможны водопиток в горные выработки и их затопление».

Методы изучения участка недр включали бурение 10 разведочных скважин до глубины 700 м, 4 гидрогеологических скважин, глубиной по 200 м, геофизический каротаж, поинтервальные (через 50 м) опытно-фильтрационные работы в скважинах, отбор монолитов горных пород, литогеохимических проб и проб воды.

Поинтервальные опытно-фильтрационные работы в разведочных скважинах проводились приблизительно через каждые 50 м. Всего было выполнено 129 опытов, а после анализа и отбраковки результатов опытно-фильтрационных работ было получено 125 достоверных определения коэффициента фильтрации. До глубины 150 м пробные откачки проводились традиционным способом с использованием погружного насоса ЭЦВ-4 с измерениями дебита, понижения и восстановления уровня.

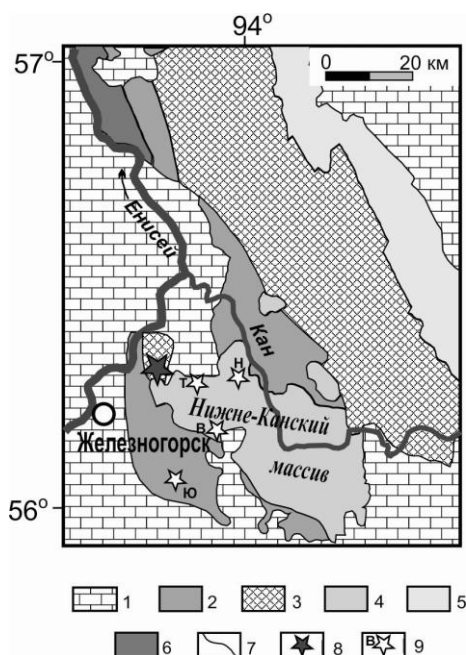


Рисунок – Схема кристаллических пород южной части Енисейского кряжа (по материалам [1, 3])

1 – осадочные отложения (KZ, MZ, PZ). 2–3 – Метаморфические комплексы кристаллических пород: 2 – енисейский амфиболитовый (AR₂), 3 – канский гранулитовый (AR₁). 4–6 гранитоидные комплексы: 4 – нижнеканский (PZ₁), 5 – таракский (PR₁). 6 – офиолитовый и островодужный предивинский комплекс, амфиболиты и метавулканииты (R-V). 7 – границы комплексов пород. 8 – Енисейский участок. 9 – Участки, изучавшиеся для подземного захоронения РАО (Т – Тельский, Н – Нижнеитатский, В – Верхнеитатский, Ю – Южный)

Для испытаний практически безводных более глубоких интервалов выполнялось экспресс-опробование тартанием желонкой через колонну бурильных труб. Изоляция опробуемого интервала создавалась двумя пакерами, между которыми размещался фильтр. После тартания желонкой выполнялись наблюдения за восстановлением уровня. Для получения данных о пьезопроводности массива пород были выполнены опытные откачки на специально подготовленных двух гидрогеологических кустах. Расчёты фильтрационных параметров выполнялись по графикам временного прослеживания.

Расчёты показали, что вычисленные значения коэффициентов фильтрации по восстановлению уровня в некоторых интервалах не соответствуют величине удельного дебита, который в изучавшихся практически неводоносных породах представляется наиболее объективным показателем фильтрационных свойств пород. В условиях участка, используя величину удельного дебита, можно вычислить значение водопроницаемости по известной упрощенной формуле Дюпюи, которая в условиях участка имеет вид [4]:

$$km \approx 26q,$$

где km – водопроницаемость, $m^2 \cdot \text{сут}^{-1}$, 26 – полученный авторами эмпирический коэффициент, q – удельный дебит, $л \cdot c^{-1} \cdot m^{-1}$.

В дополнение к полевым, проницаемость пород изучалась также лабораторными методами. В 32 образцах из керна скважин были изучены открытая пористость и газопроницаемость.

Геолого-структурные особенности. Массив образован интенсивно складчатыми нижнеархейскими гнейсами, пронизанными дайками долеритов и габбро-диабазов. Гнейсы формируют около $4/5$ геологического разреза. Дайки долеритов в современном виде представлены глубоко метаморфизованными, породами, зачастую превращенными в ортоамфиболиты. Гнейсы вместе с секущими их дайками слагают фрагмент северо-восточного крыла крупной куполообразной гнейсовой структуры, которая разбита разрывными нарушениями на крупные тектонические блоки. Трещиноватость в массиве развита слабо, причём большинство трещин сцементировано продуктами метасоматоза и жильными образованиями. Мощность зоны открытой трещиноватости пород в изученной части массива не превышает 100 м, а ниже по разрезу трещиноватость пород незначительна.

С поверхности участок перекрыт сплошным чехлом четвертичных элювиально-делювиальных отложений, средней мощностью 15,6 м (до 41,3 м). Покровные отложения в основном слабопроницаемы, не играют существенной роли в обводнении массива и ниже не рассматриваются.

Геофильтрационная среда. Специфической особенностью изученного массива является преобладание в нём формально водонепроницаемых пород, к которым, согласно ГОСТ 25100-2011 [2], относятся породы с коэффициентами фильтрации до $0,005 \text{ м} \cdot \text{сут}^{-1}$. Однако, глубже зоны аэрации все породы содержат небольшое количество гравитационной воды, способной к фильтрации.

В зоне насыщения массива по условиям обводнённости, распространения и движения подземных вод авторами выделены два гидрогеологических подразделения: 1) локально слабоводоносная водонепроницаемая зона экзогенной трещиноватости раннеархейских пород, распространенная до глубин 80–200 м; 2) водонепроницаемая зона раннеархейских пород.

Первая (верхняя) зона характеризуется наличием в общей водонепроницаемой толще слабодоносных линз и зон, приуроченных как правило к эрозионным врезам. На локальных участках распространения слабодоносных пород первая зона практически не отличается от водоносных зон трещиноватости, распространённых в других гидрогеологических массивах и, в основном, соответствует классическим представлениям. Проницаемость верхней зоны несколько выше, чем у глубоко залегающих пород, средний коэффициент фильтрации здесь равен 0,0025 м/сут, а водоотдача изменяется от 0,25 % до 1,6 %. В общем плане мощность первой зоны контролируется местным базисом дренирования.

Граница между верхней и нижней зонами нечёткая и характеризуется постепенным уменьшением проницаемости с глубиной. Средний коэффициент фильтрации непосредственно ниже верхней зоны равен 0,0018 м · сут⁻¹.

Полная стабилизация геофильтрационного поля происходит ниже регионального базиса эрозии (абсолютной отметки уровня русла р. Енисейя, 120 м). Здесь среднее значение коэффициента фильтрации составляет 0,0007 м · сут⁻¹ (медиана – 0,0004 м · сут⁻¹), а проницаемость, превышающая 0,005 м · сут⁻¹, вообще не встречается [6].

Геофильтрационная среда второй зоны достаточно разнообразна, однако проницаемость отдельных её интервалов преимущественно обусловлена преобладающей ролью одного из видов коллекторов, по мере их значимости в общей водопрпускной способности. По результатам испытаний можно выделить следующие типы коллекторов:

Нанопоровый, с коэффициентами фильтрации порядка $n \cdot 10^{-5}$ – $n \cdot 10^{-6}$ м · сут⁻¹, характерный для монолитных нетрещиноватых пород, проницаемость которых по-видимому обусловлена межзерновыми интерстициями.

Нанотрещинный, с коэффициентами фильтрации порядка $n \cdot 10^{-4}$ м · сут⁻¹, связанный с экзогенными трещинами и трещиноватостью, обусловленной напряжённым состоянием массива.

Микротрещинно-жильный, с коэффициентами фильтрации порядка $n \cdot 10^{-3}$ м · сут⁻¹ и выше, обусловленный развитием трещин выветривания, распространенным по отдельным контактам долеритов и гнейсов и по редким тектоническим разрывам.

Таблица – Средние открытая пористость и проницаемость в образцах архейских пород

Породы, количество анализов	Открытая пористость, %	Газопроницаемость, м ² / коэффициент фильтрации, м · сут ⁻¹	
		Параллельно полосчатости	Перпенд. полосчатости
Гнейсы, n = 24	0,35	$2 \cdot 10^{-17} / 1,2 \cdot 10^{-5}$	$1,4 \cdot 10^{-17} / 8,3 \cdot 10^{-6}$
Метадолериты, n = 8	0,25	$9,2 \cdot 10^{-18} / 5,4 \cdot 10^{-6}$	$9,2 \cdot 10^{-18} / 5,4 \cdot 10^{-6}$

Нанопоровый коллектор выявлен лабораторными испытаниями керна, при этом он не проявляется при фильтрационных испытаниях из-за крайне низкой проницаемости (табл.).

При такой крайне низкой проницаемости монолитные породы способны пропускать через себя воду только под действием достаточно больших перепадов давлений, превышающих 1 МПа. Это находит подтверждение в результатах фильтрационных испытаний отдельных монолитных интервалов, в которых другие коллекторы отсутствовали. После снижения уровня в них на 100 и более метров, восстановление уровня составляло первые метры, после чего уровень стабилизировался и более не повышался.

Нанотрещинный тип коллекторов является преобладающим во всем изученном массиве. Опытнo-фильтрационные работы показали, что в пределах всего участка от его поверхности до изученной глубины 700 м преобладающими являются водонепроницаемые породы со средним коэффициентом фильтрации около 0,0007 м/сут, средней водопродовимостью 0,002 м²/сут и водоотдачей от 0,02 % до 0,4 %. При этом изученный участок недр не может рассматриваться как классический гидрогеологический массив трещинных вод, имеющий единую гидравлическую систему трещиноватости. Напро-

тив, в изученном массиве широко распространены разнонаправленные изменения уровней, достигающие десятков метров.

Микротрещинно-жильный тип коллекторов имеет крайне ограниченное распространение. При наличии такого коллектора в испытываемом интервале водопроницаемость отдельных интервалов обычно превышает $0,3 \text{ м}^2 \cdot \text{сут}^{-1}$.

Заключение. Архейские кристаллические метаморфические породами, которые формально считаются водонепроницаемыми, содержат очень небольшое количество гравитационных подземных вод, распространенных по меньшей мере до абсолютной глубины –350 м. Проницаемость архейских кристаллических пород обусловлена совместным действием нанопорового, нанотрещинного и микротрещинно-жильного коллекторов. Основной водонепроницаемый геофильтрационный фон гидрогеологического массива обусловлен преимущественно нанотрещинным коллектором, имеющим средний коэффициент фильтрации $0,0007 \text{ м} \cdot \text{сут}^{-1}$.

1. *Андерсон Е. Б., Белов С. В., Камнев Е. Н. и др.* Подземная изоляция радиоактивных отходов / Под ред. В. Н. Морозова. М.: Изд-во «Горная книга», 2011. 592 с.

2. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. Изд-е официальное. М.: МНТКС, 2011. 62 с.

3. *Ножкин А. Д.* Докембрий юго-западной окраины Сибирского кратона // Изв. Томского политехнического университета, 2009. Т. 314, № 1, С. 5–16.

4. *Озерский, А. Ю., Караулов В. А.* Гидрогеологические исследования при изысканиях для подземного строительства в пределах массива кристаллических пород в южной части Енисейского кряжа // Инж. изыскания. 2012. № 11. С. 52–59.

5. *Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Захоронение радиоактивных отходов. принципы, критерии и основные требования безопасности» (НП-055-14).* Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 22 авг. 2014 г. № 379. 26 с.

6. *Ozerskiy A., Karaulov V.* Hydrogeological conditions of the archaean crystalline rock massif in the southern part of the Yeniseyskiy Ridge (Siberian Craton) // 10th Int. Hydrogeol. Congress. Conf. Proc. Vol. 1. Thessaloniki, 2014. P. 597–603.

УДК 551.1/4

О СОЗДАНИИ АТЛАСА ОСАДОЧНЫХ ПОРОД ПЛАТФОРМЕННОГО ЧЕХЛА БЕЛАРУСИ

Н. С. Петрова¹, Н. Ю. Денисова²

¹ Белорусский государственный университет, географический факультет, пр. Независимости 4, 220030 Минск, Республика Беларусь; petrova@geology.org.by

² Филиал «Институт геологии» Государственного предприятия «НПЦ по геологии», ул. Академика Купревича 7, 220141 Минск, Республика Беларусь

В Беларуси, несмотря на проведенные и проводимые геологические исследования по детальной минералого-петрографической характеристике осадочных пород до настоящего времени отсутствует исчерпывающее пособие по структурным и текстурным особенностям, включающее необходимые характеристики и иллюстративный материал. Разнообразие генетических и морфологических структур и текстур, а также их сочетаний в осадочных породах определяет наличие в них достаточно сложных морфоструктурных особенностей. С этих позиций детальное и комплексное изучение, *как производное от условий формирования породы и как фактор*, определяющий её свойства, представляется очень важным и перспективным для познания закономерностей формирования различных типов осадочных формаций.

Петрографические исследования являются неотъемлемой частью литологического изучения практически любого масштаба и целеполагания. Изучение структур и текстур в самых разных аспектах является актуальным для многих отраслей геологического знания, в том числе это относится к исследованиям осадочных формаций.

Большинство научных работ в области наук о Земле базируется на трёх основных позициях, к которым относятся: *изучаемый объект, предмет исследований и используемая методика (включая средства)*. Естественно, что как последовательность, так и детальность их характеристики может быть любой и меняться в широком диапазоне, в зависимости от поставленных задач. В Атласе ключевое место отведено предмету исследований, которым является структурно-текстурная характеристика осадочных пород.

Изучение структур и текстур в самых разных аспектах является актуальным для многих отраслей геологического знания, в том числе для исследований осадочных формаций. Арсенал средств и методов изучения осадочных отложений весьма обширен и постоянно пополняется. Можно судить о трёх основных векторах совершенствования выполняемых работ. Это точные (прецизионные) исследования; работы «дистанционного» характера и моделирование геологических процессов. Констатируем, что для каждого из перечисленных векторов понятие «структура и текстура» является непреходяще значимым (актуальным). Значительно дифференцируясь по отводимой роли, практической значимости и другим параметрам, петрографические исследования являются неотъемлемой частью литологического изучения практически любого масштаба, независимо от цели исследований. Наиболее полную характеристику любых объектов дают систематические изображения их типичных представителей, изначально определяемые как Атласы. Реализация основной идеи опиралась на создание такой системы, которая будет учитывать приоритет структурно-вещественного подхода в оценке онтогенетической формулы формационного элемента. Предлагаемая базовая региональная классификация осадочно-породных образований по своему содержанию может служить базовой многоцелевой системой знаний, востребованной при проведении любых геологических исследований, основанных на сопоставимой геологической документации.

Фактически только осадочные породы, являющиеся главным носителем полезных ископаемых и выполняющие роль универсального связующего звена в формационном анализе, оказались не охваченными единой многоцелевой и достаточно развернутой классификацией или систематизацией. Это обстоятельство обусловлено многофакторностью осадочного процесса, незрелостью литологической науки и мировоззренческой позицией, базировавшейся на приоритете генетического знания.

Приступить к созданию региональной структурно-вещественной классификации осадочно-породных образований, которая по своему содержанию может служить базовой многоцелевой системой знаний, востребованной при проведении любых геологических исследований, возможно только на основании сопоставимой геологической документации. Подготовку такой систематики горных пород и их аналогов отличают следующие особенности: единый принцип деления осадочных пород по структурно-вещественному составу, учитывая минеральный (компонентный) состав и структурную композицию; структурно-вещественные классификации должны охватывать все осадочные образования: как их общую систему, так и каждую из групп, включая сочетание хомогенных (карбонатов, сульфата кальция) и терригенных (кластогенных) компонентов.

Считая региональную классификацию осадочных пород платформенного чехла Беларуси базовой многоцелевой информационной системой знаний, востребованной при проведении любых геологических исследований, основанных на сопоставимой геологической документации, была проведена инспекция шлифотеки для отбраковки объектов с достаточной степенью изученности химического и минерального состава и наиболее строго привязанного к положению на разрезах.

Учитывая достаточно большое разнообразие типов осадочных образований и механизмов их формирования необходимо использование единого принципа деления осадочных пород по структурно-вещественному составу, включая минеральный (компонентный) состав и структурную композицию. Структурно-вещественные классификации должны охватывать все осадочные образования, как их общую систему, так и каждую из групп, включая сочетание хомогенных (карбонатов, сульфата кальция) и терригенных (кластогенных) компонентов.

Терригенные и карбонатные, а также имеющие смешанный состав породы составляют основу нефтематеринских (нефтепроизводящих) пород межсолевых и подсолевых нефтегазоносных комплексов. Они достаточно разнообразны как по литолого-фациальным, так и по петрохимическим характеристикам, соответственно особенностям происхождения.

В основе построения Атласа *как особого вида научной продукции* лежат достаточно строгие требования к структурированности и систематизации материала в целях обеспечения максимальной легкости и быстроты при практическом использовании.

Атлас выполняет несколько функций, в том числе *классификационно-методологическую, сравнительно-диагностическую (атлас-определиТЕЛЬ) и верификационную*. По своему целевому назначению атлас является инструментом сравнения какого-либо образца с размещёнными в нём типовыми или эталонными изображениями.

Были определены две основные задачи: уточнение систематики осадочных пород и региональной классификации, а также выбор геологических объектов для исследования на основе систематизации первичного фактического геолого-геофизического материала.

Реализация основной идеи опирается на создание системы, учитывающей приоритет структурно-вещественного подхода в оценке онтогенетической формулы формационного элемента. Подбор объектов для включения в Атлас призван показать, какие структурные и текстурные особенности являются общими и характерными для всех осадочных формационных комплексов выбранной геологической структуры, опираясь на наиболее изученные и востребованные геологические структуры.

Основные принципы выбора объектов для подготовки Атласа структур и текстур осадочных пород: 1) степень изученности объекта; 2) мощность осадочного чехла; 3) стратиграфическое «разнообразие» разреза; 4) осадочные породы как индикаторы обстановок; 5) осадочные породы, используемые в качестве полезного ископаемого (неметаллические полезные ископаемые); 6) формационный спектр осадочного выполнения.

В основе подборки фактического материала положено литолого-фациальное районирование осадочного выполнения в пределах территории Припятского прогиба. Главным критерием районирования является принцип тектонического контроля фациальных обстановок разных этапов осадконакопления во внутриконтинентальном рифте. При этом использовано выделение в Припятском прогибе трёх ареалов структурных форм: Северного, Центрального и Южного. Несмотря на некоторую схематичность и условность принятого структурно-тектонического районирования нельзя отрицать, что оно осуществлено *на системном подходе с использованием этапности эволюционного развития структуры и структурно-формационного анализа.*

Принималось во внимание наличие материала и его представительность, так как не секрет, что не все элементы разреза по площади распространения охарактеризованы с одинаковой степенью изученности.

УДК 551.734.2 + 551.734.3; 567.42 (476)

ІХТЫЯФАЎНА З НІЖНЕ- І СЯРЭДНЕДЭВОНСКІХ АДКЛАДАЎ БЕЛАРУСКАЙ ЧАСТКІ БАЛТЫЙСКОЙ СІНЕКЛІЗЫ

Дз. П. Плакс

Беларускі нацыянальны тэхнічны ўніверсітэт, факультэт горнай справы і экалогіі, вул. Я. Коласа 14,
220013 Мінск, Рэспубліка Беларусь; agnatha@mail.ru

Балтыйская сінекліза размешчана пераважна за межамі Беларусі на тэрыторыі Балтыйскага мора, Літвы, Латвіі, Эстоніі, Калінінградскай вобласці Расіі, Польшчы, Даніі, часткова Швецыі і толькі сваёй паўднёвай часткай заходзіць на крайні паўночны захад тэрыторыі краіны [1]. Ніжне- і сярэднедэвонскія адклады, развітыя ў межах беларускай часткі Балтыйскай сінеклізы, прадстаўлены ўтварэннямі віцебскага гарызонту верхнеэмскага пад'яруса эмскага яруса ніжняга дэвону, адкладамі адраўскага гарызонту і ўтварэннямі асвейскага, гарадоцкага, касцюковіцкага гарызонтаў нараўскага надгарызонта эйфельскага яруса, а таксама пародамі полацкага гарызонту живецкага яруса сярэдняга дэвону [2]. Ніжняя мяжа віцебскага гарызонту ўсталёўваецца ў падэшве базальнага пясчаніка, які трансгрэсіўна з размывам залягае на адкладах рознага ўзросту (пратэразойскіх (?), кембрыіскіх, ардовікскіх, сілурыйскіх). Рэшткі іхтыяфаўны выяўлены ва ўсіх адкладах вышэйзгаданых рэгіянальных стратыграфічных падраздзяленнях ніжняга і сярэдняга дэвону дзякуючы раней праведзеным мэтанакіраваным палеаіхтыялагічным даследаванням керна свідравін, прасвідраваных у межах разгляданай тэрыторыі. Гэтыя даследаванні дазволілі атрымаць дастаткова багаты іхтыяфаўністычны матэрыял. Вывучэннем гэтага матэрыялу з пачатку 1980-х па канец 1990-х гг. актыўна заняліся Ю. Ю. Валюкавічус і В. М. Каратаютэ-Талімаа [3–9], а з пачатку 2000-х гг. – Дз. П. Плакс [10, 11 і інш.]. Ніжэй спынімся на разглядзе іхтыяфаўны з адкладаў ніжняга і сярэдняга дэвону больш дэталёва.

Рэшткі хрыбетных віцебскага гарызонту верхнеэмскага пад'яруса ніжняга дэвону ўстаноўлены ў свід. Браслаў-6 (гл. 290,0–328,0 м), Браслаў-7 (гл. 263,0–273,0 м), Купчэлі-325 (гл. 273,0–281,5 м),

Дубіна-319 (гл. 300,4–313,0 м) і примеркаваны да разназярністых пясчанікаў, алеўралітаў, глін і мергеляў. Яны прадстаўлены адзінкавымі адломкамі невызначальных пласцінак плакадэрм *Placodermi indet.*, шматлікімі разрозненымі лускамі акантодаў *Laliacanthus singularis* Kar.-Tal., *Nostolepis* sp., *Cheiracanthoides* sp., *Rhadinacanthus primaris* Valiuk., *Diplacanthus kleesmentae* Valiuk., *Ptychodictyon ancestralis* Valiuk., *Markacanthus parallelus* Valiuk., *Ectopacanthus flabellatus* Valiuk., *Cheiracanthus* sp., *C. brevicostatus* Gross, *C. gibbosus* Valiuk. і *Acanthoides* ? sp. Кіруючым відам ва ўказаным комплексе рыб з'яўляецца *Laliacanthus singularis* Kar.-Tal. Аднак гэты від можа сустракацца таксама і ў вышэй-залеглых адкладах адраўскага гарызонту эйфельскага яруса сярэдняга дэвону, для якіх ён сумесна з адкладамі віцебскага гарызонту з'яўляецца занальным. Некаторыя астатнія ўстаноўленыя віды акантодаў з'яўляюцца агульнымі для адраўска-віцебскага і раннеадраўскага комплексаў хрыбетных.

Шкілетныя рэшткі іхтыяфаўны адраўскага гарызонту эйфельскага яруса сярэдняга дэвону выяўлены ў тых жа самых свід. Браслаў-6 (гл. 285,0–290,0 м), Браслаў-7 (гл. 258,0–263,0 м), Купчэлі-325 (гл. 269,7–273,0 м) і Дубіна-319 (гл. 299,0–300,4 м). Яны выяўлены ў пясчаніках, глінах, гліністых даламітах і прадстаўлены дастаткова шматлікімі ізаляванымі лускамі акантодаў *Laliacanthus singularis* Kar.-Tal., *Rhadinacanthus primaris* Valiuk., *Ectopacanthus flabellatus* Valiuk., *Cheiracanthus brevicostatus* Gross, *C. gibbosus* Valiuk., *Acanthoides* ? sp. і рэдкімі дыскрэтнымі лускамі актынаптэрыгій *Cheirolepis* sp. Найбольш важнымі ў стратыграфічным дачыненні відамі з'яўляюцца *Laliacanthus singularis* Kar.-Tal., *Rhadinacanthus primaris* Valiuk., *Ectopacanthus flabellatus* Valiuk. *Cheiracanthus gibbosus* Valiuk., якія вышэй па разрэзе не ўстаноўлены. Віды *Cheiracanthus brevicostatus* Gross і *C. gibbosus* Valiuk., а таксама рады *Acanthoides* ? sp. і *Cheirolepis* sp. характарызуюцца шырокім вертыкальным распаўсюджваннем.

Рэшткі рыб асвейскага гарызонту нараўскага надгарызонта эйфельскага яруса сярэдняга дэвону ўстаноўлены ў свід. Браслаў-6 (гл. 259,0–285,0 м), Браслаў-7 (гл. 221,0–258,0 м) і примеркаваны да алеўралітаў, глін і даламітызаваных мергеляў. Яны прадстаўлены параўнальна нешматлікімі разрозненымі лускамі акантодаў *Cheiracanthoides* sp., *Cheiracanthus* sp., *C. brevicostatus* Gross, *C. crassus* Valiuk., *Acanthoides* ? sp. Ва ўказаным комплексе рыб часцей за ўсё прысутнічаюць лускі *Cheiracanthus* sp., *C. brevicostatus* Gross і *Acanthoides* ? sp. Лускі, астатніх таксонаў акантодаў сустракаюцца значна радзей. Устаноўленыя таксоны акантодаў маюць шырокае стратыграфічнае распаўсюджванне.

Бясківічныя і рыбы гарадоцкага гарызонту нараўскага надгарызонта эйфельскага яруса сярэдняга дэвону выяўлены ў свід. Браслаў-6 (гл. 201,0–259,0 м), Браслаў-7 (гл. 189,0–221,0 м), Купчэлі-325 (гл. 194,1–269,7 м) і Дубіна-319 (гл. 214,6–284,9 м). Іх шкілетныя элементы знойдзены ў глінах, мергелях, гліністых даламітах і даламітызаваных мергелях. Яны прадстаўлены дыскрэтнымі туберкуламі псамастэідных агнат *Psammosteiformes* gen. indet., шматлікімі ізаляванымі лускамі акантодаў *Rhadinacanthus longispinus* (Ag.) (верхняя частка гарызонту), *Ptychodictyon sulcatum* Gross (верхняя частка гарызонту), *P. rimosum* Gross, *Cheiracanthus longicostatus* Gross, *Acanthoides* ? sp., *Diplacanthus* ? sp., асобнымі зубамі струнііформных лопасцевапёрых рыб *Onychodontidae* gen. indet., адасобленымі лускамі астэалепідных саркаптэрыгій *Osteolepididae* gen. indet., адзінкавымі дыскрэтнымі лускамі актынаптэрыгій *Orvikuina* sp. Сярод таксонаў рыб у прыведзеным комплексе пераважаюць *Cheiracanthus longicostatus* Gross, *Acanthoides* ? sp., *Ptychodictyon rimosum* Gross і *Osteolepididae* gen. indet. Занальным відам для адкладаў гэтага гарызонту з'яўляецца *Ptychodictyon rimosum* Gross. Таксоны *Psammosteiformes* gen. indet., *Cheiracanthus longicostatus* Gross, *Acanthoides* ? sp., *Rhadinacanthus longispinus* (Ag.), *Onychodontidae* gen. indet., *Osteolepididae* gen. indet. і *Orvikuina* sp. маюць шырокае вертыкальнае распаўсюджванне.

Рэшткі іхтыяфаўны касцюковіцкага гарызонту нараўскага надгарызонта эйфельскага яруса сярэдняга дэвону ўстаноўлены ў свід. Браслаў-6 (гл. 164,0–201,0 м), Браслаў-7 (гл. 145,0–189,0 м), Купчэлі-325 (гл. 179,6–194,1 м) і Дубіна-319 (гл. 194,3–214,6 м). Яны выяўлены ў алеўралітах, глінах, мергелях і прадстаўлены шматлікімі лускамі акантодаў *Diplacanthus* sp., *D. crassissimus* Duff, *D. tenuistriatus* Traq., *Ptychodictyon sulcatum* Gross, *P. rimosum* Gross, *Cheiracanthus brevicostatus* Gross, *C. longicostatus* Gross, *C. intricatus* Valiuk., *C. talimae* Valiuk., *Acanthoides* ? sp., *Markacanthus costulatus* Valiuk., *Minioracanthus laevis* Valiuk., *Nostolepis kernavensis* Valiuk. і нешматлікімі адасобленымі лускамі астэалепідных саркаптэрыгій *Osteolepididae* gen. indet. Кіруючым відам ва ўказаным комплексе з'яўляецца *Nostolepis kernavensis* Valiuk. Лускі віда *Ptychodictyon rimosum* Gross, у адрозненне ад папярэдняга комплексу, сустракаюцца адзінкавымі экзemplарамі. Істотна транзітнымі таксонамі ва

ўстаноўленым комплексе рыб кваліфікуюцца *Diplacanthus* sp., *D. crassissimus* Duff, *D. tenuistriatus* Traq., *Cheiracanthus brevicostatus* Gross, *C. longicostatus* Gross, *Acanthoides* ? sp. і *Osteolepididae* gen. indet. Упершыню з'яўляюцца на гэтым стратыграфічным узроўні віды *Diplacanthus tenuistriatus* Traq., *C. intricatus* Valiuk., *C. talimae* Valiuk., *Markacanthus costulatus* Valiuk. і *Minioracanthus laevis* Valiuk.

Шкілетныя рэшткі хрыбетных гарынскіх слаёў полацкага гарызонту живецакага яруса сярэдняга дэвону выяўлены ў свід. Браслаў-6 (гл. 124,0–164,0 м) і прымеркаваны да пясчанікаў і пяскоў з праслоямі алеўралітаў і глін. Яны прадстаўлены толькі ізаляванымі лускамі акантодаў *Diplacanthus gravis* Valiuk., *Rhadinacanthus longispinus* (Ag.) і *Markacanthus alius* Valiuk. У гэтым комплексе важным у стратыграфічным дачыненні відам з'яўляецца *Diplacanthus gravis* Valiuk.

У заключэнне варта адзначыць, што адклады ніжняга і сярэдняга дэвону, развітыя ў межах беларускай часткі Балтыйскай сінеклізы, даволі добра ахарактарызаваны іхтыяфаўнай і па ёй упэўнена супастаўляюцца з адкладамі аднаго і таго ж узросту на сумежных тэрыторыях. Так, утварэнні віцебскага гарызонту верхняга эмса ніжняга дэвону па рыбах добра карэлююцца з адкладамі рэзекненскага гарызонту краін Балтыі [12–14] і з адкладамі ніжняй часткі ражскага гарызонту (ноабасаўскімі сляямі) цэнтральнай часткі Усходне-Еўрапейскай платформы [15]. Адклады адраўскага гарызонту эйфельскага яруса сярэдняга дэвону па хрыбетных супастаўляюцца з утварэннямі верхняй часткі ражскага гарызонту (асётраўскімі сляямі), распаўсюджанымі на тэрыторыі Цэнтральнага дэвонскага поля [15] і з адкладамі пярнускага гарызонту, развітага на тэрыторыі Галоўнага дэвонскага поля [13, 14]. Акумуляцыі асвейскага гарызонту эйфельскага яруса сярэдняга дэвону па іхтыяфауне супастаўляюцца з ўтварэннямі вад'яскага падгарызонту нараўскага гарызонта Літвы [4, 14, 16] і пародамі дарагабужскага гарызонту Маскоўскай сінеклізы [15]. Адклады гарадоцкага гарызонту эйфельскага яруса сярэдняга дэвону па хрыбетных карэлююцца з адкладамі лейвускага падгарызонту нараўскага гарызонта Літвы, а таксама с адкладамі клінцоўскага і масалоўскага гарызонтаў Маскоўскай сінеклізы [6, 14, 15]. Утварэнні касцюковіцкага гарызонту эйфельскага яруса сярэдняга дэвону па іхтыяфауне супастаўляюцца з адкладамі вялікамастоўскай падсвіты ніжняй часткі лапушанскай світы Валына-Падоліі [17], з адкладамі кярнаўскага падгарызонту нараўскага гарызонта на тэрыторыі Літвы [4, 6, 14], з утварэннямі чэрнаўскага гарызонту на тэрыторыі Цэнтральнага дэвонскага поля [14, 15] і адкладамі колвінскага гарызонту Цімана-Пячэрскай правінцыі [14, 18]. Адклады гарынскіх слаёў полацкага гарызонту живецакага яруса сярэдняга дэвону па іхтыяфауне карэлююцца з утварэннямі арукюласкага гарызонту Галоўнага дэвонскага поля [13, 14], з пародамі падліпецкай падсвіты верхняй часткі лапушанскай світы Валына-Падоліі [17] і з адкладамі вараб'ёўскага гарызонту цэнтральных раёнаў Усходне-Еўрапейскай платформы [14, 15].

1. Геология Беларуси / Под ред. А. С. Махнач, Р. Г. Гарецкого, А. В. Матвеева и др. Мн.: Ин-т геологических наук НАН Беларуси, 2001. 815 с.

2. Обуховская Т. Г., Кручек С. А., Пушкин В. И. и др. Девонская система / Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси: Объяснительная записка. Мн.: ГП «БелНИГРИ», 2010. С. 98–114.

3. Валукевичюс Ю. Ю. Распространение чешуй акантодов в среднедевонских отложениях Белоруссии. // Материалы по стратиграфии Белоруссии. Мн.: Наука и техника, 1981. С. 66–67.

4. Валукевичюс Ю. Ю. Акантоды наровского горизонта Главного девонского поля. Вильнюс: Мокслас, 1985. 144 с.

5. Валукевичюс Ю. Ю., Каратайте-Талима В. Н. Комплекс чешуй акантодов из основания среднего девона Прибалтики и Белоруссии // Биофации и фауна силурийского и девонских бассейнов Прибалтики. Рига: Зинатне, 1986. С. 110–122.

6. Валукевичюс Ю. Ю., Голубцов В. К. Девонская система // Геологическая карта СССР. Масштаб 1 : 1 000 000 (новая серия) / Объяснительная записка. Лист N-(34), (35) Вильнюс. Л., 1986. С. 53–68.

7. Валукевичюс Ю. Ю. Новые виды акантодов из среднего девона Прибалтики и Белоруссии // Палеонтологический журнал. 1988. № 2. С. 80–86.

8. Valiukevičius J., Talimaa V., Krucke S. Complexes of vertebrate microremains and correlation of terrigenous Devonian deposits of Belarus and adjacent territories // Ichthyolith Issues. Spec. Pub. 1 Socorro, New Mexico, 1995. P. 53–59.

9. Valiukevičius J. Acanthodians and zonal stratigraphy of Lower and Middle Devonian in East Baltic and Byelorussia // Palaeontographica. Stuttgart, 1998. Abt. A. S. 1–53.

10. Плакса Д. П. Девонская (позднеэмско-франская) ихтиофауна Беларуси и её стратиграфическое значение. Мн.: ИГиГ НАН Беларуси. 2007. 23 с.

11. Плакс Д. П. О девонской ихтиофауне Беларуси // Літасфера. 2008. № 2(29). С. 66–92.

12. Лярская Л. А. Резекненская свита и её возрастные аналоги // Стратиграфия фанерозоя Прибалтики. Рига: Зинатне, 1978. С. 22–39.

13. Девон и карбон Прибалтики. Рига: Зинатне, 1981. 502 с.

14. Valiukevičius J., Kruckek S. Acanthodian biostratigraphy and interregional correlations of the Devonian of the Baltic States, Belarus, Ukraine and Russia // Courier Forschungsinstitut Senckenberg (Final Report of IGCP 328 project). 2000. Vol. 223. P. 271–289.
15. Девон Воронежской антеклизы и Московской синеклизы. М., 1995. 265 с.
16. Valiukevičius J. Acanthodian zonal sequence of Early and Middle Devonian in the Baltic basin // Geologija, 17. Vilnius, 1994. P. 115–125.
17. Plax D. P. Devonian ichthyofauna of the Volyn Monocline // Літацфепа. 2011. № 2(35). P. 12–21.
18. Valiukevičius J. New Late Silurian to Middle Devonian acanthodians of the Timan-Pechora region // Acta Geologica Polonica. 2003. Vol. 53(3). P. 209–245.

УДК 567.31; 551.76+ 551.781 (476)

О НАХОДКАХ МЕЗОЗОЙСКОЙ И ПАЛЕОГЕНОВОЙ ИХТИОФАУНЫ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Д. П. Плакс, А. К. Григоревич

Белорусский национальный технический университет, факультет горного дела и экологии, ул. Я. Коласа 14,
220013 Минск, Республика Беларусь; agnatha@mail.ru

На территории Беларуси спорадические находки остатков рыб известны из триасовых, юрских, меловых и палеогеновых отложений согласно опубликованным литературным источникам [1–5] и данным одного из авторов этого сообщения. Кое-какая информация о находках остатков позднемеловой и палеогеновой ихтиофауны на территории республики известна непосредственно от любителей-коллекционеров палеонтологии, которые иногда находят их в мергельно-меловых карьерах, а также в местах естественных выходов на дневную поверхность верхнемеловых и палеогеновых отложений. Установленные в вышеуказанных образованиях остатки ихтиофауны обычно представлены изолированными чешуями, позвонками, зубами хрящевых рыб, отдельными чешуями, обломками неопределимых костей, зубными пластинками лопастеперых рыб и разрозненными чешуями, цельным скелетом, отолитами, зубами лучеперых рыб. К сожалению, до настоящего времени они досконально не изучены. Связано это с тем, что на территории республики никогда не было, и в настоящее время отсутствуют соответствующие специалисты палеоихтиологи, которые бы целенаправленно вели поиски остатков рыб в мезозойских и палеогеновых отложениях и изучали бы их. Однако, несмотря на это, нам всё же удалось собрать и обобщить имеющиеся данные по ихтиофауне рассматриваемого временного интервала и получить некоторые значимые результаты, касающиеся её систематического состава и стратиграфического распределения в мезозойских и палеогеновых отложениях Беларуси.

Небольшие скопления остатков рыб, представленные чешуями, обломками неопределимых костей, зубами *Sarcopterygii* indet. и *Actinopterygii* indet., установлены в пределах Припятского прогиба в песчаниках коренёвской свиты индского яруса нижнего триаса. В песчанистых глинах нижней пачки мозырской свиты оленёвского яруса нижнего триаса, развитой на территории Припятского прогиба, установлены чешуи и зубы *Holosteii* indet., а в глинах верхней пачки мозырской свиты оленёвского яруса нижнего триаса обнаружены зубные пластинки *Ceratodus donensis* Vorob. et Minikh. Большие скопления остатков ихтиофауны – «костяные брекчии» – установлены в среднетриасовых отложениях Припятского прогиба, особенно в базальном конгломерате калинковичской свиты анизийского яруса. А. В. Хабаков в середине прошлого столетия определил оттуда остатки ганоидных рыб.

В юрских отложениях на территории Беларуси остатки ихтиофауны также известны, но они пока очень редки и малочисленны. Согласно имеющимся в распоряжении авторов данным, достоверная информация об их находках относится к средне- и верхнеюрским отложениям. На юго-востоке Беларуси в глинистых и песчанистых алевролитах келловейского яруса найдены отолиты рыб (рис.). В известняках оксфордского яруса верхней юры Подляско-Брестской впадины обнаружены мелкие обломки зубов *Teleostei* indet., единичные чешуи *Elasmobranchii* indet.

Находки остатков ихтиофауны в меловых, а именно в верхнемеловых отложениях на территории Беларуси гораздо многочисленней по сравнению с находками остатков рыб в средне- и верхнеюрских отложениях. Остатки рыб найдены как в коренных верхнемеловых отложениях, так и в верхнемеловых отторженцах. Так, в пределах Подляско-Брестской впадины и Белорусской антеклизы в мелоподобных мергелях, сильно песчанистых и глинистых меловых породах сеноманского яруса обнаруже-

ны изолированные зубы *Ptychodus* sp., *Cretolamna appendiculata* (Agassiz) (рис.). В пределах сводовой части Белорусской антеклизы в мелу и мелоподобных мергелях нижнетуронского подъяруса найдены отдельные зубы *Ptychodus mammillaris* Agassiz. На территории Припятского прогиба в мергельно-меловых породах с фосфоритовыми желваками туронского яруса обнаружен зуб *Scapanorhynchus* sp. На территории Луковско-Ратновского горста в меловых породах сантонского яруса установлены позвонки *Elasmobranchii* indet., зуб *Squalicorax* sp., чешуи и зубы *Actinopterygii* indet. На юго-востоке Беларуси в пределах Гомельской структурной перемычки в мелу маастрихтского яруса обнаружены единичные обломки зубов *Lamniformes* indet., дискретные чешуи *Elasmobranchii* indet. и изолированные зубы *Actinopterygii* indet. (рис.).

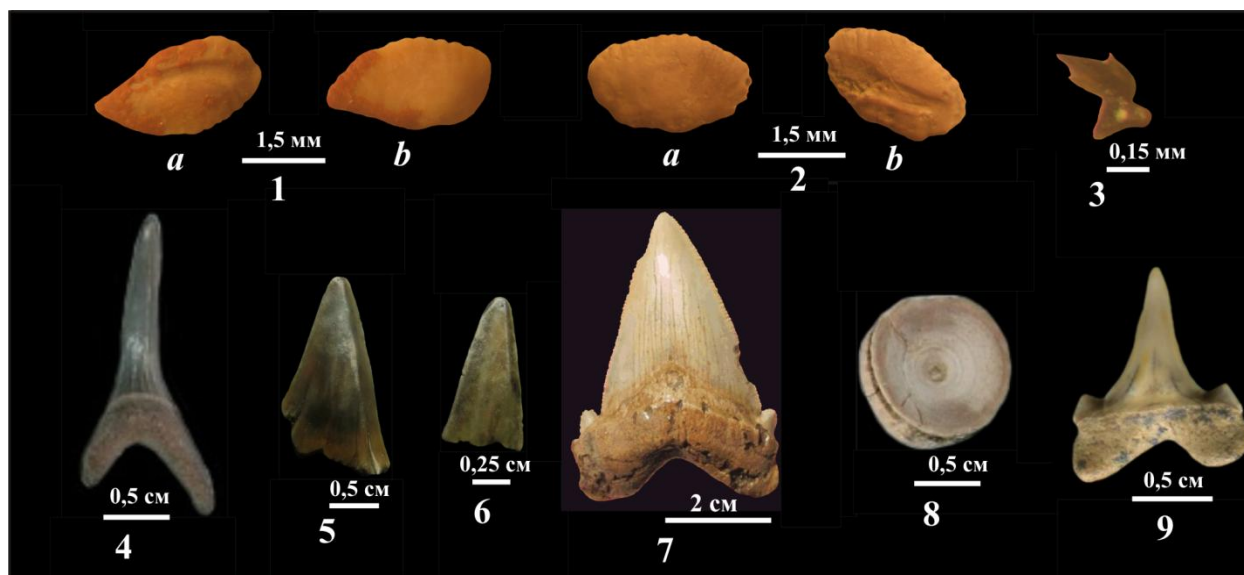


Рисунок – Остатки ихтиофауны из среднеюрских и верхнемеловых отложений

1 а и b – отолит, вид с двух сторон, келловейский ярус, средняя юра, скв. 792, гл. 298,0–303,0 м, Гомельский р-н, Гомельская обл.; 2 а и b – отолит, вид с двух сторон, келловейский ярус, средняя юра, скв. 792, гл. 298,0–303,0 м, Гомельский р-н, Гомельская обл.; 3 – *Elasmobranchii* indet., чешуя, маастрихтский ярус, верхний мел, скв. 792, гл. 54,0–59,0 м, Гомельский р-н, Гомельская обл.; 4 – *Scapanorhynchus* sp., передний зуб, верхний мел, меловой карьер «Синька», в окрестностях г. Гродно, экземпляр из коллекции А. Беляя; 5 и 6 – *Lamniformes* indet. – коронки зубов, верхний мел, меловой карьер «Хотиново», Любанский р-н, Минская обл., экземпляры из коллекции Д. Степаненки; 7 – *Otodus* sp., зуб, эоцен, карьер недалеко от д. Чкалово, Гомельский р-н, Гомельская обл.; 8 – *Elasmobranchii* indet., позвонок, верхний мел, меловой карьер около п. г. т. Красносельский, Волковысский р-н, Гродненская обл., экземпляр из коллекции А. Беляя; 9 – *Cretolamna appendiculata* (Agassiz), боковой зуб, сеноманский ярус, верхний мел, Брестская обл.

В верхнемеловых отторженцах, которые кое-где выходят на дневную поверхность и вскрыты многочисленными карьерами на территории западной и центральной частях Беларуси, также обнаружены остатки рыб любителями-коллекционерами палеонтологии. Так, в меловом карьере «Хотиново» Любанского р-на Минской обл. найдены единичные зубы *Lamniformes* indet. (рис.). В меловом карьере «Синька», находящемся в окрестностях г. Гродно, обнаружен зуб *Scapanorhynchus* sp. (рис.). В меловых карьерах возле п. г. т. Красносельский Волковысского р-на Гродненской обл. найдены зубы *Lamniformes* indet., позвонки *Elasmobranchii* indet. (см. рис.), чешуи *Teleostei* indet. и один цельный скелет рыбы *Hoplopteryx* sp.

Из палеогеновых отложений Беларуси находки остатков рыб малоизвестны. В 2013 г. в карьере недалеко от д. Чкалово Гомельского р-на Гомельской обл. был найден зуб акулы *Otodus* sp., по всей видимости, относящийся к эоценовому возрасту (рис.). На западе Белорусской антеклизы в терригенных породах киевской свиты среднего эоцена палеогеновой системы известны редкие находки позвонков и зубов *Elasmobranchii* indet. В выше залегающих олигоценовых отложениях находки скелетных элементов ихтиофауны пока достоверно неизвестны.

В заключение стоит отметить, что целенаправленные поиски и изучение мезозойской и палеогеновой ихтиофауны (особенно хрящевых рыб) на территории Беларуси, несомненно, позволят суще-

ственно пополнить их систематический состав и в будущем разработать по ним региональные биозональные шкалы.

1. Голубцов В. К. Триасовые отложения Припятского прогиба / Тр. Всес. совещ. по пересмотру унифицир.схемы мезозоя. Л.: Гостоптехиздат, 1960.
2. Геология СССР. Т. III. Белорусская ССР / Под ред. П. А. Леоновича. М.: Недра, 1971. 456 с.
3. Стратиграфические и палеонтологические исследования в Белоруссии. Мн.: Наука и техника, 1978. 248 с.
4. Геология Беларуси / Под ред. А. С. Махнача, Р. Г. Гарецкого, А. В. Матвеева и др. Мн.: Ин-т геологических наук НАН Беларуси, 2001. 815 с.
5. Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси: Объяснительная записка. Мн.: ГП «БелНИГРИ», 2010. 282 с.

УДК 550.4

ПРЕОБРАЗОВАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА НЕФТЕЙ ЗОНЫ ГИПЕРГЕНЕЗА

С. А. Пунанова¹, Р. З. Мухаметшин²

¹ Институт проблем нефти и газа РАН, ул. Губкина 3, 119333 Москва, Российская Федерация; runanova@mail.ru

² Казанский федеральный университет, Институт геологии и нефтегазовых технологий, ул. Кремлёвская 18/ 4, 420008 Казань, Российская Федерация; geoeng111@yandex.ru

Согласно вертикальной эволюционной зональности образования и преобразования углеводородов (УВ), связанной с увеличением глубины, температурного градиента, давления и типа исходной органики, в осадочном разрезе земной коры происходит трансформация состава генерированных в недрах УВ систем – от тяжёлых к лёгким нефтям и конденсатам. Существуют представления о стадийности процессов нефте- и газообразования, поэтому степень преобразованности исходного органического вещества (ОВ) необходимо оценивать на любых этапах нефтегеологических исследований. Вторичные процессы, обусловленные поднятиями земной коры и гипергенными преобразованиями, приводят к существенным и необратимым изменениям физико-химических свойств и состава нефтей, в данном случае к их утяжелению; также отмечаются изменения в содержании микроэлементов (МЭ) [1–5].

Генетическая диагностика первичных (не преобразованных) и вторично изменённых (биodeградированных) нафтидов, залегающих в сходных геологических условиях, имеющих часто близкие физико-химические свойства и даже единый химический тип, а также выявление критериев, характеризующих геохимические особенности каждой генетической группы УВ флюидов, представляет научную и практически значимую задачу.

Биodeградированные нафтиды вторично изменены процессами гипергенеза. Трансформациям в зоне гипергенеза может быть подвержена нефть любой стадии преобразования. В результате процессов разрушения нефти биodeградируют, изменяется и затушевывается генетический код, обусловленный исходной биомассой.

Процесс биохимической эволюции существенно меняет облик нефти. По мере усиления степени деградации происходит последовательное удаление определённых УВ соединений (*n*-алканов, изопреноидов, регулярных стеранов, гопанов). Биodeградация включает несколько стадий (уровней) воздействия на состав флюида с различной степенью деструкции классов УВ соединений. Шкалы биodeградации нефтей с характеристикой их уровней приведены в работах J. K. Volkman и др. (1983), K. E. Peters и др. (1991), В. А. Каширцева и др. (1993, 2001), Т. А. Попович (2003). Суммирование полученных этими авторами данных и результатов анализа природных моделей позволяет выделять пять основных стадий деструкции соединений УВ: I – лёгкая (малая, слабая); II – средняя (умеренная); III – высокая (сильная, экстенсивная); IV – очень высокая (очень экстенсивная); V – сверхвысокая (сверх-экстенсивная, экстремальная). К примерам нефтей, испытавших лёгкую стадию биodeградации, относятся нижнекаменноугольные нефти Уиллистонского нефтегазоносного бассейна (НГБ) и кайнозойские нефти Гвинейского НГБ. Нижнемеловые нефти Западно-Канадского НГБ, миоценовые нефти Старо-Грозненского месторождения (Средне-Каспийский НГБ). Меловые нефти Северо-Восточного НГБ Бразилии прошли лёгкую и среднюю стадии биodeградации. Эоценовые нефти и битумы НГБ

Юинта, нижнеюрские нефтиды НГБ Морондова (о. Мадагаскар), кайнозойские нефти бассейнов США Галф-Кост и Калифорнии, мезозойские нефти НГБ Карнарвон (Австралия), миоценовые нефти Сахалина (Северо-Восточный НГБ), палеозойские и протерозойские битумы Оленёкского поднятия (Восточная Сибирь), пермские битумы Мелекесской впадины и Южно-Татарского свода (Волго-Уральский НГБ) подверглись высокой и очень высокой степеням биодеградации [4].

Наиболее информативными геохимическими показателями, способными продемонстрировать принципиальные отличия гипергенных флюидов от скоплений нефтидов другого генезиса, наряду с УВ составом, являются концентрации и соотношения микроэлементов (МЭ), таких как V, Ni, Co, Mo, Zn, Fe, U и др., и металлопорфириновых комплексов – Vp и Nip, связанных с тяжёлыми смолисто-асфальтовыми компонентами нефтей [1–3, 5]. Материалом для обобщений данных по МЭ составу нефтидов зон гипергенеза послужили исследования, проведённые непосредственно авторами (метод атомной абсорбции, Spersord AAS-3) по Волго-Уральскому и Тимано-Печорскому НГБ, а также Бузачинскому своду (Казахстан) и Афгано-Таджикской впадине (Таджикистан). Кроме того, проработан большой аналитический материал по нефтям и твёрдым битумам НГБ России, США, Канады, Бразилии, Венесуэлы и Нигерии. В результате вторичных изменений нефтей при восходящей миграции флюидов в зоне гипергенеза сформированы крупные и гигантские месторождения тяжёлых нефтей и природных битумов в Западной Канаде, Восточной и Западной Венесуэле, США, России и других регионах (табл.).

Таблица – Основные регионы развития нефтидов зоны гипергенеза

НГБ, нефтегазоносные области (НГО), структурные элементы	Основные месторождения и возраст нефтегазоносного комплекса	Тектоническая характеристика региона	Содержание МЭ в нефтидах зоны гипергенеза, мг/кг*	
			V	Ni
Западно-Канадский НГБ	Пис-Ривер, Вабаска, Атабаска; K ₁	Древние плиты (краевые системы платформ, граничащие с выходами фундамента или примыкающие к складчатым областям)	168 **290	80 **120
НГБ Юинта-Пайсенс (США, шт. Юта), НГБ Скалистых гор	Асфальт-Ридж, Уайтрокс; Р-Т, J ₂ , K ₁ – верхний палеоген		110	30
Восточно-Венесуэльский (Ориноковский) НГБ	Офисина, Тембладор, Герро-Негро; К, олигоцен-плиоцен		182 **470	72 **90
Тимано-Печорский НГБ: Ухто-Ижемский вал, Варандей-Адзвинская структура	Усть-Войское, Ижемское, Усинское, Ярегское; D, C-P		253	100
Волго-Уральский НГБ: Мелекесская впадина, Южно-Татарский свод	Нурлатское, Апальчинское, Сугушлинское; C ₁ , P ₁ , P ₂		900 **1 200	100 **340
Лено-Тунгусский НГБ, Лено-Алданская НГО, Оленекский свод	Оленекское; PR ₂ , J ₃		124 **3 640	53,6 **640
Южно-Мангышлакская НГО, Бузачинский свод	Сев. Бузачи, Каражанбас; J ₂ , K ₁	Эпипалеозойские молодые плиты	70–384	50–164
Сурхан-Вахшский НГБ, Афгано-Таджикская впадина	Учкызыл, Хаудаг, Кошкар; палеоцен, бухарский пласт	Впадины эпиплатформенных орогенов	570	170
Западно-Венесуэльский (Маракаибский) НГБ	Западная Мара, Мара, Бочакеро; К, палеоген-неоген	Межскладчатые области, альпийские подвижные пояса	216–1 000 **935–1 250	96 **110–150

Примечание: * – усреднённые данные; ** – содержание V и Ni в природных битумах [4].

Типизация нефтей по содержанию «биогенных» элементов (V, Ni, Fe) и физико-химическим свойствам выявила существенные отличия гипергенно изменённых нефтей в общем цикле нефтидогенеза. Они выделены нами [2, 4] в самостоятельный класс и являются нефтидами, вторично обогащёнными МЭ, значительно отличаясь от класса нефтей, первично обогащённых МЭ. Это ванадиевый (V > Ni > Fe) или железистый (Fe > V > Ni) типы нефтей, в которых генетический показатель – отношение V/Ni > 1. Содержание «биогенных» элементов – V и Ni в нефтях многих месторождений превышает соответственно 100 и 50 мг/кг. Концентрации Mo, Cu, Zn, Re и др. также повышены (от 0,1 до 4 мг/кг). Нефти биодеградируются, тяжёлые (плотность в среднем 0,954 г/см³), смолистые (сумма смол и асфальтенов 29 %), сернистые (4,2 %) – усреднённые данные. Залежи этого типа часто связаны с бассейнами древних и молодых плит и тяготеют к небольшим глубинам (менее 1,5 км), но могут

быть также приурочены к тектонически мобильным областям земной коры – авлакогенам, краевым прогибам, межгорным впадинам.

На территории России перспективы освоения месторождений природных битумов или нафтидов зоны гипергенеза связаны в основном с пермскими отложениями центральных районов Урало-Поволжья (на них приходится более половины суммарных ресурсов природных битумов страны), ресурсы которых только в Татарстане составляют по различным оценкам от 4 до 7 млрд т, из которых 10–15 % приходится на запасы (Р. Х. Муслимов, 1999, 2011). Республика по состоянию изученности месторождений этой группы нафтидов занимает в РФ ведущее место: здесь сосредоточено 9/10 разведанных и предварительно оцененных запасов страны (И. М. Климушин, 1998). В тектоническом плане ареал распространения скоплений битумов охватывает в основном Мелекесскую впадину и Южно-Татарский свод. Битумоносны и продуктивны залегающие на глубинах до 400 м терригенные и карбонатные породы-коллекторы уфимского и казанского ярусов, а также карбонаты нижнепермского возраста (главным образом сакмарского яруса).

Диапазон изменения МЭ показателей определяется степенью биodeградации, которая в свою очередь обусловлена историей геологического развития региона и типом исходного ОВ. Комплексное использование органических (УВ состав и биомаркеры) и неорганических (МЭ состав) критериев вторично преобразованных флюидов позволяет прогнозировать товарные качества нефтей, как УВ сырья и их металлоносность, а также более обоснованно проводить оценку перспектив нефтегазоносности регионов, выявляя плохую сохранность и деградацию залежей, и одновременно обогащение нафтидов промышленно значимыми, но токсичными металлами. Месторождения нафтидов, подвергшихся процессам гипергенного преобразования, часто являются промышленно ванадиеносными (содержание V превышает в десятки и сотни раз кларковые значения и достигает уровня промышленных рудных концентраций) и рассматриваются [3, 4] как комплексное сырьё для добычи УВ и сопутствующих им металлов.

1. Мухаметшин Р. З., Каюкова Г. П. Геохимические аспекты формирования залежей нефти и газа Южно-Татарского свода // Геохимическое моделирование и материнские породы нефтегазоносных бассейнов России и стран СНГ: Докл. межд. конф. СПб: ВНИГРИ, 2000. С. 234–240.

2. Мухаметшин Р. З., Пуланова С. А. Геохимические особенности нефтей Урало-Поволжья в связи с условиями формирования месторождений // Геология нефти и газа. 2011. № 4. С. 74–83.

3. Мухаметшин Р. З., Пуланова С. А. Нетрадиционные источники углеводородного сырья: геохимические особенности и аспекты освоения // Нефтяное хозяйство. 2012. № 3. С. 28–32.

4. Пуланова С. А., Виноградова Т. Л. Геохимические особенности гипергенно преобразованных нефтей // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2011. № 10. С. 27–30.

5. Пуланова С. А. О полигенной природе источника микроэлементов нефтей // Геохимия. 2004. № 8. С. 893–907.

УДК 550.4

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ

Г. И. Рудько

Государственная комиссия Украины по запасам полезных ископаемых, ул. Кутузова 18, 01133 Киев, Украина;
rudko@dkz.gov.ua; office@dkz.gov.ua

Нефтегазовая промышленность Украины сегодня, без сомнения, играет ключевую роль не только в составе отечественного топливно-энергетического комплекса, но и всей экономики в целом. Обеспечение достаточного уровня развития нефтегазового комплекса выступает необходимым условием стабильного развития любой страны. Поскольку сегодня Украина в значительной степени зависит от импорта энергоресурсов, прежде всего, природного газа, первоочередной задачей для нашей страны является поиск новых источников энергетического обеспечения.

Нефтегазоносность регионов Украины обусловлена особенностями их геологического строения, геодинамической эволюции. Многие исследователи подтвердили связь между тектоникой литосферных плит и закономерностями размещения месторождений углеводородов. В разных регионах было

установлено, что зоны нефтегазонакопления приурочены к глубинным разломам, активным в современную эпоху.

В общем, в Украине выделяют три нефтегазоносных региона: Восточный (Донбасс), Западный (Волыно-Подольская плита, Прикарпатье, Карпаты, Закарпатье) и Южный (Преддобруджа, Причерноморье, Крым, соответствующие сектора акваторий Черного и Азовского морей) [1]. Площади этих нефтегазоносных регионов вместе составляют 488 700 км² – 81 % общей территории Украины. На сегодня в рамках этих регионов открыто 400 месторождений нефти и газа, 28 из которых имеют извлекаемые запасы от 30 до 700 млрд м³. Стратиграфический диапазон нефтегазоносности соответствует огромному хроностратиграфическому интервалу, включая верхний протерозой и фанерозой, глубинный диапазон достигает 6 000 м.

Почти половина запасов газа находится в месторождениях, находящихся на конечной стадии разработки. Около 90 % эксплуатационного фонда скважин, обеспечивающих более 70 % газодобычи, сконцентрировано именно в них. Значительное количество продуктивных пластов не разрабатываются из-за ожидания внедрения новых технологий и повышения коэффициента конденсатоотдачи [2].

Освоение больших (более 4 500–5 000 м) глубин является одним из важных направлений наращивания потенциальных ресурсов и запасов нефти и газа, поскольку запасы углеводородов на малых и средних глубинах во многих регионах в значительной степени исчерпаны.

На территории Украины основные перспективы открытия залежей нефти и газа на больших глубинах сегодня связываются с Днепровско-Донецкой впадиной (ДДВ) и с Предкарпатским прогибом. Основная часть залежей углеводородов в ДДВ на глубинах более 4–5 км приурочена к полифациальным песчаным породам нижнего карбона. Из выявленных более чем 245 месторождений нефти и газа промышленная нефтеносность установлена до глубины 5 100 м (Карайкозовское месторождение), газоносность – до 6 300 м (Перевозовское месторождение). Месторождения со скоплениями углеводородов на глубинах более 5 000 м сосредоточены в основных нефтегазоносных районах впадины, приуроченных к центральной приосевой и краевым зонам грабена. Установлено наличие двух и более продуктивных горизонтов в породах докембрийского кристаллического фундамента на Северном борту ДДВ, представленных гранитами и другими образованиями. Для расширения доказательной базы при поиске продуктивных докембрийских ловушек проанализированы и систематизированы основные геологические закономерности результативного испытания докембрия на Хухрянском, Юлиевском и Коробочкинском поисково-разведочных полигонах, которые были пилотными участками для изучения. Основные черты строения полигонов и характерные параметры обнаруженных на них производительных резервуаров приведены в работе [3]. Анализ результатов ГИС по скважинам центральной части Северного борта ДДВ свидетельствует о том, что для эффективного выявления коллекторов в кристаллических породах нужен комплексный подход. Полученные результаты испытаний перспективных объектов в породах кристаллического фундамента указывают на необходимость проведения исследовательских работ для оценки их эффективной проницаемости по данным геофизических методов, поскольку даже при значительной пористости притоков часто не наблюдается. Необходимо определить направления, по которым четко проявляются подлежащие анализу изменения и провести корреляцию разрезов скважин по площадям, где получены притоки углеводородов из пород фундамента.

На наличие жидких углеводородов в глубокопогруженных горизонтах (5–8 км) Предкарпатского прогиба указывает отсутствие закономерных изменений геохимических показателей нефти в зависимости от глубины её залегания. Поиски глубокопогружённых углеводородных залежей в украинском Прикарпатье начались при бурении скв. 1-Луга (гл. 6 266 м) и 1-Шевченко (7 524 м). Во время бурения последней в интервале трещиноватых песчаников нижнего мела (7 014–7 022 м, пластовое давление около 120 МПа, температура – 170 °С) имели место интенсивные нефтегазопроявления. В шлифах пород с данного интервала наблюдаются поровые и трещинно-кавернозно-поровые коллекторы, в трещинах и кавернах которых находились нефть или битумы. Особого внимания заслуживают горизонты трещиноватых песчаников в интервалах 7 420–7 380, 7 360–7 320, 7 070–6 945, 5 960–5 900, 5 630–5 550 м, открытая пористость которых менялась от 5–7 % до 11–13 %, нефтенасыщенность – около 60 %. Притоки нефти на глубинах свыше 5 км получили со скв. 2-Новосходница (5 476–5 984 м), 1-Северная Завода (5 704–5 797 м), 17-Семыгинов (5 200–5 245 м) и др.

Нефтегазоносность стратиграфических комплексов автохтона Карпат трактуется исследователями неоднозначно. Некоторые из них считают, что платформенный автохтон Карпат является регио-

нально нефтегазоносным. По их мнению, материалы исследований свидетельствуют, что основным перспективным районом Карпатского автохтона является юго-западный район поддвига в полосе, прилегающей к Передкарпатскому разлому, который с амплитудой около 3 км делит форланд на две части: приподнятую (мезозой находится на глубине 0,3–3,0 км) и опущенную (4–15 км) [4].

В опущенной части на основе данных сейсморазведки и гравиразведки выделен ряд полос антиклинальных складок, одна из которых, а именно Лопушнянско-Петровецкая содержит Лопушнянское нефтегазовое месторождение, которое является реальным свидетельством высокой перспективности юго-западного района автохтона Украинских Карпат. Из скв. Лопушна-3 в 1984 г. были получены промышленные притоки высококачественной нефти из отложений сеноманского яруса верхнего мела с глубины 4 200 м. Этим впервые была доказана нефтегазоносность автохтона Бильче-Волицкой зоны Предкарпатского прогиба [5].

С целью детализации геологического строения вышеуказанных перспективных регионов целесообразно провести региональные тематические исследования [6]. Методика исследования – проведение качественной и количественной оценок перспектив нефтегазоносности. Качественную оценку перспектив нефтегазоносности следует провести на основе следующих критериев: структурного, литологического, палеоструктурного и данных нефтегазоносности, а также анализа геологического развития и условий осадконакопления, изучение и обобщение пространственных изменений и закономерностей распространения скоплений нефти и газа. На основе такой оценки будут выявлены первоочередные перспективные объекты, дана их количественная оценка.

По предварительным подсчетам успешное освоение углеводородного потенциала больших глубин позволит в ближайшее время значительно увеличить добычу нефти и газа, чтобы в перспективе полностью обеспечить энергетическую независимость Украины.

1. Енергетичні ресурси геологічного середовища України (стан та перспективи): у 2 т. / за ред. Г. І. Рудька. Чернівці: Букрек, 2014. Т. 1. 528 с.

2. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Т. 1. Від вогню та води до електрики / В. І. Бондаренко, Г. Б. Варламов, І. А. Вольчин, І. М. Карп. К., 2006. 300 с.

3. Лебідь В. П., Раковська О. Л. Аналіз нафтогазопояв в докембрійському кристалічному фундаменті Дніпровсько-Донецького розсуду з метою прогнозу будови продуктивних пасток // Зб. наук. праць УкрДГРІ. 2014. № 2. С. 61–75.

4. Хавензон І. В., Пилипшин Б. В., Гневуш О. С., Гуж І. В. Прогноз нафтогазонасності Лопушнянського нафтового родовища з використанням методики сейсмомітомологічного аналізу // Геодинаміка. 2011. № 2(11). С. 317–319.

5. Шеремета П. М. Сейсмические исследования МОГТ с целью выявления и подготовки нефтегазоперспективных объектов на Кошуйской площади в Передкарпатском прогибе. Отчёт партии 83/85 по работам 1985–1987 гг. / ЗУГРЭ.

6. <http://www.sworld.com.ua/konfer33/1265.pdf>

УДК 551.351:734(476)

ОРГАНОГЕННЫЕ НЕФТЕПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ЕЛЕЦКОГО НАДГОРИЗОНТА НИЖНЕГО ФАМЕНА ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ: ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ

Т. Ф. Саченко, С. А. Кручек

Филиал «Институт геологии» Государственного предприятия «НПЦ по геологии», ул. Академика Купревича 7,
220141 Минск, Республика Беларусь; sachanka@geology.org.by; kruchek@geology.org.by

Отложения *елецкого надгоризонта* в объёме *туровского и дроздовского горизонтов*, входящие в состав нижнефаменского межсолевого комплекса новой стратиграфической схемы верхнего девона 2010 г. [5] являются одним из нефтепромысловых объектов на территории юго-востока Беларуси. Они распространены здесь в пределах Припятского прогиба и сопредельных районов Северо-Припятского плеча. Мощность надгоризонта выдержана на преобладающей части этой территории, и чаще составляет порядка 40–120 м для туровского и 60–160 м, иногда до 300–600 м для дроздовского горизонтов. Образования елецкого надгоризонта, соответствующие одноименному этапу осадконакопления, сформировались в результате 2-й фазы мощной раннефаменской (законско-елецкой) трансгрессии моря, наступавшей в Припятский прогиб в основном со стороны Днепровско-Донецкой впадины, вследствие которой на исследуемой территории сложились благоприятные условия для бурного раз-

вития органического мира. В это время в палеобассейне интенсивно продуцировали пороодообразующие представители цианобионт, а также почти полностью обновлённая, в сравнении с палеобассейном задонского времени фауна бентосных брахиопод. Появились типичные каркасные организмы – красные (багряные) водоросли, строматопораты, мшанки, которые часто создавали элементарные и простые органогенные постройки. Активными организмами-заполнителями аккумулятивных разностей отложений (банок) являлись гастроподы, криноидеи, остракоды, конодонты, харофиты, к которым на отдельных участках присоединялись наутилоидеи (бактрито- и аммоноидеи), радиолярии и цианобионты. Желваковые, ракушняковые и детритовые аккумулятивные образования слагали как отдельные компактные однородные толщи (банки), так и участвовали в заполнении субстрата органогенных построек.

С точки зрения пространственного распространения, основной объём органогенных отложений елецкого этапа седиментации, представленного туровским и дроздовским ритмами, припадает на северную и юго-западную части прогиба и приурочен к положительным формам палеорельефа областей шельфовых зон [1–3].

На севере прогиба в пределах Северной зоны ступеней, начиная с туровского ритма седиментации (литопачка M_6^a), органические образования формировались в пределах подводных палеоподнятий: Северной прибортовой зоны отмелей, берегового (Ковчицко-Березинское палеоподнятие) и внутреннего (Вишанская, Полесская, Давыдовская, Сосновская, Осташковичская и другие площади) валов, Речицкой отмели, в осевой части Шатилковской депрессии (на Северо-Чернинской, Чернинской, Мольчанской, Кормянской, Жердевской, Боровиковской, Первомайской, Александровской и др. площадях), на Восточно-Любанской, Северо-Калиновской, Южно-Домановичской площадях и Октябрьско-Коренёвском, и Золотухинско-Малодушинском валах Червонослободско-Малодушинской ступени. В пределах перечисленных выше участков на склонах гряд, холмов и возвышенностей дна палеобассейна формировались фации органогенных отложений. Здесь интенсивно продуцировали цианобактерии, которые в условиях мелководья на положительных формах подводного палеорельефа образовывали довольно мощные аккумулятивно-желваковые (онколитовые) банки. В некоторых разрезах встречены также уровни с желваковыми строматолитами (до 5-10 см). Кроме того, с этого времени началось активное развитие обновившихся по составу, по сравнению с задонскими (раннетонежскими) формами, красных (багряных), зеленых (сифоновых) и харовых водорослей. Однако, настоящих органогенных построек в разрезах скважин здесь установлено не было, несмотря на присутствие в отложениях потенциальных каркасообразователей (цианобактерий и багряных водорослей, пластинчатых строматопорат и ветвистых мшанок). В строении органогенных образований присутствуют также ракушняковые разности брахиопод, представленные в мелководных фациях крупнораковинными формами, а также раковины наутилоидей, криноидей, гастропод, пелеципод, остракод и других организмов, содержащиеся в органогенно-детритовых известняках [2, 3].

Дроздовский ритм седиментации (литологическая подпачка M_6^b) в северной части Припятского палеобассейна характеризуется сменой отложений, представленных сформировавшимися преимущественно глинисто-комковатыми известняками туровского горизонта (*несловская свита*) на более массивные бугристо-наслоенные, желваковидные, брекчиевидные, однородные желваково-детритовые (часто доломитизированные) известняки дроздовского горизонта (*оланская свита*). Органогенные образования этого этапа отличаются наибольшим разнообразием форм залегания, а также характерными постройками на отдельных приподнятых участках территорий Северной прибортовой зоны отмелей (скв. Кнышевичская 7, Судовицкая 9, Оланская 1, Березинская 24, Прибортовая 9001, Заберезинская 1, Городокская 4, Хатецкая 1, Решетниковская 1, Копаньская 7); отмелей – Дроздовской (скв. Подгорьевская 1), Северо-Калиновской (скв. Сев.-Калиновская 1), Боровиковской (скв. Боровиковская 3), Осташковичской (скв. Осовская 1, Северо-Осташковичские 1, 2); на некоторых палеовозвышенностях (Первомайской, Борщевской, Ветхинской структур); на Вишанско-Сосновском валу (скв. Восточно-Вишанская 3, Полесские 14, 17, Северо-Полесская 2, Сосновская 28, Хуторская 1, Западно-Пожихарская 3). Строение таких построек сложное, многоярусное из-за частого переслаивания органогенных слоёв с более глинистыми желваковидными или бугристо-наслоенными разновидностями осадков. Такие биоритмиты на ряде площадей достигают мощности от 0,5 м до 60–80 м. Более глинистые прослои в них часто сложены округлыми или угловатыми включениями детритового известняка и желваками (онколитами) цианобионт. Каркасообразователями в дроздовских осадках были и ветвистые мшанки, которые расселяясь на рыхлых глинистых грунтах (иловые холмы), крупных органи-

генных построек не образовывали. Наряду с каркасными организмами в это время получили широкое распространение бентосные рифолюбы (брахиоподы, гастроподы и др.). В более мелководных отложениях желваки (онколиты) создавались консервативными (транзитными) видами гирванелл и ротплетцелл. Желваки, образованные цианобактериями, также имели породообразующее значение, однако, они не были доминирующими. В более глинистых прослоях отложений встречаются скопления микроскопических скелетов радиолярий. В погружённых предразломных участках Северной зоны ступеней прогиба формировались глубоководно-депресссионные слаболитифицированные отложения – глинистые известняки и мергели, обогащённые рассеянными скоплениями органических остатков, в основном, нектонно-планктонной фауны остракод, конодонтов и моллюсков (пелеципод, бактриоидей, гастропод) и, изредка, снесённой течением с повышенных участков (отмелей), мелководной бентосной органики (желваков цианобионт, брахиопод, криноидей, известковых водорослей) (скв. Оземлинская 1, Светлогорская 1, Северо-Калиновская 5, Несловская 1, Баровская 1, Южно-Вишанские 26, 27, Высокоборская 1, Южно-Сосновская 53).

Таким образом, в результате жизнедеятельности биоты елецкого времени сформировались мощные карбонатные толщи, сложенные известняками и доломитами, в которых при последующих постседиментационных процессах образовались коллекторы с высокими ёмкостно-фильтрационными свойствами. Их эффективные мощности достигают десятков метров, (например, скв. Южно-Сосновская 57 – 120 м). Отметим, что наиболее интенсивно поры и каверны образовывались в более чистых разностях карбонатных пород, приуроченных к сводам палеоподнятий и связанных с областями развития желваково-детритовых построек в форме калиптров, биогермов, биостромов и желваково-аккумулятивных цианобактериальных банок. Доломиты, вторичные доломиты и доломитизированные известняки с органогенной структурой являются породами-коллекторами елецкого надгоризонта на нефтяных месторождениях: Березинское, Судовицкое, Александровское и Южно-Александровское, Дубровское, Давыдовское, Западно-Сосновское, Славянское, Чкаловское, Осташковичское, Золотухинское [4, 6].

В юго-западной части Припятского прогиба, соответствующей в структурном плане Туровской центриклинали, отделенной от центральной части Внутреннего грабена Малыньско-Туровским поперечным разломом, в елецкое время существовал относительно обособленный мелководный залив с периодически возникавшими благоприятными для существования организмов условиями обитания. Органогенные образования здесь, как и в северной зоне прогиба, приурочены к палеоотмелям и их склонам: Ветчинской, Кузьмичевской, Южно-Микашевичской, Вересницкой, Симоновичской, Великопольской, Липлянской, Боровской. Здесь также интенсивно продуцировали породообразующие транзитные представители цианобионт (гирванелл и ротплетцелл) и новые, по сравнению с задонским временем формы бентосных брахиопод, а также типичные каркасные организмы – красные (багряные) известковые водоросли, строматопораты и мшанки, часто создававшие небольшие элементарные и простые органогенные постройки (калиптры, биогермы, биостромы) [1].

В литологическом плане отложения елецкого надгоризонта юго-западной части Припятского прогиба соответствуют две свиты [5]. Нижняя часть (туровский горизонт) соответствует образованиям *туровской свиты*. В пределах Петриковского погребенного выступа она сложена переслаиванием пакетов серых массивных онколитовых и хемогенных известняков с пакетами бугристо наслоенных (онколитовых, онколитово-брахиоподовых и хемогенных) известняков и с прослоями светло-серых мелкозернистых песчаников. В карбонатных породах, присутствует разнообразная бентосная фауна (брахиоподы, гастроподы, остракоды, криноидеи), многочисленные остатки цианобионт, образующие онколиты, и бесформенные желвачки, которые имеют здесь породообразующее значение, в самых низах разреза обнаружены строматолиты, образованные цианобионтами, в отдельных интервалах встречены мелкие желвачки багряных водорослей. С удалённостью от областей сноса и увеличением палеоглубин в разрезах существенно увеличивается глинистая составляющая, здесь главным образом сформировались толщи переслаивания мергелей и известняков, причём доминирующая роль принадлежит мергелям (иногда глинам). Верхней части елецкого надгоризонта (дроздовский горизонт) юго-запада прогиба соответствуют образования *дроздовской свиты*. В разрезе присутствуют пакеты (мощностью до 10–30 м) переслаивания онколитовых, хемогенных (почти не содержащих органических остатков) и водорослево-брахиоподовых известняков с прослоями (1–10 м) песчаников. Преобладают в разрезе онколитовые известняки. Проведённый анализ показал, что формирование и развитие маломощных органогенных построек приурочено здесь к палеовозвышенностям, где в елецкое

время, главным образом в дроздовское, сложились условия для жизнедеятельности организмов-каркасообразователей.

В заключение выше изложенного отметим следующее.

Наиболее мощные толщи органогенных карбонатных отложений, состоящих из желваково-аккумулятивных цианобактериальных банок и желваково-детритовых багрянковых построек приурочены к палеоподнятиям шельфовых зон северной и юго-западной частей Припятского прогиба. Для пород органического генезиса характерны интенсивные постседиментационные преобразования: доломитизация, выщелачивание, перекристаллизация, приводившие к формированию высокоёмкостных коллекторов. В Туровской центриклинали формирование чистых известняков периодически осложнялось сносом со стороны Микашевичско-Житковичского выступа и Украинского щита терригенного материала, поэтому на данной территории, перспективными с точки зрения образования коллекторов являются не только карбонатные органогенные, но и песчаные отложения. Толщи, сложенные скоплениями отмерших организмов, подвергшиеся процессам разложения, являлись поставщиками преобразованного органического вещества, потенциального источника генерации углеводородов [4]. Северная зона ступеней является основным нефтеносным районом Припятского прогиба, здесь выделено несколько зон нефтенакпления: Судовицко-Березинская, Александровская, Речицко-Вишанская, Червонослободская, Руднинско-Малодушинская и др., в которых уже открыт и разведан ряд месторождений нефти, однако, карбонатные органогенные отложения литологической пачки М₆ в объёме туровского и дроздовского горизонтов елецкого надгоризонта, как и тонежского горизонта задонского надгоризонта, по-прежнему остаются здесь перспективными на открытие новых месторождений углеводородного сырья [4, 6].

1. Антипенко С. В., Саченко Т. Ф., Кручек С. А. О палеогеографических реконструкциях и организмах-индикаторах условий образования нефтеперспективных органогенных отложений юго-западной части раннефаменского Припятского бассейна седиментации // Актуальные проблемы современной геологии, геохимии и геофизики. Брест: БрГУ, 2011. Ч. 1. Геология и геохимия. С. 22–24.

2. Антипенко С. В., Саченко Т. Ф., Кручек С. А. Палеогеографические особенности формирования нижнефаменских нефтеперспективных образований северо-западной части Припятского прогиба // Проблемы региональной геологии и поисков полезных ископаемых. Мн.: БГУ, 2013. С. 3–5.

3. Антипенко С. В., Кручек С. А., Саченко Т. Ф. Об особенностях формирования нефтеперспективных органогенных образований нижнего фамена северо-восточной части Припятского прогиба // Актуальные проблемы наук о Земле. Геологические и географические исследования трансграничных регионов: Матер. Международ. науч.-практ. семин. Брест, 21–25 сент. 2015 г. Брест: БрГУ, 2015. С. 24–28.

4. Геология и нефтегазоносность запада Восточно-Европейской платформы: к 70-летию Белорус. науч.-исслед. геологоразведоч. ин-та. Мн.: Беларуская навука, 1997. С. 171–508.

5. Обуховская Т. Г., Кручек С. А., Пушкин В. И. и др. Девонская система // Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений: Объяснительная записка. Мн.: БелНИГРИ, 2010. С. 98–114.

6. Синичка А. М., Ланкуть Л. М. Состояние изученности сложнопостроенных ловушек нефти в Припятском прогибе // Геология, поиски и освоение месторождений полезных ископаемых Беларуси: Мн.: БелГЕО, 2007. Вып. 2. С. 74–99.

УДК 551.1

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГНОЗНОЙ МЕТОДИКИ ДЛЯ ПОИСКА УГЛЕВОДОРОДОВ В РАЗРЕЗАХ СКВАЖИН

Л. В. Скакальська¹, А. В. Назаревич¹, Е. С. Струк²

¹ Карпатское отделение Института геофизики НАН Украины, ул. Научная 36,
79060 Львов, Украина; skakalska.sbigph@gmail.com; nazarevych-a@cb-igph.lviv.ua

² Национальный университет «Львовская Политехника», ул. Степана Бандеры, 28а,
79000 Львов, Украина; struk@polynet.lviv.ua

При поиске залежей нефти и газа в разрезах скважин в коллекторах со сложным строением влияние на каротажные данные побочных факторов усложняет определение петрофизических характеристик, типа насыщения пород-коллекторов. Поэтому повышение точности и эффективности прогнозирования пористости и типа флюидонасыщения пород в разрезах скважин актуально. Наша комплексная математическая методика предлагает достоверное решение этой задачи.

Различение типа флюида в порах пород выполняется по функции минимизации модуля отклонения скорости, рассчитанной согласно физико-математической модели, от скорости, полученной по данным интервального времени:

где

В теоретических расчётах нашей методики используются эмпирические корреляционные соотношения, связывающие эффективное давление, пористость и сжимаемость сухой и насыщенной

жидкостью породы геологических разрезов конкретных скважин, для пород разного типа и геодинамического генезиса. Новый результат – впервые спрогнозированные в разрезах ряда скважин тонкие нефте-, водо- и газонасыщенные слои и прослои. Таким образом, методика позволяет искать ловушки неструктурного типа. Рассчитываются упругие характеристики слоёв разрезов скважин.

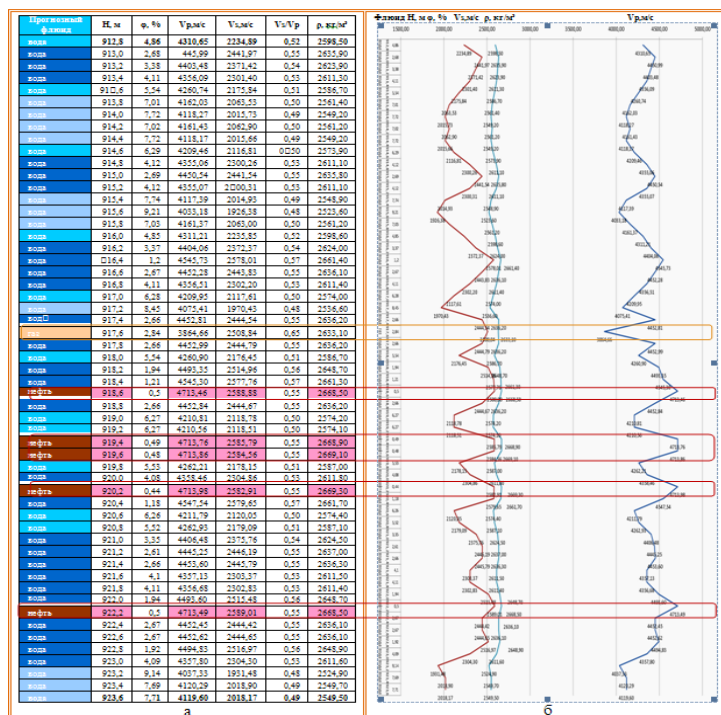


Рисунок – Пример результатов расчёта по прогнозной методике для интервала гл. 912,8–923,6 м (глинистые известняки) разреза скв. 3-Бучачская по данным АК
а – значения упругих параметров для тонких слоёв и прогнозируемый наполнитель пор – газ, нефть или вода; б – поведение скоростей упругих волн и плотности на представленном интервале

Таблица – Усреднённые значения упругих параметров разреза скв. 3-Бучачская для интервалов с глинистыми известняками и различным наполнителем пор

Порядковый номер интервала		Исследуемый интервал с глинистыми известняками	V_p , м/с	V_s , м/с	V_s/V_p	ρ , кг/м ³	p , МПа	φ , %	$(\mu, \text{Па}) \cdot 10^{11}$		
Долготный разрез	D ₁	1	113,6-115,8	3695,35	1806,49	0,50	2563,73	1,13	6,87	0,13	
		2	143,4-147,8	4140,41	2040,93	0,50	2605,85	1,43	4,09	0,14	
		3	87,0-288,4	4246,97	2380,87	0,56	2616,09	8,00	3,82	0,18	
		4	912,8-923,6	4137,38	2289,25	0,56	2587,30	9,34	5,49	0,15	
		5	903,4-907,4	3391,09	2333,16	0,68	2333,32	9,40	8,04	0,23	
		6	990,0-1004,4	3578,66	2349,62	0,66	2520,98	9,76	9,36	0,24	
		7	1021,4-1032,6	3572,16	2331,52	0,65	2502,47	10,07	10,43	0,25	
		8	1045,4-Н1053,8	3585,51	2360,29	0,66	2514,73	10,29	9,73	0,24	
		9	1199,6-1207,2	3744,04	2465,71	0,66	2564,42	11,78	6,84	0,23	
		10	1215,8-1226,6	3731,47	2454,31	0,66	2545,87	11,97	7,91	0,22	
		11	1236,8-1244,8	3669,01	2434,55	0,66	2523,31	12,16	9,23	0,24	
		12	1264,0-1327,0	3712,14	2460,93	0,66	2533,18	12,68	8,65	0,23	
		13	1330,4-1332,2	3798,33	2506,35	0,66	2578,27	13,05	6,03	0,20	
		Значения параметров для глинистых известняков разреза:		максимальное	4246,97	2506,35	0,66	2616,09	13,05	10,43	0,25
				минимальное	3572,16	1806,49	0,50	2502,47	1,13	3,82	0,13
		среднее	3784,86	2325,69	0,62	2553,04	9,36	7,47	0,20		

Методика обеспечивает надёжное прогнозирование физических характеристик и типа наполнителя пор пластов. Построены выражения для расчёта коэффициентов эмпирических соотношений методики, применимых для произвольного геологического региона с имеющейся параметрической базой.

Выводы. Результаты проведённых нами с использованием комплексной прогнозной методики и разработанного программного обеспечения исследований каротажных данных позволяют эффективно определять слои с газом, водой или нефтью.

1. Вербицкий Т. З., Починайко Р. С., Стародуб Ю. П. и др. Математическое моделирование в сейсморазведке. Киев: Наук. думка, 1975. 275 с.

2. Скакальська Л. В. Прогнозирование физических и коллекторских свойств пород-коллекторов для поиска нетрадиционного газа // Баку: Научные труды. 2014. № 1. С. 4–10.
3. Скакальська Л. В. Назаревич А. В. Прогнозирование нефтегазоводонасыщенности пород разной литологии и геодинамического генезиса в разрезах скважин // Геодинамика. 2015. № 1(18). С. 102–119 (на украинском языке).
4. Скакальська Л. В., Назаревич А. В. Методика прогнозирования нефтегазоносности пород разрезов скважин // Нефть, газ и бизнес. 2016. № 3. С. 38–44.

УДК 551.761.1(476-12)

О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ ГОМЕЛЬСКОЙ СТРУКТУРНОЙ ПЕРЕМЫЧКИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРУКТУР В КОРЕНЁВСКОЕ ВРЕМЯ РАННЕГО ТРИАСА

В. И. Толстошеев, С. А. Кручек, П. О. Сахарук

Филиал «Институт геологии» Государственного предприятия «НПЦ по геологии», ул. Академика Купревича 7, 220141 Минск, Республика Беларусь; polina.sakharuk@gmail.com

О присутствии отложений триасовой системы за пределами Северо-Припятского разлома, в том числе и на Гомельской структурной перемычке, выделенной Р. Г. Гарецким и др. [1, 2], указывалось в ряде работ В. К. Голубцова и К. Н. Монкевича [3–6, 10]. Однако какой-либо конкретный материал по ним не приводился. Более подробно этот вопрос был рассмотрен в 2015 г. в отчёте В. И. Толстошеева, С. А. Кручека и И. Д. Кудрявца «Разработка геолого-генетических моделей формирования девонско-мезозойских отложений Северо-Припятского плеча Припятского прогиба в связи с поисками полезных ископаемых». В результате было установлено, что на исследуемой территории нижнетриасовые отложения распространены только вдоль южной прибортовой зоны Северо-Припятского плеча, занимают южную часть Гомельской структурной перемычки (Урицкий, Рандовский, Пионерский, Сосновский, Западно-Сосновский и Терешковичский блоки и Чёнковский грабен), а также заходят в пределы Клинцовского грабена (Костюковский, Гомельский и Новобелицкий блоки). В северном направлении они простираются до населённых пунктов Телеши, Урицкое, Ветка (рис.). На подстилающих образованиях коренёвские отложения залегают трансгрессивно с крупным стратиграфическим несогласием, но в спокойном горизонтальном положении, без тектонических нарушений, что хорошо видно на временных сейсмических профилях. В пределах южных прибортовых участков Паричской (скв. Южно-Борецкая 1) и Хатецкой (скв.: Городокская 4, Хатецкая 2 и Решетниковская 6) ступеней Северо-Припятского плеча (за пределами рис.) они ложатся на породы каменноугольной или пермской систем. На восточных участках Хатецкой и Телешинском блоке (скв. Вишнёвка 805) Городокской ступени плеча коренёвские песчаники перекрывают терригенные образования франского (Вишнёвка 805) и карбонатные породы (скв. Борховская 1) фаменского яруса верхнего девона. На Гомельской структурной перемычке коренёвские отложения залегают в основном на породах франского яруса верхнего девона, что установлено на южном участке Урицкого (скв.: Урицкие 3, 18, 75, Рандовка 80), Рандовском (скв.: Прибор 19, 20, 82, 83д, 84, Рандовка 81), Пионерском (скв. Центролит 1), Сосновском (скв. Сосновка 792), Западно-Сосновском (скв. Сосновка 784), Бобовичском (скв. Чкалово 822), Терешковичском блоках и в Чёнковском грабене (скв.: Чёнки 1, Калинина 90у и др.). В скв. Урицкая 4 коренёвские образования залегают на гранитном ксенолите, который геологами воспринимался как выступ кристаллического фундамента. Но как показали сейсмические исследования, этот выступ, скорее всего, является ксенолитом, который образовался в процессе активной вулканической деятельности на Гомельской перемычке в конце франского века позднего девона. В Клинцовском грабене на Костюковском блоке (скв. Поколюбичи 1мв) отложения свиты перекрывают эродированные породы полоцкого горизонта живетского яруса среднего девона, а на Гомельском (скв.: Гомель 3мв и 9) и Новобелицком (скв. Ново-Белица 96у) блоках они залегают на образованиях наровского надгоризонта эйфельского яруса среднего девона. Как на Гомельской структурной перемычке, так и на сопредельных структурах перекрываются коренёвские отложения также со стратиграфическим несогласием преимущественно песчано-глинистыми породами батского яруса средней юры, и только в южной части перемычки (скв.: Центролит 1, Ченки 1, Чкалово 822 и др.) на песчаниках коренёвской свиты залегают глинистые породы мозырской свиты нижнего триаса.

Наиболее полные разрезы коренёвской свиты присутствуют в Припятском прогибе, где они подразделяются на три подсвиты: нижнюю – песчано-конгломератовую, среднюю – песчано-оолитовую и верхнюю – песчаную [4]. В южной прибортовой зоне Северо-Припятского плеча полнота разреза отложений коренёвской свиты изменяется от нижней (скв.: Паричская 1, Южно-Борецкая 1) до верхней (скв. Городокская 4) подсвит общей мощностью от 16 м (скв. Паричская, инт. 175,0–159,0 м) до 82,5 м (скв. Городокская 4, инт. 385,0–302,5 м). При этом в разрезе обычно присутствует только нижняя подсвита. В частности, в скв. Южно-Борецкая 1 поднятый керн (инт. 240,8–233,7 м и 233,7–211,0 м) представлен песчано-глинистыми образованиями красно-бурых и тёмно-бурых окрасок со светло-голубоватыми пятнами и разводами. Коренёвский возраст указанных отложений определён условно по положению в разрезе и сопоставлению по материалам ГИС с другими разрезами триаса Припятского прогиба [9].

В отличие от южной прибортовой зоны Северо-Припятского плеча в южной части Гомельской структурной перемычки в связи с поисковыми работами на алмазы Белорусской геологоразведочной экспедицией (М. Г. Левый) РУП «Белгеология» коренёвские отложения нижнего триаса с полным подъёмом керна были вскрыты рядом скважин на вышеуказанных блоках. Здесь они по данным [8] представлены толщей песчаников пестроцветных (красновато-бурых и желтовато-оранжевых), мелко- и среднезернистых, местами разномзернистых, преимущественно кварцевых, с подчиненными прослоями глин и алевролитов мощностью от 7,0 м (скв. Урицкая 18) до 44,5 м (скв. Прибор 19). По всей толще наблюдается присутствие известковых оолитов. Проведённые детальные литолого-геохимические исследования оолитовых песчаников позволили сравнить их с коренёвскими породами нижнего триаса Припятского прогиба. В отличие от разрезов коренёвской свиты в Припятском прогибе и в южной прибортовой зоне Северо-Припятского плеча, коренёвские породы на Гомельской структурной перемычке представлены только отложениями средней (песчано-оолитовой) подсвиты, соответствующей максимальному развитию трансгрессии моря коренёвского времени раннего триаса, распространявшейся за пределы Северо-Припятского краевого разлома.

На составленной «Карте мощностей отложений коренёвской свиты» (рис.) показано, что блоки кристаллического фундамента перемычки разбиты разломами разного ранга с нарушением верхнепротерозойско-девонского осадочного чехла. Разломы и блоки сформировались в основном в позднем девоне (франкий и фаменский века) с возникновением рифтогенеза в процессе растяжения земной коры и её листрического раскалывания над глубинным мантийным астенолитом, что сопровождалось вулканической деятельностью. На карте видно, что отложения нижнего триаса без каких-либо нарушений сплошным чехлом перекрывают блоки на территории Гомельской структурной перемычки и сопредельных структурах, а также погребённый Северо-Припятский краевой разлом, и заходят севернее его в пределы Хатецкой и Городокской ступеней.

Отложения коренёвской свиты Гомельской перемычки и соседних структур относятся к ранне-среднетриасовой поздней фазе стадии наложенной синеклизы, которой завершился герцинский этап формирования юго-восточной части Беларуси, где располагались Припятский прогиб, Брагинско-Лоевская седловина, Северо-Припятское плечо и Гомельская структурная перемычка. Начиная с коренёвского времени (251,0–249,7 млн лет назад, продолжительностью 1,3 млн лет) индского века раннего триаса и в среднем триасе в юго-восточную часть Беларуси из Днепровско-Донецкого прогиба вдавался пресноводный континентальный водоём, в котором накапливались осадки пестроцветной молассоидной формации [2, 7]. Судя по мощностям коренёвских отложений здесь сформировалась западная центриклинальная часть синеклизы, наложенная на Припятско-Донецкий палеорифт. В её северной части (включая Гомельскую перемычку) рельеф области сноса был более пологий, что находит отражение в большей тонкозернистости и отсортированности всего обломочного материала. На Гомельской перемычке и юго-западной части Клиновского грабена мощности отложений коренёвской свиты увеличиваются в юго-восточном направлении от 10 до 100 м и более. На Бобовичском блоке мощность образований коренёвской свиты увеличивается до 89,3 м (скв. Чкалово 822), и в её разрезе присутствуют все три подсвиты. На Гомельской перемычке центриклинальное замыкание осложнено Давыдовской брахиантклиналью с отметкой изолинии 30 м и несколькими локальными структурными носами (Урицкий и др.). Среди них выделяется Западно-Давыдовский структурный залив с отметкой изопахиты 40 м. На Хатецкой ступени вырисовалась Борховская антиклиналь с отметкой изопахиты 30 м, с которой граничит Северо-Борховский структурный залив. Возле Северо-Припятского краевого разлома разместилась Южно-Борховская брахисинклиналь с отметкой изопа-

хиты 90 м. В южном направлении в сторону Припятского прогиба возрастает полнота разреза триасовых отложений за счёт пестроцветных песчано-глинистых образований оленёкского яруса нижнего триаса и анизийского и ладинского ярусов среднего триаса (мозырская, калиновичская и наровлянская свиты).

Таким образом, установленные в пределах Гомельской структурной перемычки отложения коренёвской свиты индского яруса нижнего триаса расширяют наши представления о геологическом строении данной структуры и могут быть использованы при проведении геологического картирования и поисковых работ на полезные ископаемые.

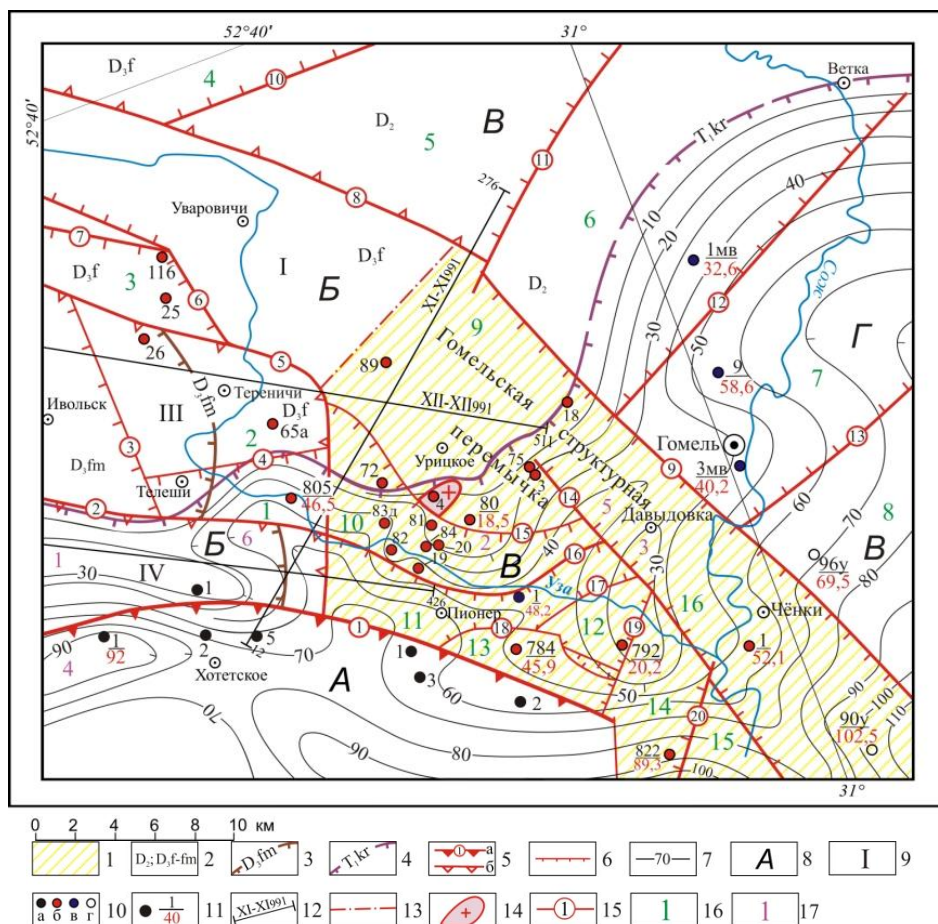


Рисунок – Карта мощностей отложений Коренёвской свиты индского яруса нижнего триаса Гомельской структурной перемычки и сопредельных территорий

1 – Гомельская структурная перемычка, 2 – подстилающие отложения: среднего девона D_2 , верхнего девона – франского D_3f и фаменского D_3fm ярусов; 3 – граница распространения отложений фаменского яруса верхнего девона, 4 – граница распространения отложений коренёвской свиты индского яруса нижнего триаса, 5–6 – погребённые разломы, 7 – изопакиты отложений коренёвской свиты, м, 8 – тектонические структуры: А – Припятский грабен, Б – Северо-Припятское плечо, В – Клиновский грабен, Г – западное центриклинальное замыкание наложенной Припятско-Днепровской синеклизы; 9 – тектонические ступени: I – Кошелевская, II – Медведковская, III – Городокская, IV – Хатецкая; 10 – скважины: а – нефтяные глубокие, б – на обнаружение трубок взрыва, в – гидрогеологические, г – прочие; 11 – скважина, в числителе её номер, в знаменателе мощность отложений коренёвской свиты, м; 12 – сейсмические профили, 13 – условная граница между Кошелевской ступенью и Гомельской перемычкой; 14 – гранитный ксенолит; 15 – номера разломов (цифры в кружках): 1 – Северо-Припятский, 2 – Городокский, 3 – Завичский, 4 – Северо-Телешинский, 5 – Малиновско-Глазовский, 6 – Кошелевский, 7 – Глазовский, 8 – Жлобинский, 9 – Гомельский, 10 – Южно-Присновский, 11 – Костюковский, 12 – Южно-Ветковский, 13 – Сожский, 14 – Западно-Чёнковский, 15 – Урицкий, 16 – Северно-Пионерский, 17 – Северно-Сосновский, 18 – Южно-Пионерский, 19 – Западно-Бобовичский, 20 – Восточно-Бобовичский; 16 – номера блоков кристаллического фундамента: 1 – Телешинский, 2 – Тереничский, 3 – Глазовский, 4 – Дуравичский, 5 – Даниловичский, 6 – Костюковский, 7 – Гомельский, 8 – Новобелицкий, 9 – Урицкий, 10 – Рандовский, 11 – Пионерский, 12 – Сосновский, 13 – Западно-Сосновский, 14 – Бобовичский, 15 – Терешковичский, 16 – Чёнковский грабен; 17 – локальные структуры: антиклинали, брахиантиклинали, структурные носы: 1 – Борховская, 2 – Урицкий, 3 – Давыдовская; синклинали, гемибрахисинклинали, брахисинклинали, структурные заливы, 4 – Южно-Борховская, 5 – Западно-Давыдовский, 6 – Северо-Борховский

1. Гарэцкі Р. Г., Канишчаў В. С., Каўхута А. М. і др. Тэктоніка Паўночна-Прыпяцкага пляча // Літасфера. 1997. № 6. С. 34–48.
2. Геология Беларуси / Под ред. А. С. Махнач, Р. Г. Гарецкого, А. В. Матвеева и др. Минск: Ин-т геологических наук НАН Беларуси, 2001. 815 с.
3. Голубцов В. К., Кручек С. А., Кедо Г. И. и др. О геологическом строении северной и южной прибортовых зон Припятской впадины (девонские и каменноугольные отложения) // Новые данные по стратиграфии осадочной толщи Белоруссии. Мн.: Бел НИГРИ, 1975. С. 56–125.
4. Голубцов В. К., Монкевич К. Н. Триасовая система // Геология Беларуси / Под ред. А. С. Махнач, Р. Г. Гарецкого, А. В. Матвеева и др. Мн.: Ин-т геологических наук НАН Беларуси, 2001. С. 273–284.
5. Голубцов В. К., Монкевич К. Н. Стратиграфическая схема триасовых отложений Беларуси // Літасфера. 2005, №1(22). С. 103–107
6. Голубцов В. К., Монкевич К. Н. Триасовая система // Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси. Объяснительная записка: Мн.: ГП «БелНИГРИ», 2010. С. 133–142.
7. Зональная стратиграфия фанерозоя России / науч. ред. Т. Н. Корень. СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. 256 с.
8. Кручек С. А., Обровец С. М., Левый М. Г. Об оолитах триасовых отложений Гомельской структурной перемычки // Літасфера. 2007. № 2(27). С. 76–80.
9. Кручек С. А., Толстошеев В. И., Некрята Н. С., Клименко З. М. О находке отложений каменноугольного возраста на юге Северо-Припятского плеча // Докл. НАН Беларуси. 2001. Т. 45, № 3. С. 100–104.
10. Монкевич К. Н. Пермские и триасовые отложения Припятского прогиба. Минск: Наука и техника, 1976. 102 с.

УДК 553.04;553.9(476)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

А. В. Унукович

Белорусский национальный технический университет, энергетический факультет, пр. Независимости 65/2,
220013 Минск, Республика Беларусь; ef@bntu.by

Природные энергетические ресурсы – это промышленные запасы ископаемого топлива (уголь, нефть, природный газ, горючие сланцы и др.), геотермальная энергия Земли (тепло горных пород и флюидов), гидроэнергия, энергия Солнца, ветровая энергия, другие природные источники энергии. Природный энергетический фактор в современных условиях играет важнейшую роль в деятельности человека и обеспеченности природными энергетическими ресурсами, а также эффективность их использования в значительной степени определяет темпы экономического развития и благосостояния людей. Природные энергетические ресурсы, преобразованные в электрическую и тепловую энергию, поддерживают жизнь людей, берегают их здоровье, облегчают труд и экономят время. Повышение жизненного уровня населения, с одной стороны, связано с доступностью энергии, с другой стороны, спрос на энергию непрерывно увеличивается, что обуславливает и быстрый рост энергопотребления, несмотря на всё более глубокое понимание того, что неконтролируемое её потребление несёт в себя глобальную угрозу окружающей среде. Так, большое потребление угля и нефти в целях производства электрической и тепловой энергии вызывает кислотные дожди и другие загрязнения, которые наносят экологический ущерб водным системам, лесам и сельскохозяйственным землям, а также разрушают промышленные и гражданские сооружения. Вследствие потребления энергии ежегодно выбрасывается в окружающую среду огромное количество диоксида углерода (CO₂) и некоторых других газообразных продуктов сгорания, что чревато возникновением в атмосфере парникового эффекта. Чрезмерные выхлопы автомобилей в больших городах загрязняют воздух смогом, который угрожает потерей личного здоровья и чистоты среды обитания.

Отсюда возникает необходимость повышения эффективности их использования во всех сферах экономической и социальной деятельности. Прежде всего, необходима разработка технологий, обеспечивающих сбережение топлива, электрической энергии и тепла в автомобильном транспорте, промышленности, жилищно-коммунальном и сельском хозяйстве, которые снизили бы отрицательные эффекты сжигания ископаемого топлива, связанного с образованием вредных выбросов и загрязнением воздуха в городах и потеплением климата. Не меньшее значение приобретают устойчивость рынка ископаемого топлива и надёжность энергоснабжения.

Целесообразность более эффективного использования природных энергетических ресурсов обуславливается необходимостью: повышения качества жизни людей, уменьшения уровня загрязнения

окружающей среды при истощении традиционных природных энергетических ресурсов; экономии финансовых ресурсов на основе внедрения эффективных технологий, способных приносить прибыль и снижать расходы на проведение природоохранных мероприятий; развития рыночных механизмов как движущей силы, обеспечивающих индивидуальный выбор и конкуренцию, а также эффективное использование природных ресурсов на основе устранения ряда бюрократических барьеров и перестройки управленческих структур, основанных на порочных стимулах; повышения эффективности использования ограниченных финансовых ресурсов путем сокращения расточительного их использования на создание нерентабельных горнодобывающих и других предприятий, что обеспечит увеличение отдачи от вложенного капитала и явится единственным источником экономического роста; устранения причин неправильного использования трудовых ресурсов и формирования эффективных направлений научно-технического прогресса на основе рациональных экономических стимулов, обеспечивающих производительное использование природных ресурсов и привлечение достаточно высококвалифицированной рабочей силы.

Для реализации макроэкономического подхода и успешного решения современных экологических проблем представляется необходимым разработка программ, учитывающих связь первичных природных ресурсов с производством на основе их конечной продукции. В этой связи также необходим анализ возможностей взаимозаменяемости природных энергетических ресурсов с позиции их экономии при сохранении и увеличении конечных результатов. При этом важным представляется определение критического запаса природных ресурсов, который необходимо сохранить при любых вариантах экономического развития. Как показывает практика, повышение эффективности использования природных ресурсов и энергосбережение благоприятно оказывает влияние на экономическое развитие и состояние окружающей среды, а также снижает антропогенную нагрузку на экосистемы в целом.

Анализ показывает, что величина импорта природных энергетических ресурсов определяется внутренними потребностями в этих ресурсах, наличием собственных запасов энергетических ресурсов, издержками на их добычу и переработку, экологической составляющей и транспортным фактором. Однако, даже при значительных собственных запасах природных энергетических ресурсов, когда их добыча или транспортировка чрезмерно дороги, импорт всегда становится экономически выгодным. При этом внутренняя потребность экономики в природных энергетических ресурсах всегда связана с её техническим развитием и по мере относительной стабильности экономического роста и формирования факторов энергосбережения темпы увеличения внутренних потребностей в природных энергетических ресурсах, как правило, снижаются. Если рассматривать экспортную составляющую природных энергетических ресурсов, то она зависит от сравнительной эффективности по отношению к другим отраслям экономики, величины издержек на их добычу и транспортировку, возможностей формирующихся факторов энергосбережения и научно-технического прогресса в этой сфере деятельности. При этом следует руководствоваться следующим правилом: если развитие других отраслей экономически более выгодно, а издержки на добычу природного ресурса чрезмерно велики, то выгоднее импортировать природные энергетические ресурсы или чистую энергию. В этом отношении Беларусь из-за незначительных запасов собственных природных энергетических ресурсов или их отсутствия в основном является их импортёром, что обуславливает необходимость развития высокоэффективных других отраслей экономики на основе энергосбережения.

Не менее важным представляется принятие мер, обеспечивающих ускоренное проникновение энергосберегающих технологий на белорусский рынок, внедрение их в сферу производства и другие виды практической деятельности людей. Необходимо принятие шагов по созданию новых условий, при которых вкладывать капитальные затраты в использование энергосберегающих технологий было бы предпочтительнее по сравнению с расходами на увеличение производства топлива или создание новых производящих энергию мощностей. Необходимы нормативные требования, определяющие минимальные нормы эффективности для всех энергосберегающих технологий, приспособлений, устройств и приборов, а также эффективных форм организации их использования.

Например, экономное освещение является одним из важнейших факторов сокращения расходов электроэнергии и сбережения различных природных энергетических ресурсов. Одним из перспективных практических подходов решения этой важной проблемы может быть предоставление потребителям энергии различных субсидий на замену существующих осветительных приборов более экономными, а также права перераспределения в свою пользу полученной части денежных средств от эконо-

номленных топливных ресурсов. Необходимо сделать так, чтобы производители экономичных осветительных приборов сами были заинтересованы в решении этой проблемы. Как известно, потребление энергии в условиях недостаточно развитой экономики низкое, но при этом быстро растет спрос на энергию и обеспечивается её эффективное использование. Поэтому собственное производство и внедрение энергосберегающих технологических средств будет не только способствовать развитию собственной экономики, и в то же время сохранять спрос на энергию на относительно низком уровне, что в свою очередь будет обеспечивать эффективное использование природных энергетических ресурсов. Эффективность в этом случае экономит не только природный, но и человеческий, производственный и другие виды капитала, а также снижает загрязнение окружающей среды.

Экономическое развитие нашей страны на основе энергосбережения может внести посильный вклад в решение современных экологических проблем. Однако определяющей ролью при этом остается необходимость повышения благосостояния увеличивающейся численности населения. С другой стороны, централизованное управление экономикой имеет склонность к использованию неэффективных производственных процессов, низкой эффективности использования энергии, а также в большой доле использования традиционных топливных ресурсов энергетическом балансе. Средняя интенсивность энергопотребления в основных секторах такой экономики хотя и снижается, однако она остается достаточно высокой в сравнении с развитой рыночной экономикой. Поэтому основным фактором будущего экономического развития Беларуси следует считать использование возможностей, связанных с повышением эффективности использования всех видов энергии. Естественно, для реализации таких возможностей потребуются значительные технологические изменения на основе перемещения экономически эффективного капитала из экономически развитых стран, но при этом потребуются также структурные изменения в собственной экономике. Нужна новая экономическая политика, содействующая в первую очередь повышению эффективности использования природных энергетических ресурсов, созданию рыночных отношений в экономике и развитию кооперации на мировом рынке в сфере энергосбережения.

Считаем, что повышение стоимости топливных ресурсов экономически обедняет их потребителей независимо от того, где это происходит и какое их экономическое состояние. Поэтому в таких условиях важны политические меры, направленные на стимулирование эффективного энергопотребления за счет внедрения высокоэффективных технологий, которые позволяют постоянно отказываться от традиционных источников энергии и неэффективного использования природных энергетических ресурсов. При этом максимальная экономия энергии в условиях Беларуси может быть достигнута и определена в следующих основных областях: освещение; отопление, автомобильный транспорт; производственные системы; средства, используемые в быту.

УДК 553.98.(476)

РЕСУРСНАЯ ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА НЕФТЕНОСНОСТИ В НЕТРАДИЦИОННЫХ КОЛЛЕКТОРАХ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА НА ПРИМЕРЕ САВИЧСКО-БОБРОВИЧСКОГО ОБЪЕКТА

Е. И. Шевелев, О. П. Лемещенко

РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» БелНИПИнефть, ул. Книжная 15а,
246003 Гомель, Республика Беларусь; e.shevelev@beloil.by

В связи с получением положительных результатов по освоению низкопроницаемых коллекторов в пределах Речицкого месторождения нефти Припятского прогиба, важным вопросом является разработка методики оценки ресурсного потенциала углеводородного сырья, сконцентрированного в низкопроницаемых породах-коллекторах, наибольшее распространение которых в Припятском прогибе характерно для нижнефаменских отложений Центрального района структурных форм. В наши дни существует необходимость в изучении нетрадиционных, трудноизвлекаемых ресурсов, локализация и оценка которых позволит расширить ресурсную базу углеводородов Республики Беларусь. В рамках темы «Разработка научно обоснованной методики и технологии локализации углеводородов в залежах неструктурного типа – слабопроницаемых породах-коллекторах доманикового типа северной

части Центрального района структурных форм Припятского прогиба» выполненной в РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» БелНИПИнефть была проведена ресурсная оценка Савичско-Бобровичского участка. Основной задачей являлась выработка методики оценки ресурсов УВ, с помощью которой возможно было провести количественную оценку возможных ресурсов в пределах исследуемого объекта по имеющимся геолого-геофизическим данным.

Существуют различные методы подсчёта запасов и ресурсов УВ [1] в традиционных коллекторах, но для «нетрадиционных» коллекторов отмечается ряд проблем. Главной проблемой количественной оценки прогнозных запасов и ресурсов нефти и газа является определение методических приёмов оценки. Единой утверждённой методики оценки ресурсов в нетрадиционных коллекторах Припятского прогиба в Республике Беларусь на данный момент не существует. По имеющимся геолого-геофизическим данным была предложена методика оценки на основе трёх различных методов, которые взаимодополняют друг друга. Для характеристики традиционных ресурсов нефти, как базовый используют объёмный метод подсчёта запасов УВ [2–4], который позволяет произвести оценку объёма УВ в пустотном пространстве горной породы. При подсчёте ресурсов УВ объёмным методом учитывается ряд характеристик залежи, а именно: площадь, мощность коллектора, пористость, насыщенность УВ, плотность нефти и пересчётный коэффициент. В случае оценки нетрадиционных залежей УВ, не совсем корректно производить оценку ресурсов только объёмным методом, т. к. залежи УВ в низкопористых слабопроницаемых породах обладают рядом отличительных характеристик: региональное простирание, размытые границы, низкая первичная проницаемость, отсутствие очевидных покрышек и ловушек, отсутствие водо-нефтяного контакта, аномально близкое залегание к материнским породам, низкий коэффициент извлечения.

Предварительные работы заключались в построении петрофизической модели на основе поточечной интерпретации ГИС с детальным вертикальным расчленением отложений. Следующим этапом стало создание куба «коллектор-неколлектор». Для этого из общего объёма были выбраны ячейки, которые имели следующие граничные значения пористости $K_p^{tp} = >3\%$ и глинистости $K_g^{tp} = <20\%$ [5]. Данные ячейки в объёме модели приняты как «потенциальный коллектор». При ресурсной оценке использовалось это понятие, как совокупность традиционного коллектора и возможного коллектора.

На основе петрофизической модели были выделены и определены перспективные интервалы и объекты, которые способны аккумулировать УВ в промышленных масштабах. В пределах этих объектов была произведена ресурсная оценка объёмным методом. Площадь нефтеносности была получена на основе оконтуривания перспективных объектов по результатам петрофизического моделирования. Нефтенасыщенная толщина определена по карте перспективных нефтенасыщенных толщин полученной по результатам петрофизического моделирования. Коэффициент пористости принят равным, как среднее значение K_p всех перспективных литопачек. В отличие от традиционного резервуара, который помимо углеводородов содержит воду, высокоуглеродные формации являются гидрофобными, т. е. в них мало свободной воды и она практически не влияет на характер размещения углеводородов в породе, хотя полностью отрицать наличие воды в высокоуглеродной толще нельзя. Поэтому при подсчете ресурсов объёмным методом коэффициент нефтенасыщенности принят равным 0,8 [6]. Плотность нефти и пересчётный коэффициент, необходимые для оценки ресурсного потенциала участка, были приняты как средние значения параметров по межсолевым залежам близлежащих открытых месторождений.

В результате начальный ресурсный потенциал участка составил 92 040 тыс. т у. е. Для более корректной оценки ресурсов введён коэффициент подтверждаемости наличия ресурсов (K), равный 0,5 для Днепровско-Донецкого бассейна [7]. В результате окончательный объём оцененных ресурсов равен 46 020 тыс. т у. е. геологических ресурсов. Данный объём УВ могут аккумулировать в себе перспективные литопачки межсолевой толщи Савичско-Бобровичского участка.

Второй использованный метод для оценки ресурсов – объёмно-генетический. При подсчёте ресурсов нефти, объём которой зависит напрямую от углеводородного потенциала породы, в которой она содержится, в дополнение к традиционным методам оценки ресурсов и запасов сланцевой нефти важную роль играет оценка ресурсов объёмно-генетическим методом, основанным на возможностях самой породы генерировать углеводороды. С помощью этого метода оцениваются генерационный потенциал нефтегазоматеринской толщи и степень его реализации. Суть метода заключается в оценке количества УВ, которые могли образоваться в процессе катагенетического преобразования ОВ, десорбироваться и эмигрировать из нефтематеринской толщи в коллектор. С учётом вероятных потерь

УВ в процессе миграции рассчитывается их количество, которое могло аккумулироваться в залежи. Использование этого метода позволяет избежать субъективного набора параметров и сопоставлять объёмы углеводородов, рассчитанные объёмным и объёмно-генетическим методами. Существуют разные методики расчёта углеводородного потенциала, в зависимости от полноты исходных данных применяется тот или иной вариант расчета [6].

Определение количества эмигрировавших УВ является наиболее точной частью этого метода, а его применение рекомендуется для оценки регионов или их крупных частей со слабо разведанными запасами для установления максимально возможного объёма прогнозных УВ. При подсчёте начальных потенциальных ресурсов нефти был использован объёмно-генетический метод в модификации С. Г. Неручева [8, 9], позволяющий с достаточной точностью определить количество генерированных и эмигрировавших УВ. Переноса объёмно-генетический метод оценки ресурсов на изучаемый участок мы получаем следующие результаты:

$$Q_{эм} = 0,012 \cdot [C_{орг} \cdot \rho \cdot h \cdot 10^4] \cdot C_{орг} \cdot P \left[\frac{K}{1 - K} \right] \text{ т/км}^2$$

где $C_{орг}$ был принят для межсолевых отложений, как среднее значение по всем определениям по результатам геохимических исследований кернового материала. Плотность пород (ρ) для межсолевых отложений принята согласно результатам исследования керна, как среднее значение. h – средневзвешенная мощность нефтематеринских отложений. Коэффициент миграции (k) определён по зависимости от градации катагенеза для разных генетических типов ОВ и его концентраций [8]. Биту-мюидный коэффициент (P) определён по зависимости Успенского-Вассоевича [10]. Исходя из упомянутой формулы мы получаем величину эмигрированной нефти на единицу площади для межсолевых отложений: $Q_{эм} = 191\,648 \text{ т у. е./км}^2$. Умножая количество эмигрированной нефти на коэффициент аккумуляции для Днепрово-Донецкого бассейна равный 0,2, получаем количество аккумулировавшихся УВ. В результате плотность ресурсов составила $38\,329 \text{ т у. е./км}^2$. Площадь нефтематеринских пород составляет 0,86 тыс. км². Конечный объём эмигрированной нефти – 32 963 тыс. т у. е.

Основным способом оценки перспективности площадей традиционных залежей с точки зрения оценки ресурсов УВ в недрах, является метод аналогий [11]. При оценке ресурсов УВ принято «Методическое руководство по количественной и экономической оценке ресурсов нефти, газа и конденсата», разработанные ВНИГНИ в 2000 г. [3]. Из способов прогноза ресурсов УВ методом геологических аналогий использовался способ оценки по удельным плотностям на единицу площади, т. к. способ оценки ресурсов на единицу объёма применим для регионов, где установлены закономерности изменения объёмов возможно продуктивных комплексов, а способ прогноза ресурсов по запасам усреднённой структуры применим, преимущественно, к регионам с антиклинальным типом ловушек. В Припятском прогибе не установлено чётких закономерностей изменения объёмов нефтегазоносных комплексов, а большинство открытых и прогнозируемых ловушек УВ приурочено к неантиклинальным объектам.

Способ прогноза ресурсов по удельным плотностям запасов на единицу площади применён в условиях достаточной изученности расчётных участков, при которой известны их площади и ограниченное число информативных параметров, достаточное для сопоставления расчётных участков с эталонными и оценки сводных коэффициентов аналогии между ними. В пределах принятых границ эталонного участка определяется его площадь и удельная (на единицу площади) плотность начальных запасов УВ. В качестве эталонных принимались месторождения с наиболее типичным для данного расчётного участка строением, открытие аналогов которых прогнозируется в перспективе. Для исследуемого участка, как эталонный, был принят Северо-Домановичский эталонный участок, находящийся на севере в непосредственной близости с исследуемым объектом.

Начальные потенциальные ресурсы по эталонному участку 1 533 тыс. т у. е., площадь эталонного участка 0,034 тыс. км². Средняя плотность ресурсов по эталонному участку составляет 45,1 тыс. т у. е./км². Расчётный исследуемый участок имеет площадь 810 км². Начальные потенциальные ресурсы составили 36 530 тыс. т у. е.

Также с целью определения объёмов возможных ресурсов УВ в первоочередных объектах для геолого-разведочных работ была произведена более детальная оценка объёмным методом. По литолого-петрофизическим характеристикам и результатам литофациального анализа перспективными в пределах Савичско-Бобровичского участка являются петриковско-тремлянские отложения, Наиболее

перспективными с точки зрения петрофизических свойств являются литопачки: 2.1.1.a, 2.2.1.a, 2.2.1.b, 2.2.2.a, 2.2.2.b, 2.2.2.c, 2.3.2.a.

Для определения ресурсного потенциала объектов первой очереди проведена низкая, средняя и высокая оценки. Регулирующим фактором оценки является минимальное граничное значение пористости. Количество ячеек с пористостью 3–6 % составляет около 60 %; с пористостью 6–9 % – около 30 %; с пористостью более 9 % – 10 % от числа «эффективных ячеек» (пористость более 3 %).

Для максимальной оценки принято значение пористости равное 3 %. Данное значение пористости было принято при оценке ресурсов объёмным методом, как минимальное граничное значение. Для средней оценки принято значение пористости 6 %, а для минимальной – 9 %. Эти ресурсы классифицированы как Условные ресурсы по категориям 3С (P10), 2С (P50) и 1С (P90) соответственно.

Для оценки геологических ресурсов первоочередных объектов был использован полный эффективный поровый объём перспективных литопачек в пределах перспективных объектов (Западно-Савичский, Восточно-Савичский, Западно-Цидовский) по результатам петрофизического моделирования. Для определения величины ресурсов УВ полученный из петрофизической модели полный эффективный поровый объём ($V_{\text{эпо}}$) в пределах первоочередных объектов был умножен на коэффициент нефтенасыщенности, плотность нефти и пересчетный коэффициент. Объём ресурсов указан в табл.

Таблица – Объём потенциальных нефтяных ресурсов Припятского прогиба

Эффективный поровый объём, $V_{\text{эпо}}$		Объём геологических ресурсов, тыс. т	Объём геологических ресурсов с учётом коэффициента подтверждаемости [7], тыс. т у. е
Западно-Савичский объект			
$K_{\text{п}} > 3 \% (3\text{C})$	88 071	55 484	27 742
$K_{\text{п}} > 6 \% (2\text{C})$	35 315	22 248	11 124
$K_{\text{п}} > 9 \% (1\text{C})$	356	224	112
Восточно-Савичский объект			
$K_{\text{п}} > 3 \% (3\text{C})$	91 590	57 702	28 851
$K_{\text{п}} > 6 \% (2\text{C})$	19 591	12 342	6 171
$K_{\text{п}} > 9 \% (1\text{C})$	917	578	289
Западно-Цидовский объект			
$K_{\text{п}} > 3 \% (3\text{C})$	36 612	23 065	11 533
$K_{\text{п}} > 6 \% (2\text{C})$	9 462	5 961	2 981
$K_{\text{п}} > 9 \% (1\text{C})$	352	222	111

В результате по средней оценке возможные геологические ресурсы первоочередных объектов Савичско-Бобровичского участка составили 20 276 тыс. т у. е.

Таким образом, каждый из использованных методов ресурсной оценки имеет свои положительные и отрицательные стороны. Это говорит о том, что при ресурсной оценке нетрадиционных залежей необходимо комплексно, используя, как минимум, два различных метода оценки. Наиболее подходящие для этого методы – объёмный и объёмно-генетический. Первый метод позволяет оценить эффективный объём и количество УВ, которые способен этот объём аккумулировать. Второй метод позволяет определить количество УВ, эмигрировавших из материнской толщи и способных аккумулироваться в ловушках. Совокупность методов позволит оценить потенциал нефтеносности того или иного объекта исследований. Как контрольные можно использовать и иные методы, например, метод площадных аналогий.

В пределах изучаемого объекта была произведена ресурсная оценка тремя методами. В результате по предварительной оценке в пределах лицензионного участка может содержаться в межсолевой толще от 33 млн т. до 46 млн т УВ сырья.

По имеющимся на текущий момент данным наиболее подходящим методом для оценки геологических ресурсов нетрадиционных залежей УВ доманикового типа является объёмно-генетический метод показывающий, возможную величину сгенерированных и эмигрировавших УВ из нефтематеринской толщи в пределах исследуемого объекта. Ресурсная оценка составляет порядка 33 млн т УВ.

Для более корректной оценки ресурсов и запасов УВ в нетрадиционных залежах доманикового типа необходимо использование современных методов оценки. Основным методом оценки сланцевой нефти в мировой практике является метод пиролиза (Rock-Eval). Данный метод основывается на оценке объёма генерации углеводородов по результатам комплексных геохимических исследований и позволяет определить на практике углеводородный потенциал нефтегазоматеринской породы.

1. *Бжицких Т. Г.* Подсчёт запасов и оценка ресурсов нефти и газа. Томск: Изд-во Томского политехнического ун-та, 2011. 263 с.
2. *Гутман И. С.* Методы подсчёта запасов нефти и газа. М.: Недра, 1985. 223 с.
3. Методические рекомендации по подсчёту геологических запасов нефти и газа объёмным методом / Под ред. В. И. Петерсилье, В. И. Порокуна, Г. Г. Яценко. М.– Тверь: ВНИГРИ, НПЦ «Тверьгеофизика», 2003.
4. Подсчёт запасов нефти, газа, конденсата и содержащихся в них литопачков: Справочник / Под ред. В. В. Стасенкова, И. С. Гутмана. М.: Недра, 1989. 270 с.
5. *Бескопыльный В. Н., Халецкий А. В., Рыбалко И. П.* Потенциал добычи углеводородов из полуколлекторов традиционных месторождений Беларуси // Докл. НАН Беларуси. 2013. Т. 57, №4. С. 110–113.
6. Временное методическое руководство по подсчёту запасов подвижной нефти трещинных и трещинно-поровых коллекторов сланцевого типа. Тюмень, 2016.
7. Методическое руководство по количественной и экономической оценке прогнозных ресурсов нефти, газа и конденсата. М.: ВНИГРИ, 2000. 289 с.
8. *Неручев С. Г.* Общая количественная модель углеводородов, генерируемых органическим веществом пород, и месторождений нефти и газа // Геология нефти и газа. 2010. №4. С. 2–7.
9. Теория и практика нефтегеологического прогноза. Спб.: ВНИГРИ, 2008. 366 с.
10. *Баженова О. К., Бурлин Ю. К., Соколов Б. А., Хаин В. Е.* Геология и геохимия нефти и газа. М.: МГУ, 2000. 384 с.
11. *Жданов М. А.* Методы оценки перспективных запасов нефти и газа. М.: ГОСИНТИ, 1959. 62 с.

УДК 552.578.2.061.4

ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОЛЛЕКТОРОВ В ПРОЦЕССЕ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

А. В. Шелюто

РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» БелНИПИнефть, ул. Книжная 15а,
246003 Гомель, Республика Беларусь; A.Sheluto@beloil.by

Повышение дебитов добывающих скважин – основная задача нефтедобывающей отрасли. Дебит скважины во многом зависит от состояния призабойной зоны пласта и её фильтрационных характеристик. Даже незначительное изменение проницаемости, может значительно снизить продуктивность скважины. Одна из причин изменения продуктивности – изменение напряжений в пласте и призабойной зоне пласта.

В начальных пластовых условиях вследствие упругости пород продуктивного пласта и насыщающих его жидкостей поровое пространство находится в раскрытом состоянии и не препятствует движению жидкости. Однако при вскрытии пласта или при добыче, давление снижается и происходит сжатие пустотного пространства [1].

Такие изменения особенно часто встречаются в карбонатных коллекторах, которые характеризуются разнообразием основных составляющих структуры ёмкостного пространства (пор, каверн, трещин). Проницаемость таких пород, главным образом, обеспечивается трещиноватостью. В процессе разработки по мере снижения пластового давления происходит смыкание трещин пласта.

Большая часть запасов нефти Припятского прогиба сосредоточена в карбонатных коллекторах. В связи с этим, проблема изменения фильтрационных характеристик пласта и снижение продуктивности в процессе разработки месторождений актуальна для Беларуси. Понимание природы и прогнозирование изменений в коллекторе позволяет подобрать оптимальные дебиты, депрессии и пластовые давления для максимально эффективной разработки месторождений.

Рассмотрим изменение фильтрационных характеристик пласта в процессе разработки межсолевой залежи Тишковского месторождения нефти. Межсолевая залежь Тишковского месторождения эксплуатируется четырьмя скв. 60s2, 47s2, 156, 9072. В геологическом строении межсолевой залежи месторождения принимают участие породы домановичского, задонского, елецкого и петриковского горизонтов франского яруса девонской системы. Промышленно нефтеносными являются отложения задонского и елецкого горизонтов. Тип залежи – пластовая, сводовая, стратиграфически и тектонически экранированная, структурно ограниченная. Тип коллектора – карбонатный, порово-каверново-трещинный.

По результатам гидродинамических исследований скв. 60s2 отмечается тенденция к снижению коэффициента продуктивности, что обусловлено снижением пластового давления в залежи. На рис. 1 показана зависимость продуктивности от пластового давления. При снижении пластового давления эффективное горное давление увеличивается и приводит к сжатию порового пространства коллектора.

По скважинам залежи по состоянию на 01.01.2016 г. отмечается снижение пластового давления в среднем на 47 % ниже начального пластового давления (52,26 МПа) до 27,7 МПа.

При начальном пластовом давлении породы-коллектора в районе забоя скважин задонского горизонта испытывали нагрузку от вышележащей толщи в пределах 17,79–19,71 МПа. После начала эксплуатации залежи давление в пласте снизилось, а эффективное горное давление возросло и находится в пределах 35,66–44,82 МПа, что заметно превышает предел текучести карбонатных пород (30 МПа [2]).

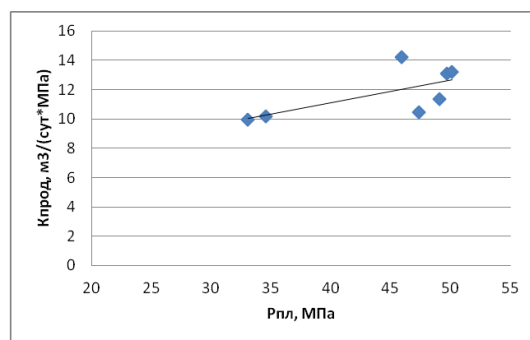


Рисунок 1 – График зависимости продуктивности от пластового давления по скв. 60s2 Тишковского месторождения

По скв. 60s2 Тишковского месторождения была произведена переинтерпретация результатов записи кривых восстановления давления (КВД) за 2012—2015 гг. с помощью программных продуктов PanSystem и КАППА. По виду билогарифмическому графику КВД для интерпретации в качестве модели пласта был выбран пласт с двойной пористостью.

Модель двойной пористости описывает поле давления в пластах с естественной трещиноватостью. Модель предполагает, что пласт разбит на блоки системой трещин. Блоки обычно характеризуются большой упругоёмкостью и малой проницаемостью, а трещины, наоборот, обладают высокой проницаемостью и малой упругоёмкостью [3]. Непосредственно после пуска скважины работают в основном трещины. Затем по трещинам начинают дренироваться блоки пласта – «матрица» породы. При этом флюид из матрицы поступает в трещины и уже по трещинам движется к скважине.

В результате интерпретации четырех наиболее качественных КВД был определён параметр относительной упругоёмкости трещин на разных этапах эксплуатации скважины. Относительная упругоёмкость характеризует соотношение упругой энергии системы трещин и резервуара в целом.

Таблица – Изменение относительной упругоёмкости трещин по скв. 60s2 Тишковского месторождения, определённой по результатам ГДИ

Дата	Относительная упругоёмкость	$P_{пл}$, МПа
09.02.2014	0,38	33,06
21.10.2013	0,44	34,55
18.07.2012	0,55	47,37
15.06.2012	0,62	49,1

По скв. 60s2 Тишковского месторождения отмечается снижение относительной упругоёмкости трещин по мере снижения пластового давления и увеличения накопленной добычи нефти. На начальном этапе эксплуатации скважины около 60 % добычи нефти обеспечивалось за счёт системы трещин, к февралю 2014 г. отбор из трещин составлял уже 40 %. При отборе нефти из пласта и отсутствии закачки, трещины под действием увеличивающегося эффективного горного давления сжимаются, некоторые трещины закрываются полностью. При этом общая проницаемость всей системы снижается.

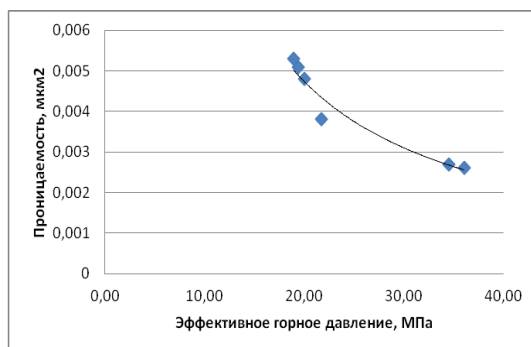


Рисунок 2 – График зависимости проницаемости от эффективного горного давления по скв. № 60s2 Тишковского месторождения

Дальнейшее снижение пластового давления может привести к полному закрытию системы трещин и снижению проницаемости, а вместе с ней и продуктивности скважины. Поскольку трещиноватость коллектора распределена неравномерно как по площади залежи, так и по мощности, смятие трещин происходит неравномерно и может привести к отключению из разработки отдельных участков залежи.

Учёт изменения проницаемости от пластового (эффективного горного) давления при гидродинамическом моделировании повысит качество адаптации моделей и прогноза технологических показателей разработки нефтяных месторождений, позволит применить более рациональную систему разработки.

1. Гиматулинов Ш. К., Ширковский А. И. Физика нефтяного и газового пласта. М.: Недра, 1982. 311 с.
2. Лобов А. И. Упруго-деформационные эффекты в девонских породах-коллекторах нефти и газа Припятского прогиба. Мн., 1994. 160 с.
3. Чодри А. Гидродинамические исследования нефтяных скважин. М.: ООО «Премиум Инжиниринг», 2011. 687 с.

УДК 552.578.2.061.4

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕТРОМАГНИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НАД СМЕЛОВСКИМ НЕФТЯНЫМ МЕСТОРОЖДЕНИЕМ (САРАТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

С. Д. Шкодин¹, А. И. Добролюбов², М. В. Решетников¹

¹ Саратовский национальный исследовательский государственный университет, геологический факультет, ул. Астраханская 83, 410012 Саратов, Российская Федерация; gmv85@list.ru

² Саратовский государственный технический университет, Институт урбанистики, архитектуры и строительства, ул. Политехническая 77, 410054 Саратов, Российская Федерация

В работе представлены результаты исследования петромагнитных свойств почвенного покрова над Смеловским нефтяным месторождением. Работы проводились летом 2016 г. с целью обоснования применения результатов петромагнитных исследований при поиске и разведке месторождений углеводородного сырья.

Исследуемая территория располагается в Энгельском р-не Саратовской обл. в 40 км к юго-востоку от г. Энгельс. Абсолютные отметки рельефа 50–60 м над уровнем моря. Рельеф территории ровный с небольшим уклоном на запад, перепад высот не превышает 10 м. На территории пробурено 2 скважины. Подтверждена промышленная нефтегазоносность. Опробование проводилось по профильной схеме. Профили были построены так, чтобы пересекать структуру, установленную сейсморазведкой. По восьми профилям было отобрано 74 почвенных проб с интервалом в 200 м.

В тектоническом плане район работ располагается в пределах северо-западной части Прибортовой моноклинали и бортовой зоны Прикаспийской впадины на территории Волжского палеопрогиба. Смеловская структура находится на Светловско-Гурьяновской ступени Волжского прогиба, в 2 км

юго-западнее Березовского месторождения. Структура по отложениям нижнего карбона (pC_{1mh} , C_{1bb} , pC_{1up}) представляет собой изолированную антиклинальную складку, в палеоплане практически изометричной формы.

С отобранными образцами проводились измерения магнитной восприимчивости KLF (магнитная восприимчивость, измеренная на низкой частоте) и KHF (магнитная восприимчивость, измеренная на высокой частоте), t_k – магнитной восприимчивости после нагрева образца до 500 °С, а также рассчитывались значения FD-фактора (частотная зависимость магнитной восприимчивости) и dk – величина прироста магнитной восприимчивости после нагрева. В процессе проведения измерений и расчётов было установлено, что: KLF почв исследуемой территории изменяется от $2,84 \times 10^{-7}$ до $8,83 \times 10^{-7}$ ед. СИ, со средним значением $7,17 \times 10^{-7}$ ед. СИ. KHF почв исследуемой территории изменяется от $2,68 \times 10^{-7}$ до $8,21 \times 10^{-7}$ ед. СИ со средним значением $6,68 \times 10^{-7}$ ед. СИ; FD-фактор изменяется в исследуемых образцах почв в интервале от 5,37 % до 7,22 %, при среднем значении 6,46 %; K_{mag} , величина характеризующая превышения значений магнитной восприимчивости над её фоновым значением изменяется в пределах от 0,40 до 1,23 ед., при среднем значении 0,99; $tKLF$ (магнитная восприимчивость, измеренная на низкой частоте, после нагрева) изменяется от $4,46 \times 10^{-9}$ до $1,12 \times 10^{-6}$ ед. СИ, при среднем значении $7,68 \times 10^{-7}$ ед. СИ; значение dk изменяется от 0,99 до 1,78, при среднем значении 1,24 ед.

Анализ данных KLF и KHF указывает на то, что на исследуемом участке значения магнитной восприимчивости распределяются достаточно в узком диапазоне значений без сильно выраженной дифференциации и отражают реальный петромагнитный фон для почв данного зонального типа.

Рассчитанные значения FD-фактора также не имеют сильно выраженной дифференциации и, скорее всего, отражают значения характерные для данного типа почв.

Значения K_{mag} указывают на низкую степень техногенной трансформации исследуемого почвенного покрова.

Результаты определения dk говорят о том, что в исследуемых почвах количество немагнитных соединений Fe в почве незначительно и не позволяет выделить аномальные зоны.

УДК 552.578.2.061

ДЕТАЛИЗАЦИЯ ЗОНЫ РАЗЛОМА ПРИБУГСКОГО ЛОКАЛЬНОГО ПОДНЯТИЯ

С. Е. Шпак

ОАО «Газпром трансгаз Беларусь», ул. Некрасова 9, 220040 Минск, Республика Беларусь

В осадочных отложениях Брестской впадины создано и эксплуатируется Прибугское подземное хранилище газа (ПХГ) в пределах одноимённой локальной структуры, осложнённой тектоническим нарушением взбросо-надвигового характера. Анализ геодинамического развития Прибугской структуры в пределах Подляско-Брестской впадины, изучение фаций и мощностей верхнепротерозойских и палеозойских отложений поднятия даёт основание предполагать, что к концу протерозоя уже существовало малоамплитудное поднятие до 35 м [1]. Основной этап формирования локального поднятия конец силура – начало девона, когда возобновились тектонические движения вдоль разломов северо-восточного простирания. Дифференцированные тектонические движения в конце раннего девона сменились общим её подъёмом и размывом силурийских отложений. На своде Прибугского поднятия полностью отсутствуют отложения нижнего девона и значительная часть верхнего силура. Практически во всех частях впадины отмечены осложняющие строение поверхности фундамента разломы, которые прослежены в отложениях верхнебайкальского и каледонского структурных комплексов. Амплитуды разломов вверх по разрезу уменьшаются.

Целью настоящей работы является уточнение положения разлома путем составления корреляционных схем распространения одноименных пород в рассматриваемой зоне Прибугской структуры, определении угла наклона сместителя разлома и определение положения разлома относительно скважин на различных глубинах, на основе имеющихся данных [2].

В разрезе самой нижней части кембрийских отложений, выделен ровенский и лантоваский горизонты. В местной стратиграфической схеме ровенскому горизонту соответствует рытская свита, представ-

ленная глинисто-алевролитовыми и алевроито-глинистыми породами с прослоями слюдистых алевролитов, а также песчаниками мелкозернистыми. По разбивке это нижний ритм осадконакопления страдечских отложений (str 1). В кровле свиты залегают красноцветные ожелезненные слюдистые глины, которые часто служат границей ритмов и могут являться опорными при определении их границ.

Лантоваский горизонт несогласно залегает на ровенском. Верхняя граница горизонта совпадает с перерывами в осадконакоплении, фиксируемыми корами выветривания. В местной стратиграфической схеме лантовасский горизонт коррелирует со страдечской свитой, в основании которой залегают песчаники глауконитово-кварцевые разнозернистые с преобладанием крупно- и грубозернистых разностей.

В пределах страдечской свиты кембрия выделено 6 литологических пачек, соответствующих трём ритмам осадконакопления. Каждый ритм начинается песчаниками и заканчивается глинами и алевролитами. Подстилающая её рытская свита сложена, в основном, глинами с прослоями алевролитов и песчаников. Залегающая выше песчаная пачка, вскрытая на глубинах 1 203–1 522 м в пределах Брестской впадины. Она представлена преимущественно, песчаниками с редкими, маломощными прослоями алевролитов и глин. Цемент породы карбонатно-кремнистый. Далее вверх по разрезу также наблюдается чередование пластов песчаников и глин. Подобное распределение пород отмечается и в зоне разлома структуры.

Таким образом, в разбивке, используемой геологической службой ПХГ, выделены ритмы: str 2, который включает песчаную пачку str 2-1 (основной продуктивный пласт-коллектор) и str 2-2 (глинисто-алевролитовая покрывка). Выше залегает второй ритм (str 3), включающий также две пачки: песчаную str 3-1 и глинистую str 3-2 (покрывка - «синие глины»).

Корреляция разрезов страдечских отложений кембрия в пределах Прибугской площади проведена по 6 профилям (ранее по 5), пересекающим структуру с северо-запада в юго-восточном направлении (в крест длинной оси поднятия), и по одному профилю с юго-запада на северо-восток (вдоль тектонического разлома по длинной оси приподнятого блока поднятия). В 2013 г. пробурена скв. № 97, которая позволила построить дополнительный разрез и значительно уточнила положение разлома. Для уточнения положения разлома на площади, использовались данные стандартного каротажа 32 скважин, разбитые на 6 профилей. При корреляции разрезов между собой использованы промыслово-геофизические материалы, описание керн, данные по кривизне скважин.

Основой для выделения разлома и определения его угла явились участки повторяющихся диаграмм данных стандартного каротажа в скв. 1р, 2р, 8р, 97, 15р, 106, 109, по которым одноименные отложения вскрыты дважды (рис.). Снос скв. 106 и 109 на профиль 2 не производился. Однако учитывались отметки пересечения разлома скважинами при определении угла его сместителя. Так, в скв. 106 на южном крыле структуры породы спановской свиты, а также пласты str 3-2 и str 3-1 вскрыты дважды, что позволило достаточно однозначно определить отметку разлома –1 100 м. В скв. 109 дважды вскрыты породы страдечской свиты, а именно пласт str 3-2, str 3-1, str 2-2. Разлом вскрыт на отметке –1 131,7 м. На профиле 2 разлом вскрыт скв. 8. Здесь его наличие отмечается по увеличенной мощности спановских отложений, где повторение разреза установлено, начиная с отметки –1 082 м. На профиле 3 разлом вскрыт скв. 2р и 1р. Здесь его наличие отмечается по повторению пласта str 3-2 в скв. 2 на отметке –1 146 м; в скв. 1р – по повторению ставских отложений верхнего кембрия начиная с отметки –986 м. На профиле 4 разлом вскрыт скв. 97 на отметке –1 127 м. Здесь его наличие отмечается по увеличенной мощности пласта str 3-2, str 3-1, str 2-2 и str 2-1. На профиле 5 разлом вскрыт скв. 15р на отметке –1 081 м. Здесь его наличие отмечается по увеличенной мощности пласта str 3-2, str 3-1. Полученные данные позволили оценить угол наклона разлома в 57°.

Профиль 1. Определение положения разлома в пределах профиля составляет сложную и достаточно неоднозначную задачу. По каротажу скв. 30р и 33р не удаётся найти участки с уверенным повторением картины изменения кривых ГК, НГК. ПС и др., свидетельствующие о наличии разлома. В целом, в скв. 33р мощность кембрийских, ордовикских, силурийских отложений больше, чем в скв. 30р. Так, в скв. 33р отмечается увеличение мощности силурийских отложений до 512 м по сравнению со скв. 30р, где соответствующие отложения составляют только 384 м. В скв. 33р ордовикские отложения имеют мощность до 48 м и до 41 м в скв. 30р, кембрийские не менее 502 м в скв. 33р и 405 м в скв. 30р. В результате можно утверждать, что ни одна из скважин не подсекла разлом, который явно затухает в лудловских отложениях силура.

Профиль 2. Данный разрез является наиболее информативным в пределах структуры с точки зрения детализации зоны разлома. Повторение части разреза спановских отложений в скв. 8р позволило определить отметку пересечения её ствола с разломом –1 082 м. Достаточно уверенно определена ампли-

туда разлома и отметки кровли основных горизонтов в его пределах. Так, амплитуда зоны разлома по поверхности страдечских отложений составляет 72 м.

Профиль 3. По профилю разлом был пересечён скв. 1р и 2р, где отмечается увеличение мощности ставских отложений по скв. 1р и повторение разреза пласта str 3-2 в скв. 2р. Анализ имеющегося материала показывает, что скв. 2р вскрыла пласт str 2-1 приподнятого блока на отметке –1 128 м, прошла по пласту до отметки –1 147 м, где и пересекла границу разлома. До отметки –1 181 м скважиной снова были пройдены страдечские глины, что подтверждается повторением разреза по данным ГИС. Общая мощность ставских отложений, вскрытых в скв. 1р, 80 м, в то время как в скв. 2р она равна 35 м.

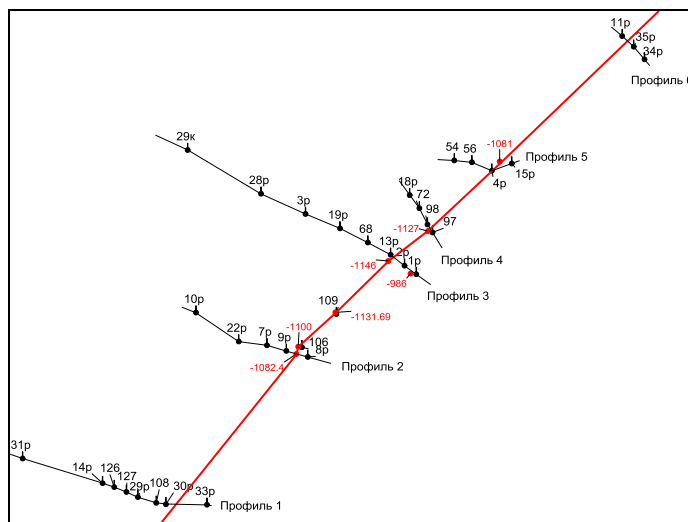


Рисунок – Схема распространения скважин, профилей и разлома Прибугской локальной структуры

Профиль 4. По профилю разлом был пересечён скв. 97 на отметке –1 127 м. В скважине наблюдается повторение разреза по данным ГИС. В приподнятом блоке спановские отложения вскрыты на полную мощность в интервале отметок от –919 до –1 047 м. Далее на полную мощность пройдены пласты str 3-2, str 3-1, str 2-2. С отметки –1 127 м наблюдается повторение разреза спановских отложений до отметки –1 127 м, на которой вскрыт пласт str 3-2. Амплитуда зоны разлома составила 80 м по поверхности пласта str 3-2.

Профиль 5. Сква. 15р были вскрыты дважды и пройдены на всю мощность верхнестрадечские глины (пласт str 3-2), что позволило уверенно определить отметку разлома в скважине –1 079 м и мощность зоны разлома по поверхности страдечских отложений 62 м.

Профиль 6. Геологический разрез включает в себя скв. 11р, 35р и 34р. По каротажу скважин не удаётся найти участки с уверенным повторением картины изменения кривых ГК, НГК, ПС и др., свидетельствующих о наличии тектонического нарушения. Однако анализ мощностей отложений указывает на спановский пласт в скв. 35р. Мощность спановских песчаников здесь возрастает до 163 м, в то время как в скв. 11р всего 135 м, и 140 м в скв. 34р. Наиболее вероятной точкой, где разлом встречен скв. 35р является отметка –1 093 м. По кровле верхнестрадечских отложений мощность зоны разлома составляет всего 6–10 м, что и создаёт трудности в его определении. При принятом угле наклона 57° разлом должен был быть встречен скв. 34р в средней части венлокских отложений. Однако анализ данных ГИС и мощностей указывает на встречу дизъюнктивного нарушения на отметке –957 м. Так, в скв. 11р мощность орлинских песчаников составляет 55 м, в скв. 35р – 56 м, в скв. 34р – 67 м. Отсюда угол сместителя разлома в створе скв. 35р и 34р составляет 51°, а в створе скв. 11р и 35р угол составляет порядка 55°, т. к. скв. 11р разлом не подсечён.

Методика определения угла наклона разлома основывается на аксиоме: «через три несовпадающие и не лежащие на одной прямой точки трёхмерного пространства проходит единственная плоскость». В нашем случае плоскостью является разлом, а точками – точки пересечения разлома скважинами. Для моделирования плоскости разлома использовалась лицензионная специализированная программа SURFER 11. Входными данными служили абсолютные отметки пересечения разлома скважинами с учётом искривления их стволов. Далее был найден угол падения плоскости разлома.

По выбранным профилям согласно корреляционным схемам построены геологические разрезы. Они позволяют более полно представить характер распространения отложений различного возраста в пределах разлома и оценить его расположение по площади структуры.

Методика построения корреляционных разрезов в зоне разлома основывалась на опубликованных стратиграфических схемах с учётом местных условий залегания пород [3], которые в свою очередь разработаны с учётом структурно-фациального районирования территории Беларуси. Геологические разрезы построены с использованием лицензионной специализированной программы GRAPHER 10. Входными данными являлись абсолютные отметки, литологических, стратиграфических границ с учётом искривлений скважин.

Полученные данные показывают, что кровля страдечских отложений по зоне разлома претерпевает значительные колебания. На профиле 1 отметка кровли составляет –1 088 и 1 089,5 м в пределах профиля 2, на профиле 3 опускается на отметку –1 095,6 м в створе скв. 2р и 1р. На профиле 4 кровля страдечских отложений поднимается до отметки –1 047 м (на 48,6 м) в районе скв. 97, и незначительно опускается до отметки –1 049,5 м в районе скв. 15р профиля 5. На профиле 6, между скв. 11р и 35р отметка кровли страдечских отложений значительно опускается до отметки –1 103,6 м. Аналогичным образом можно проследить характер измерения поверхности страдечских отложений и на опущенном блоке структуры.

Таким образом, анализ имеющегося материала позволил уточнить геологическое строение зоны разлома в пределах Прибугского поднятия. Наиболее вероятным углом сместителя разлома является угол 57°, что, согласно В. Е. Хаину, соответствует взбросо-надвику, образующемуся в условиях тангенциального сжатия пород. Разлом уверенно прослеживается скв. 106, 109, 97, 8р и 15р, где вскрыты одноименные отложения дважды: в приподнятом и опущенном крыле.

1. Геология Беларуси / Под ред. А. С. Махнач, Р. Г. Гарецкого, А. В. Матвеева и др. Мн.: Ин-т геологических наук НАН Беларуси, 2001. 815 с.

2. Левашкевич В. Г. Отчёт о х/д № 6/2001 «Детализация зоны разлома и определение гидрогеотермического режима пластов с целью контроля за формированием газовой залежи Прибугского ПХГ». Мн.: Ин-т геологических наук НАН Беларуси, 2001. 81 с.

3. Материалы по стратиграфии Белоруссии (к Межведомственному стратиграфическому совещанию). Мн.: Наука и техника, 1981. 176 с.

УДК УДК 552.578.2.061

ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОСВОЕНИЯ НЕТРАДИЦИОННОЙ НЕФТИ (ГАЗА) В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В. Л. Шустер, С. А. Пунанова

¹ Институт проблем нефти и газа РАН, ул. Губкина 3,
119333 Москва, Российская Федерация; punanova@mail.ru, tshuster@mail.ru

К новым нетрадиционным направлениям обеспечения уровня добычи восполнением ресурсов и запасов нефти и газа относятся: глубокозалегающие (в Западной Сибири – доюрские) горизонты; низкопроницаемые низкопоровые породы (сланцы, бажениты, доманикиты, хадумиты).

Для успешного освоения нетрадиционных ресурсов нефти и газа необходимо оценить условия формирования скоплений углеводородов и, в первую очередь, геологические и геохимические аспекты их образования, а также необходимые условия их эффективного освоения.

В основном нефтедобывающем регионе Западной Сибири (до 70 % общей годовой добычи) открытые запасы нефти сосредоточены в интервале глубин 2–4 км. Вектор запасов направлен в сторону истощаемости. Существует ещё доюрский комплекс, залегающий глубже. Здесь на границе осадочного чехла и фундамента открыто порядка 50 мелких, редко средних, по запасам нефтяных месторождений. Нам представляется [1], что в этом комплексе пород могут быть открыты крупные высокодебитные залежи нефти, в том числе, и в образованиях фундамента.

Одной из проблем и важных аспектов успешного прогноза и последующего открытия скоплений нефти и газа в доюрском комплексе отложений Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна

является резкая фильтрационно-ёмкостная неоднородность пород фундамента, как по площади, так и по разрезу.

В последние годы в России появились новые технологии сейсморазведки выделения слабых рассеянных волн, позволяющие картировать в образованиях фундамента высокоёмкие зоны и участки. Это позволяет целенаправленно закладывать проектные скважины и повысить успешность (эффективность) поисково-разведочных работ [1, 2].

Практически та же проблема – картирование неоднородности разреза на этапе прогноза существует и при поисково-разведочных работах в сланцах и баженитах. Проницаемость этих пород предельно низкая (ниже 1 мД). Создание прогнозной модели позволило резко повысить эффективность выявления наиболее высокоёмких зон разреза («сладких» пятен) и соответственно увеличить величину КИН.

Для низкопроницаемых пород возрастает роль геохимической оценки разреза (по сравнению с традиционными породами-коллекторами).

Важным фактором, влияющим на формирование и размещение залежей УВ в фундаменте, является геохимическая характеристика осадочных отложений, контактирующих с выступами фундамента. По данным [3], в терригенно-карбонатных породах палеозоя Западной Сибири содержание $C_{орг}$ колеблется от 0,1–0,2 до 2,6–3,0 %. Величина концентрации ХБА составляет 0,3 %. Состав *n*-алканов указывает на фитопланктонный характер исходного ОВ, накапливавшегося в восстановительной обстановке. Терригенные породы содержат $C_{орг}$ 0,8–3,5 %, ХБА – 0,08–0,29 %. По ряду основных показателей (содержание и тип органического вещества, генерация УВ, стадийность катагенеза) не выявлено факторов, препятствующих нефте- и газообразованию, как в собственно палеозойских отложениях, где обнаруживаются скопления УВ *in situ*, так и в вышележащих юрских и вулканогенно-осадочных триасовых отложениях (являющихся нефтегазоматеринскими), облекающих выступы фундамента и поставляющих нефть в коллектор-фундамент. Вывод о самостоятельном очаге генерации палеозойских отложений подтверждается нашими исследованиями по составу микроэлементов нефтей юры и осадочного палеозоя [2, 4]. Безусловно, в связи со сложным тектоническим строением кристаллического фундамента, а также всего достаточно неоднородного доюрского комплекса, оценка генерационных возможностей палеозойских отложений должна быть дифференцированной, учитывающей палеоструктурные и палеофациальные особенности локальных прогнозируемых участков. Именно поэтому на первый план выступает проблема гетерогенности кристаллического фундамента, а также с неоднородностью палеозойских отложений (кристаллический, осадочный или промежуточные комплексы) связаны различные перспективы обнаружения углеводородных скоплений [5]. Миграция в трещинно-кавернозные отложения фундамента УВ флюидов из юрских нефтегазоносных комплексов снимает, в какой-то мере, опасения многих геохимиков о возможности разрушения палеозойских скоплений, сформировавшихся непосредственно в этих же отложениях, из-за крупных стратиграфических перерывов на границе верхнего палеозоя и мезозоя.

На основе анализа данных по палеотемпературным изменениям органического вещества доюрского комплекса [6, 7] составлена схематическая карта областей нефтегазообразования доюрских отложений Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна, на которой оконтурены зоны мезокатагенеза (раннего, среднего и позднего) и апокатагенеза органического вещества пород и выделены участки, благоприятные для обнаружения нефтяных, нефтегазоконденсатных и газовых скоплений [2, 4].

На значительной территории Западной Сибири, в частности в её западных границах, доюрские отложения находятся в главной зоне нефтеобразования. Достаточно мощный доюрский (перм-триасовый) эффузивно-осадочный комплекс отложений явно прошедший, по мнению многих исследователей, главную фазу нефтеобразования, и залегающий на глубинах от 1 700 до 2 700 м, может рассматриваться в качестве источника нефтеобразования, что значительно повышает перспективы нефтегазоносности как терригенно-эффузивных отложений, так и образований фундамента.

Проведённые геохимические исследования позволили определить ряд дополнительных показателей для прогноза и оценки перспектив нефтегазоносности образований фундамента в центральной части Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна:

– углеводородный и микроэлементный состав нефтей, конденсатов и ОВ пород: распределение *n*-алканов, отношение пристан/фитан, индекс нечётности, коэффициент метаморфизма, содержания биофильных (V, Vi, Fe) и редкоземельных элементов (РЗЭ), их соотношения;

– палеотемпературные характеристики ОВ пород доюрского комплекса ($t_{\text{палео}}^{\circ}\text{C}$), показатель отражательной способности витринита (R° , %) и соответствующие этим температурам стадии катагенеза (ПК-МК-АК) для выделения участков, благоприятных для обнаружения нефтяных, нефтегазоконденсатных и газовых скоплений;

– отбивка нижних границ генерации нефти, конденсатов и газоконденсатов, прогнозируемая по различной интенсивности палеопрогрева осадочных толщ (палеопрогрев зависит от глубины и возраста консолидации фундамента): для добайкалит – нефть до 4 250 м, лёгкая нефть и конденсат до 5 200 м; для герценид и каледонид – нефть до 3 650 м, конденсат до 4 400 м; для области триасовых рифтов, гранитных массивов и флюидопроводящих разломов – нефть до 3 200 м, газоконденсат до 4 000 м;

– характеристика керогена предположительно нефтематеринских отложений, облекающих выступы фундамента, по данным пиролиза: индексы водородный НІ и кислородный ОІ, величина T_{max} (нефтяной или генерационный потенциал S_2 , индекс продуктивности $S_1/(S_1+S_2)$).

Таким образом, учитывая большую состоявшуюся продуктивность нижнесреднеюрских отложений и благоприятную геохимическую обстановку доюрских отложений северных регионов Западно-Сибирского НГБ (относительно высокие содержания $S_{\text{орг}}$ и хлороформенного битумоида), высокий реализовавшийся генерационный потенциал (умеренная и достаточная катагенетическая прогретость недр), в комплексе с другими геологическими предпосылками (коллекторами и покрывками), изучаемые отложения можно рассматривать как высокоперспективный объект для открытия в нём месторождений нефти и газа.

Выводы: в Западной Сибири наиболее благоприятными условиями нефтегазонакопления обладают эрозионно-тектонические выступы фундамента с гранитоидами в ядре, разбитые на блоки (рифтогенный геодинамический режим) и облекаемые осадочными породами, играющими роль флюидоупоров и нефтематеринских толщ. Флюидоупорами для залежей нефти (газа) в образованиях фундамента Западной Сибири могут являться юрские глинисто-аргиллитовые, карбонатные флюидоупоры, а также плохопроницаемые породы фундамента в верхней части кристаллических массивов.

Результаты: учитывая то, что на большинстве опробованных площадей, где получены промышленные и непромышленные притоки нефти из верхней части разреза (коры выветривания) – 50–100 м, мы обработали фактические материалы по 72 площадям и, используя геолого-математические программы, дали прогноз нефтеносности для глубоких горизонтов толщи фундамента [8, 9]. При обработке данных разными математическими программами, например, «Выбор» и с применением алгоритмов нечёткой логики, получены близкие результаты. Наиболее перспективными оказались разведочные площади на Красноленинском своде и на Шаимском валу.

1. *Левянт В. Б., Шустер В. Л.* Выделение в фундаменте зон трещиноватых пород методами сейсморазведки 3D // Геология нефти и газа. 2002. № 2. С. 21–26.

2. *Дмитриевский А. Н., Шустер В. Л., Пуланова С. А.* Доюрский комплекс Западной Сибири – новый этаж нефтегазоносности. Проблемы поиска, разведки и освоения месторождений углеводородов. Lambert Academic Publishing. Saarbrücken, Deutschland. 2012. 135 с.

3. *Кирихина Т. А., Ульянов Г. В., Дзюбло А. Д.* Геохимические аспекты газонефтеносности юрских и доюрских отложений севера Западной Сибири и прилегающего шельфа // Газовая промышленность. 2011. № 7. С. 66–70.

4. *Пуланова С. А., Шустер В. Л.* Геолого-геохимические предпосылки нефтегазоносности доюрских отложений Западно-Сибирской платформы // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2012. № 6. С. 20–26.

5. *Шустер В. Л., Пуланова С. А., Самойлова А. В., Левянт В. Б.* Проблемы поиска и разведки промышленных скоплений нефти и газа в трещинно-кавернозных массивных породах доюрского комплекса Западной Сибири // Геология нефти и газа. 2011. № 2. С. 26–33.

6. *Конторович А. Э., Фомин А. Н., Красавчиков В. О., Истомин А. В.* Катагенез органического вещества мезозойских и палеозойских отложений Западной Сибири // Литологические и геохимические основы прогноза нефтегазоносности. СПб.: ВНИГРИ, 2008. С. 68–77.

7. *Фомин А. Н.* Катагенез органического вещества и перспективы нефтегазоносности осадочных отложений триаса Западно-Сибирского мегабассейна // Горные ведомости. 2011. № 9. С. 11.

8. *Богоутдинов Ш. Р., Шустер В. Л., Агаян С. М. и др.* Оценка перспектив нефтегазоносности фундамента в центральной части Западной Сибири с применением алгоритмов нечёткой логики и системного анализа. Международный электронный журнал «Наука о земле». 2015.

9. *Шустер В. Л., Пуланова С. А.* Вероятностная оценка перспектив нефтегазоносности доюрского комплекса Западной Сибири с помощью геолого-математической программы «Выбор» // Нефтяное хозяйство. 2014. № 1. С. 16–19.

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ – ОДИН ИЗ ГЛАВНЫХ ФАКТОРОВ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

С. А. Юдаев

Белорусский государственный университет, географический факультет, пр. Независимости 4,
220030 Минск, Республика Беларусь; yudaevsergei@mail.ru

В Беларуси имеются значительные запасы минерально-сырьевых ресурсов. Здесь сосредоточены огромные запасы, прежде всего, калийных солей, каменной соли, доломита, мела и мергельно-меловых пород, сырья для производства строительных материалов, торфа, сапропелей и др. По масштабам некоторых из них наша страна может соперничать с отдельными континентами. На базе разведанных месторождений полезных ископаемых созданы предприятия и производственные мощности по добыче нефти, торфа, каменной соли, производству калийных и доломитовых удобрений, разнообразных строительных материалов, пресных и минеральных подземных вод [1].

Разведанные запасы различных видов минерального сырья в недрах конкретных месторождений, служат материальной производственной базой для развития промышленности, составляют основу её безопасного устойчивого развития. Поэтому задача геологоразведочной отрасли заключается в переводе прогнозных ресурсов в промышленные запасы, а затем их максимальном промышленном освоении.

Извлекаемые из недр горючие полезные ископаемые (*нефть, природный газ, уголь, горючие сланцы*) составляют основу топливно-энергетического комплекса. В 2012 г. потребление нефти в народнохозяйственном комплексе Беларуси составило около 21 млн т, из которых только 8,6 % добыто на собственных месторождениях. Из 175,4 млн т ресурсов нефти, которые можно извлечь, около 67,7 % уже добыто, остаточные запасы нефти промышленных категорий составляют 32,3 %, прогнозные ресурсы – 177,2 млн т.

Припятская нефтегазоносная область является перспективной в отношении возможности выявления залежей *природного газа*. Это определяет целесообразность проведения специальных газопоисковых работ в Припятской нефтегазоносной области. В её пределах уже выявлены две залежи природного газа с запасами 982 млн м³ на Борщевском нефтяном и Красносельском нефтегазоконденсатном месторождениях. Кроме того, природный газ в Беларуси добывается попутно при эксплуатации нефтяных месторождений.

Добыча *торфа* в Беларуси достигла максимального объёма в 1975 г. – около 46 млн т. Из них около 30 млн т использовалось для нужд сельского хозяйства. В связи с тем, что объёмы добычи торфа для сельскохозяйственных нужд и предприятий топливной промышленности доводились в плановом порядке, они постоянно возрастали. Около 6 млн т ежегодно поставлялось для пылевидного сжигания на предприятиях энергетики. В последнее время ежегодные объёмы добычи торфа стабилизировались на уровне 2–3 млн т.

Каменный уголь Беларусь импортирует из России, Украины, Польши и Казахстана в объёмах 250–300 тыс. т в год. В то же время на территории республики подготовлены для промышленного освоения две залежи Житковичского месторождения и залежь Бринёвского месторождения. На их базе могут быть построены производственные мощности (1 млн т в год) для добычи *бурого угля* в качестве энергетического и коммунально-бытового топлива. Проведена предварительная разведка на Тонежском месторождении. При стабильном производстве геологоразведочных работ в течение 7–10 лет разведанные запасы углей можно довести до 200–250 млн т, что позволит создать на их базе годовые мощности по добыче угля в объёме 4–5 млн т. С другой стороны, уголь и горючие сланцы должны быть использованы как сырьё для комплексной обработки для нужд как энергетики, так и для химии [1].

Вторую группу важнейших видов минерального сырья составляют *металлические руды*, а также алмазы. Учитывая постоянное наращивание объёмов металлопрокатного и металлокордового производства, Беларусь импортирует металлолом. Потребность в нём уже приближается к 2 млн т, что в денежном выражении составляет около 400 млн долл. США. В этой связи актуально создание соб-

ственной минерально-сырьевой базы металлургического производства путём реализации проекта освоения месторождения железистых кварцитов. Необходимые для создания мощностей на базе Околовского месторождения капитальные вложения оцениваются в 550 млн долл. США. Для этого требуется проработка технологических, экономических и экологических вопросов. В сложившихся условиях целесообразно произвести предварительную разведку Новоселковского месторождения и после сопоставления её результатов с проектными данными по Околовскому месторождению и другими альтернативными возможностями выбрать оптимальный вариант обеспечения сырьём РУП «Белорусский металлургический завод».

В настоящее время состояние сырьевой базы и потребление редких металлов считается одним из важнейших показателей экономической мощи металлургического производства. Геологические и горнотехнические условия предварительно разведанного на территории Беларуси Диабазового месторождения *редких металлов*, его запасы и качество руд допускают целесообразность перехода к детальной его разведке с целью подготовки к комплексному промышленному освоению.

В последние годы всё более актуальное значение приобретает проблема *золотоносности* недр Беларуси. Представляется необходимым продолжить работы по поискам промышленных месторождений благородных металлов в коренном залегании и переотложенном виде, а также оценить рентабельность попутного извлечения *золота, платины и серебра* при разработке месторождений рудных полезных ископаемых и песчано-гравийного материала [3].

Ограниченность запасов бокситов ведёт к необходимости использования для получения алюминия новых месторождений нетрадиционного глинозёмного сырья: алунитов, нефелинов, давсонитов. В Беларуси выявлены значительные залежи *давсонитовых руд*. В Гомельской обл., например, поисково оценено месторождение давсонита «Заозёрное». Запасы давсонитовых руд достаточны для строительства рудника годовой производительностью по руде в объёме 3 млн т. Ориентировочный объём капитальных вложений в строительство комбината определялся в сумме 1 335 млн долл. США. В нынешних условиях целесообразно произвести повторную технико-экономическую оценку необходимости дальнейшего геологического изучения и освоения Заозёрного месторождения с учётом новых рыночных отношений и наличия инвестора, готового финансировать эти работы, а также вернуться к вопросу об имеющейся в Беларуси потенциальной возможности организации производства глинозёма и соды [2].

Важное место в структуре минерально-сырьевых ресурсов занимают неметаллические полезные ископаемые, к которым относятся калийные соли, доломит, мел и мергельно-меловые породы, фосфориты, борное сырьё и др. Ценность разведанных запасов таких полезных ископаемых на территории Беларуси многократно превосходит стоимость других полезных ископаемых. По промышленным запасам, например, *калийных солей* Беларусь занимает 3-е место в мире после Канады и России, а производимые калийные удобрения являются важнейшим экспортным продуктом страны.

Республика Беларусь располагает огромными запасами *каменной соли*. Производство пищевой соли в настоящее время осуществляется на базе Мозырского месторождения и составляет около 260 тыс. т в год. Начата добыча каменной соли (пищевой, кормовой и технической) шахтным способом и на Старобинском месторождении. Общая добыча соли приближается к 550 тыс. т. Экспорт соли пищевой составляет около 150 тыс. т, технической – около 300 тыс. т. Разведанные запасы позволяют обеспечивать перспективные потребности в пищевой и технической соли, а большие её объёмы экспортировать [1, 4].

Беларусь в настоящее время является крупнейшим потенциальным импортёром *гипса*, что связано в основном с большими потребностями в нём для производства цемента.

Проведена предварительная разведка на Бринёвском месторождении. Разработка Бриневского месторождения с годовой производительностью рудника в 350–400 тыс. т обеспечит все потребности Беларуси в гипсе. Необходимо отметить, что вопросы по его освоению следует рассматривать во взаимосвязи с освоением залежей фосфогипса – промышленных отходов Гомельского химического завода, а также с возможностями поставок более дешёвого гипса из-за рубежа.

Разведанные запасы *доломита* на месторождении «Руба» оцениваются в 931 млн т, и они могут быть увеличены без значительных затрат на геологоразведочные работы. Месторождение разрабатывается ОАО «Доломит». Ежегодная добыча – в пределах 4,5 млн т. Сырьё используется для производства доломитовой муки, дроблёного доломита, минеральных порошков для кровельного рубероида, асфальтобетонных покрытий и других материалов [1].

Беларусь традиционно покрывает потребности в фосфорных удобрениях и фосфорной кислоте частично за счёт ввоза готовой продукции и частично за счёт ввоза апатитового сырья. Гомельский химический завод ежегодно завозит более 200 тыс. т апатитового концентрата и более 100 тыс. т фосфоритной муки. Наши запасы *пентаоксида фосфора* по четырём месторождениям (Мстиславское, Лобковичское, Ореховское и Приграничное) составляют около 50 млн т. На Мстиславском месторождении в 2011 г. завершена детальная разведка. Руды месторождений относятся к подтипу бедных мало-железистых желваковых руд и пригодны для получения фосфоритной муки.

Для Беларуси важным представляется такое минеральное сырьё, как *глауконит*. Данное сырьё используется для получения минеральных красок, а также для сорбции радиоизотопов, уменьшения жесткости воды, в качестве минерального удобрения для повышения урожайности сельскохозяйственных культур за счёт наличия в нём калия и микроэлементов. Доступные для открытого извлечения глауконитовые породы требуют дополнительного изучения [5].

Повышение эффективности использования минерально-сырьевых ресурсов связано с необходимостью поиска инвестиций в освоение месторождений, разработки и внедрения новых прогрессивных технологий добычи и использования минерального сырья. В системе организационных мер, направленных на поддержание и наращивание объёмов добычи минерального сырья, наряду с геологическим, горнотехническим и технологическим обоснованием запасов полезных ископаемых, важное место должны занимать экономическое изучение состояния запасов полезных ископаемых и оценка экономической эффективности их разработки с учётом экологического фактора [4].

1. Аношко Я. И., Унукович А. В., Варакса В. В. Минерально-сырьевые ресурсы в народнохозяйственном комплексе Республики Беларусь // Белорусский экономический журнал. 2010. № 4, С. 133–142
2. Давсонит Беларуси / Под ред. А. С. Махнач. Мн.: ИГН НАН Беларуси, 1995. 161 с.
3. Полезные ископаемые Беларуси: К 75-летию БелНИГРИ / Редкол.: П. З. Хомич и др. Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2002. 527 с.
4. Томашевич А. В. Экономика природопользования. Мн.: БГУ, 2009. 86 с.
5. Фондовые материалы БелНИГРИ.

УДК 552.578.2.061

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН РАДОНЫМ ИНДИКАТОРОМ

Д. Н. Юрченко

Гомельский государственный университет, геолого-географический факультет, ул. Советская 104, 246019 Гомель, Республика Беларусь; dima-041293@tut.by

Радоновый индикаторный метод исследования скважин – один из промыслово-геофизических методов, в основу которого положены гамма-каротажные наблюдения за распределением по стволу скважины и в околоскважинной зоне радиоактивного газа ^{222}Rn .

Эволюция Rn приводит к появлению короткоживущих и незначительного количества долгоживущих продуктов распада. При распаде Rn образуются γ -излучение дочерних продуктов: короткоживущие ^{214}Pb ($T_{1/2} = 26,8$ мин), ^{214}Bi ($T_{1/2} = 19,7$ мин) и долгоживущие – ^{210}Pb ($T_{1/2} = 21,4$ лет), ^{210}Po ($T_{1/2} = 138,3$ сут.). Основными γ -излучающими элементами являются короткоживущие продукты распада.

Rn практически не адсорбируется горными породами и оборудованием скважины. Он растворяется в жидкостях, содержащих органические вещества лучше, чем в воде. Способность Rn растворяться – основа простых способов введения его в скважины. Использование жидких носителей Rn позволяет создать радиационно-безопасные условия для работы.

Стареющий фонд скважин, рост обводнённости продукции, требуют повышенного внимания к исследованиям по контролю за разработкой месторождений.

Крупные месторождения в Беларуси относятся к «старым» месторождениям и находится в поздней стадии разработки, из этого вытекают и трудности добычи нефти. Во-первых, скважины, находящиеся в эксплуатации, физически изношены и требуют постоянного контроля за состоянием эксплуатационных колонн, подземного оборудования и работающих пластов. Во-вторых, вследствие контурного, внутриконтурного и очагового заводнения повысилась обводнённость продукта. В-третьих, так как нагнетательные скважины работают при высоком давлении на устье, велика вероят-

ность нарушения эксплуатационных колонн и попадания нагнетаемых сточных солёных вод в верхние горизонты пресной питьевой воды, а также прорыва очагов обводнения в добывающие скважины. Исходя из вышеизложенного, в настоящий момент необходимо как можно чаще проводить исследования эксплуатационных скважин с целью определения технического состояния колонн, определения мест заколонного движения жидкости в неперфорированных пластах, определения мест нарушений и выявление мест заколонных перетоков жидкости из перфорированных пластов в выше- или нижележащие пласты.

Для наблюдения за пространственно-временным распределением радонового индикатора в исследуемом интервале проводят, как правило, непрерывную регистрацию интенсивности γ -излучения в стволе скважины (или в колонне). Дополнительные данные о распределении Rn в скважине могут дать измерения γ -активности закачиваемой или выходящей жидкости.

γ -активность жидкости регистрируют, разместив гамма-каротажный прибор на расстоянии 5–10 см от нагнетательной линии или жёлобе.

Все замеры выполняют стандартными скважинными приборами, градуированными в единицах мощности экспозиционной дозы (пА/кг). Для градуирования используют твёрдые радиевые эталоны второго разряда, аттестованные по массе Ra. Градуирование проводят с помощью мерной линейки, подвешенной на высоте 2,2 м. Режим γ -измерений (скорость перемещения прибора в скважине, постоянную интегрирующей ячейки, диапазон регистрации и т. д.) выбирают с учётом ширины и амплитуды ожидаемых γ -аномалий, а также требования «Технической инструкции по проведению геофизических исследований в скважинах». Учитывая небольшую продолжительность жизни Rn и возможность сдвига равновесия между ним и дочерними короткоживущими продуктами распада фиксируют время начала и окончания каждой записи интенсивности γ -излучения (дату, ч-мин).

При проведении серии γ -каротажных замеров, согласованных во времени с воздействием на индикаторную жидкость (закачивание-замер, продавливание-замер), регистрацию интенсивности начинают с отметки глубин, которая ниже интервала вероятного распределения радонового индикатора. Замеры проводят до тех пор, пока не перестанет существенно изменяться местоположение локальных аномалий и не уменьшится их амплитуда минимум в 3–5 раз. Последний замер выполняют не раньше чем через 2–3 ч после воздействия на индикаторную жидкость.

До начала определения профиля приемистости нагнетательных скважин с помощью ИМР проводят фоновый ГК. Это необходимо даже в тех случаях, когда естественная γ -активность была зарегистрирована ранее, т. к. в некоторых интервалах возможно проявление интенсивных радиогеохимических эффектов, сформировавшихся после регистрации.

Для контроля стабильности работы гамма-каротажной аппаратуры проводят повторную запись интенсивности в интервалах, где после введения Rn в скважину зарегистрированы значения, близкие к фоновым. Повторные записи проводят так же для подтверждения наличия локальных γ -аномалий радоновой природы и характера изменения их амплитуды во времени в интервалах, в которых зарегистрированы максимальные значения γ -поля.

Для выделения проницаемых пластов в ходе строительства скважин используют разные способы активирования Rn перспективных отложений: бурение с применением меченого Rn бурового раствора; продавливание радонового индикатора в поры и трещины пород; закачивание активированного Rn бурового раствора в исследуемый интервал перед спуском обсадной колонны; перфорация колонны при наличии в ней радоновой жидкости.

Активирование пород R в процессе бурения перспективного интервала проводят только в тех случаях, когда ожидаются затруднения в выделении коллекторов другими геофизическими методами и возможна закупорка эффективных пор, т. к. для этого необходимо большое количество Rn (>50–100 мг) и строгий контроль за соблюдением требований радиационной гигиены, поскольку при циркуляции бурового раствора часть Rn (10–30 % в течении одного цикла) мигрирует в атмосферу. Для активирования проницаемых пластов Rn в процессе бурения в приёмные ёмкости буровых насосов вводят такое количество растворённого Rn, при котором средняя его концентрация в циркулирующем растворе составит 1 мг/л. После снижения средней концентрации Rn в 2–3 раза (о чём судят по данным регистрации γ -активности) вводят новые порции растворённого Rn. Перед окончанием бурения изучаемого интервала или перед сменой долота новых порций Rn не добавляют в течение двух-трёх циклов циркуляции. При окончании бурения в интервал закачивают нерадиоактивный буровой

раствор, поднимают бурильный инструмент и проводят комплекс промыслово-геофизических исследований, который начинают и заканчивают γ -каротажем.

Продавливание радонового индикатора в поры и трещины пород. По окончании бурения перспективного интервала (толщиной 20–300 м) и его промывки в призабойную зону скважины вводят заранее приготовленный активированный раствор концентрацией R_n 3 пг/л. Объём раствора должен быть в 2–3 раза больше объёма скважины в интервале исследования. После введения индикатора проводят ГК и создают в целях продавливания активированной жидкости репрессию на пласт (3–5 мПа), которая должна быть меньше гидродинамического давления при спуске бурильных труб. Необходимый перепад давления обычно создают путём расхаживания бурильного инструмента в течение 1–3 ч. Сразу после расхаживания инструмента проводят повторный ГК. Затем бурильный инструмент спускают до забоя и в процессе промывки скважины трёх-пятикратным объёмом нерадиоактивного раствора вытесняют активированную жидкость из призабойной зоны. По завершении промывки бурильный инструмент поднимают и выполняют комплекс промыслово-геофизических исследований, который начинают и заканчивают гамма-каротажем. В случае регистрации чётких локальных γ -аномалий дополнительно проводят в течение 3–24 ч временные замеры ГК.

Для этого в ёмкостях цементируемых агрегатов готовят радоновый индикатор равномерной концентрации (3 мг/л) R_n в объёме в 1,5–2 раза больше объёма скважины в исследуемом интервале. По плотности и реологическим параметрам индикатор не должен отличаться от раствора в скважине. Индикатор продавливают нерадиоактивной жидкостью по бурильным трубам, тщательно контролируя по мерной ёмкости общий объём закачиваемой жидкости, т. к. ГК при этом, как правило, не проводят. По завершении спуска обсадной колонны скважину промывают. В ходе промывки ведут измерения γ -активности и объёмной скорости выходящей из скважины жидкости в целях оценки положения индикатора после спуска колонны.

Гамма-картаж проводят в исследуемом интервале со скоростью 100 м/ч (не менее 2 раз), а выше него – 300 м/ч.

Во внутриколонное пространство, которое по протяжённости более чем в три раза больше перфорируемого интервала, вводят 3–20 нг растворённого R_n . С помощью ГК контролируют распределение индикатора по стволу скважины. Затем интервал перфорируют и со скоростью 100 м/ч проводят повторный ГК для выявления на высоком фоне локальных γ -аномалий. Исследование завершает индикаторный ГК, который проводят после промывки перфорированного интервала нерадиоактивной жидкостью (трёх-пятикратным объёмом). Если повторным ГК зарегистрированы чёткие аномалии, то дополнительно проводят временные замеры ГК. Такие замеры можно проводить также после промывки скважины или в ходе операции картаж-испытание картаж.

UDC: 550.836

GEOTHERMAL ENERGY IN IRAN

Siamak Mansouri-Far

Belarusian State University, Faculty of Geography, 4 Nezavisimosti Av.,
220030 Minsk, Republic of Belarus; zui@bsu.by

Introduction. Earth's interiors contain a huge amount of heat generated by different geologic processes. Thermal regime of the crust is formed by the heat entering in its base from the upper mantle and its another part, generated due to decay of long-living radioactive elements. At the most subterranean layers within active tectonic zones the temperature rapidly increases with depth especially in regions of recent volcanism where melting rocks exist at relatively shallow depths not only in the upper mantle, but in a number of instances also in the crust itself. When underground water passes in close vicinity of such rocks, it becomes hot or even turns into water steam. Geothermal resources are not the same everywhere and their highest values mostly exist within areas of young volcanism. Geothermal energy is classified in two directions: The so-called direct use (heating, cooling) and indirect use (electricity production) [1].

Activities in the field of geothermal energy in Iran are focused on scientific and research aspects. The research part is aimed at reduction of financial expenditures required for exploitation of these resources. The

second step is to work out research results into scientific dimension and finally to for practical purposes, i.e. both for building-up electric power plants and for direct uses. A distribution map of potential areas for utilization of geothermal resource in Iran have been drawn, it shows 14 suitable regions for geothermal activities. Among these 14 sites, the Sabalan region seems to have the most considerable geothermal resources and the Meshkin shahr field, located also in this region, has a priority for installation here a geothermal power plant (Fig. 1) [1].

Geothermal Resources. The Renewable Energy Organization of Iran (SUNA) as a part of the Ministry of Energy fulfilled a global investigation in the whole area of Iran in 2000–2002. The investigation identified 10 vast areas which have a number of potentially suitable regions for this purpose. Iran has 32 provinces and SUNA, between 2010 up to now, is focused on exploration of geothermal areas in each province according to their standard methods (Chart. 1) shows the layers which were prepared and integrated for determination of geothermal perspectives [1].

Power Generation. The Sabalan geothermal prospect area lies on the north-western western slopes of Mt. Sabalan. Fig. 2 shows the position of this field. It is located about 20 km to south of the city of Meshgin shahr within the Moil Valley in the Province of Ardebil, northwestern Iran in between $38^{\circ} 12' 52''$ and $38^{\circ} 20' 00''$ N and $47^{\circ} 40' 30''$ and $47^{\circ} 49' 10''$ E.

Present Iranian conventional strategy for power generation has been largely established on the utilization of inexpensive local fossil fuels and to a lesser extent on hydroelectric resources as shown in Table1 [2].

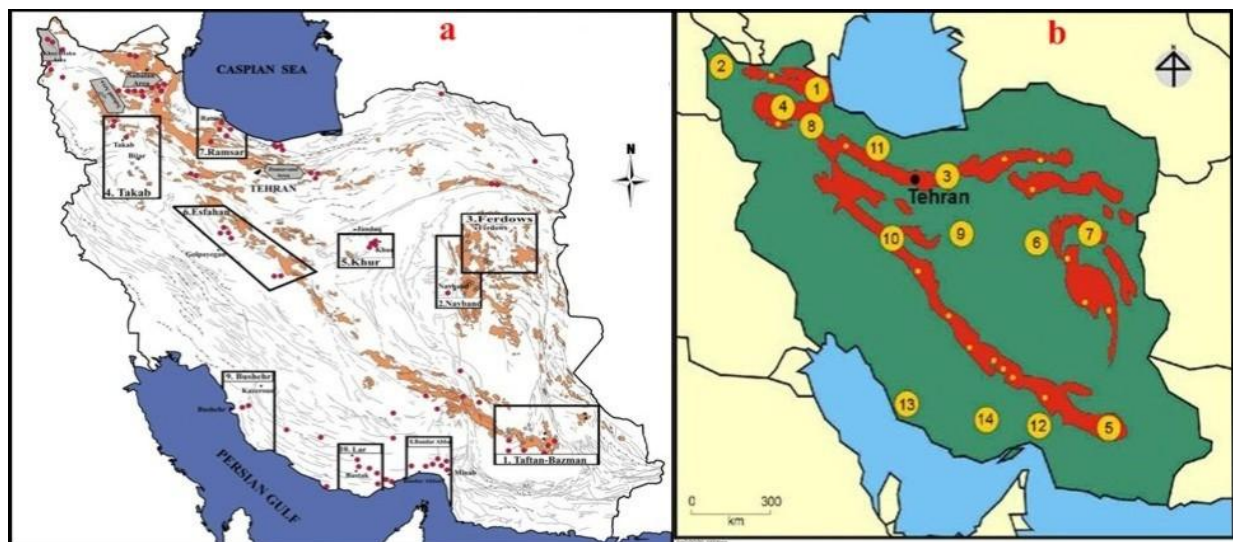


Figure 1 – a) Distribution Maps of Potential Areas (rectangle squares) perspective for Geothermal Resources in Iran according to Renewable energy organization of Iran (SUNA), (1998), [1]. b) Geothermal fields: 1 – Sabalan, 2 – Kuoy Maku, 3 – Damavand, 4 – Sahand, 5 – Taftan, 6 – Tabas, 7 – Ferdos, 8 – Takab, 9 – Khour Biabanak, 10 – Mahalat, 11 – Ramsar, 12 – Minab, 13 – Kazeroon, 14 – Lar-Bastak.

In order to better understand the reservoir characteristics, geothermal professionals from Iran initiated the geo-related investigations. Later a number of scientists from New Zealand have contracted in frames of the running investigations. As a result of geological, geochemical and geophysical surveys, locations for three exploratory wells were determined; each with a target depth of 3000 m. The main characteristics of these exploration wells are shown in the Table 2. Their drilling was started in late 2002 and they were completed in 2004. According to joint information of the companies SUNA, Iran and the Sinclair Knight Merz Ltd, New Zealand the downhole temperature was approximately 240°C , it was recorded in two wells at the final depth of about 3200 m. Completion test and discharge evaluations of these wells were conducted successfully. Numerical modelling of the reservoir was accomplished and the capacity of the field was approved to install a 55 MW geothermal power plant. Drilling of seventeen more production and injection wells are proposed to supply the required steam for this power plant [2].

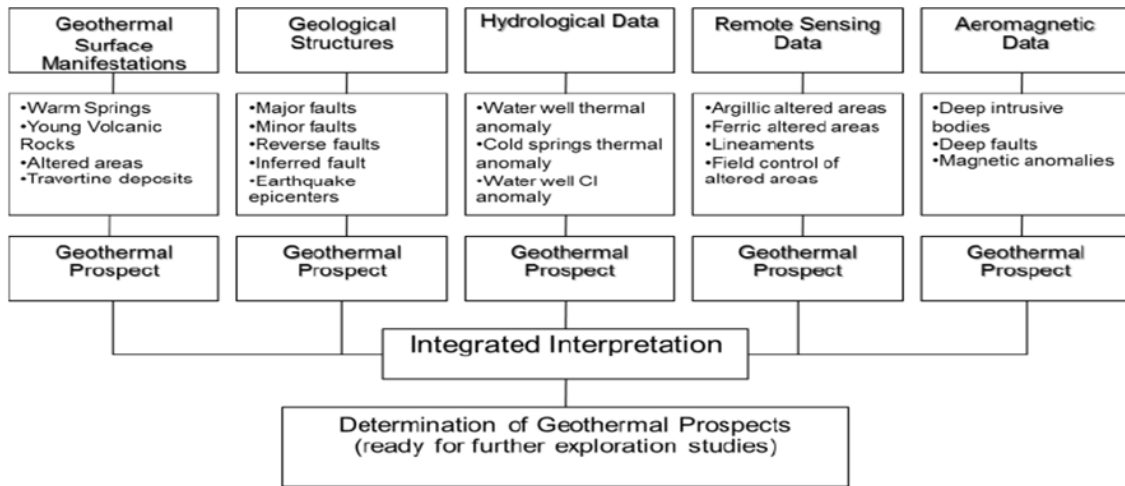


Chart 1 – Layers developed and integrated for determination of geothermal prospects [1]

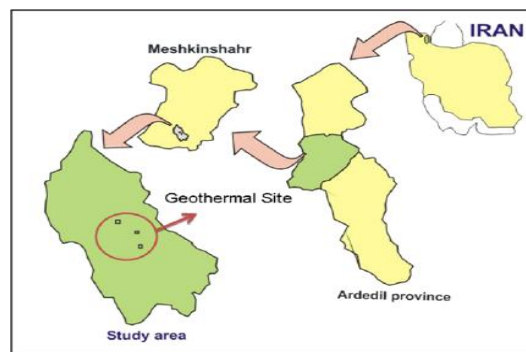


Figure 2 – Location of Sabalan field in Iran [1]

Table 1 – Present and planned production of electricity in Iran [2, modified]

Production of electricity in Iran	Geothermal		Fossil fuels		Hydro small and large		Other renewables (wind, solar, biomass)		Total	
	Capacity (MW)	Gross. Prod., GWh/yr	Capacity (MW)	Gross. Prod., GWh/yr	Capacity (MW)	Gross. Prod., GWh/yr	Capacity (MW)	Gross. Prod., GWh/yr	Capacity (MW)	Gross. Prod., GWh/yr
In operation	Under testing	?	39 568	182 000	3 037	8 085	11,9	31,65	43 714	190 116
Under construction	55	375	10 000	46 000	4 746	12 635	59,6	158,54	15 861	–
Funds committed, but not under construction	55	375	–	–	7 816	20 808	148,4	394,74	28 019	–
Total projected use by 2010	100	674,5	45 568	209 612	11 296	30 072	637,75	1 696,41	58 602	–

Table 2 – Specifications of three exploration wells [2]

Well		NWS1	NWS3	NWS4
Location (UTM)		739108E 4238580N	737028E 4240784N	738712E 4239833N
Elevation (m a.s.l.)		2 632	2 277	2 487
Well depth (m)		3 197	3 177	2 266
Casing depth, m	Conductor 30□	27	24	26
	Surface 20□	110	113	105
	Anchor 13-3/8□	380	357	541
	Production 9-5/8□	1 587	1 599	1 195
	Liner 7□	3 197	3 170	2 265
Well permeable zones (m a.s.l.)		1 800–1 400	No permeable zone	1 050–9 00
		200–0		880–890
		–200––350		
Maximum T (°C)		240	148	229

Conclusions. Regarding to the growing urban population and also to new policies of the government for replacement of traditional resources as well as the domestic energy consumption, Iran is aimed to utilize available renewable energy resources in near future to partly compensate the energy demand and also to save crude oil as fuels for export, because majority of our incomes comes from its export. On the other hand environmental agreements force all the countries to use clean energy production and to prevent the environmental pollution by modifying the old technologies for new environmental sound ones. So, there is a lot of despite to use other suitable resources, for instance the geothermal energy.

Initial stage of investigations, a lack of basic data and also national qualified experts, specialist and organizations, as well as the lack of high-tech equipment production in Iran didn't yet allow to wide-scale production of energy from these resources. Furthermore, Iranian government has shown in last years a strong interest to attract foreign investments. Regarding to good trade relationship between Iran and Japan there are many opportunities for Japanese companies to invest in geothermal energy development and transfer the related technology. Anyway, due to economic, environmental and new policies reasons it seems that energy production from Iranian geothermal fields in near future is inevitable. So it is hoped that exploration drilling at Mt. Sabalan over the next months will lead directly to a commitment to develop further the first geothermal power plant in Iran during forthcoming years (Fig. 3) [4].



Figure 3 – Iran's first geothermal power plant located near the city of Meshkin Shahr, northwestern Iran [3]

Acknowledgements. This work has been done at the Department of Engineering Geology and Geophysics, Belarusian state University, Minsk, Belarus. We thank its staff.

1. *Porkhial Soheil, Yousefi Parisa* Geothermal energy in Iran. Proceeding Word Geothermal Congress 2015 Melbourne, Australia, 19-25 April 2015. P. 1
2. *Noorollahi Younes, Yousefi Hossein, Ehara Sachio, Itoi Ryuichi* Geothermal energy development in Iran. Presented at the workshop for decision makers on direct heating use of geothermal resources in Asia, organized by UNU-GTP, TBLRREM and TBGMED, in Tianjin China, 11-18 May, 2008. P. 4-5
3. <https://www.tasnimnews.com/en/news/2014/10/07/521297/iran-to-inaugurate-first-geothermal-power-plant>. Access of 20 April, 2017.
4. *Lavizeh Farshad* General report on geothermal and related fields in Iran. 2002. P. 4.

УДК 55(476.5-924.8)

СТРОЕНИЕ НАДПОЙМЕННОЙ ТЕРРАСЫ ДОЛИНЫ р. ЗАПАДНОЙ ДВИНЫ У д. БАРВИН ВИТЕБСКОГО РАЙОНА БЕЛАРУСИ

А. А. Вашков¹, Ю. И. Заяц², А. П. Жолнерович², Р. Ю. Бадак², Л. Г. Виленчиц²,
Е. В. Гружевская², Н. С. Червоник², А. А. Суровицкий²

¹ Геологический институт КНЦ РАН, ул. Ферсмана 14, 184209 Апатиты, Российская Федерация; vashkov@geoksc.apatity.ru

² Белорусский государственный университет, географический факультет, пр. Независимости 4,
220050 Минск, Республика Беларусь

В ходе учебной практики географического факультета БГУ по геологической съёмке в районе п. г. т. Руба – д. Подберезье Витебского р-на были получены новые сведения о строении надпойменных террас долины р. Западная Двина. Исследованию способствовало большое количество искусственных горных выработок, созданных в рамках подготовки долины реки к затоплению в связи с планируемым в 2017–2018 г. вводом в эксплуатацию Витебской ГЭС. Так, у д. Барвин Витебского р-на надпойменную террасу с абсолютными отметками поверхности 139–142 м вскрывает котлован. Его размеры составляют 600 м в длину при ширине до 250 м, а глубина достигает 7 м. Дно котлована преимущественно ровное, с уклоном к пойме реки, нарушается выступами – останцами поверхности площадки террасы, и водоотводящими канавами, открытыми в сторону поймы долины реки. Строение надпойменной террасы вскрывается в обнажениях останцев первоначальной поверхности и в канавах, пересекающих дно котлована (рис. 1).

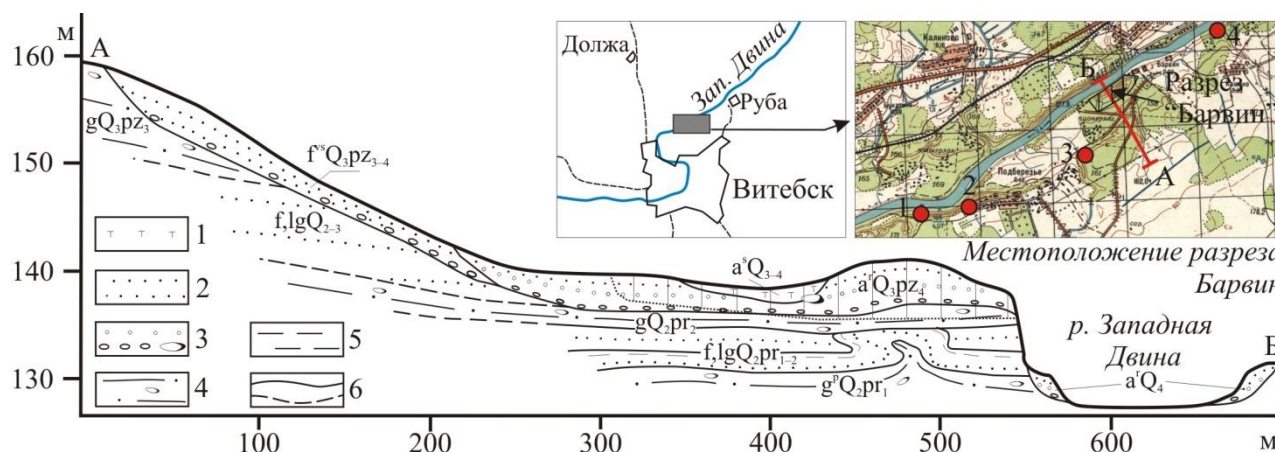


Рисунок 1 – Строение надпойменной террасы левого берега долины Западной Двины у д. Барвин

1 – торф, 2 – пески тонко- мелкозернистые, 3 – пески средне- крупнозернистые с прослоями и линзами песчано-гравийной смеси и валунами, 4 – супеси и суглинки моренные, 5 – супеси и алевриты, 6 – границы слоёв точные и предполагаемые. Цифрами на врезке обозначены разрезы: 1 – Витебская ГЭС, 2 – Подберезье, 3 – карьер «Барвин», 4 – Кашино

В результате проведённых работ установлено, что надпойменная терраса является цокольно-аккумулятивной. Мощность аллювиальных отложений составляет 4–6 м. Эти аккумуляции относятся к двум фациям – руслового и старичного аллювия. Старичный аллювий представлен линзой торфа черного, тёмно-серого цвета, рыхлого, с обилием древесных остатков, с примесью песка. Торф залегает на песках тонко- мелкозернистых, глинистых, серых, тёмно-серых, с сизоватым оттенком, уплотнённых. Осадки старичной фации соответствуют финальной стадии развития площадки террасы в позднем плейстоцене – голоцене. Общие размеры линзы – около $0,15 \times 0,1$ км, а мощность составляет 1,5–2,3 м.

Русловой аллювий представлен переслаиванием окатанного обломочного материала разных размеров с ярко выраженной параллельной и линзовидной слоистостью. Слоистость имеет выдержан-

ное падение в западных и юго-западных румбах. Нижняя часть разреза построена преимущественно инстративным аллювием: валунно-галечными смесями и песчано-гравийно-галечным материалом. Отдельные валуны достигают 2,5–3 м в диаметре. Выше по разрезу аккумуляции базального горизонта сменяются осадками субстративного аллювия с преобладанием песчаной и гравийной фракции. Мощность аллювия русловой фации достигает 6–7 м.

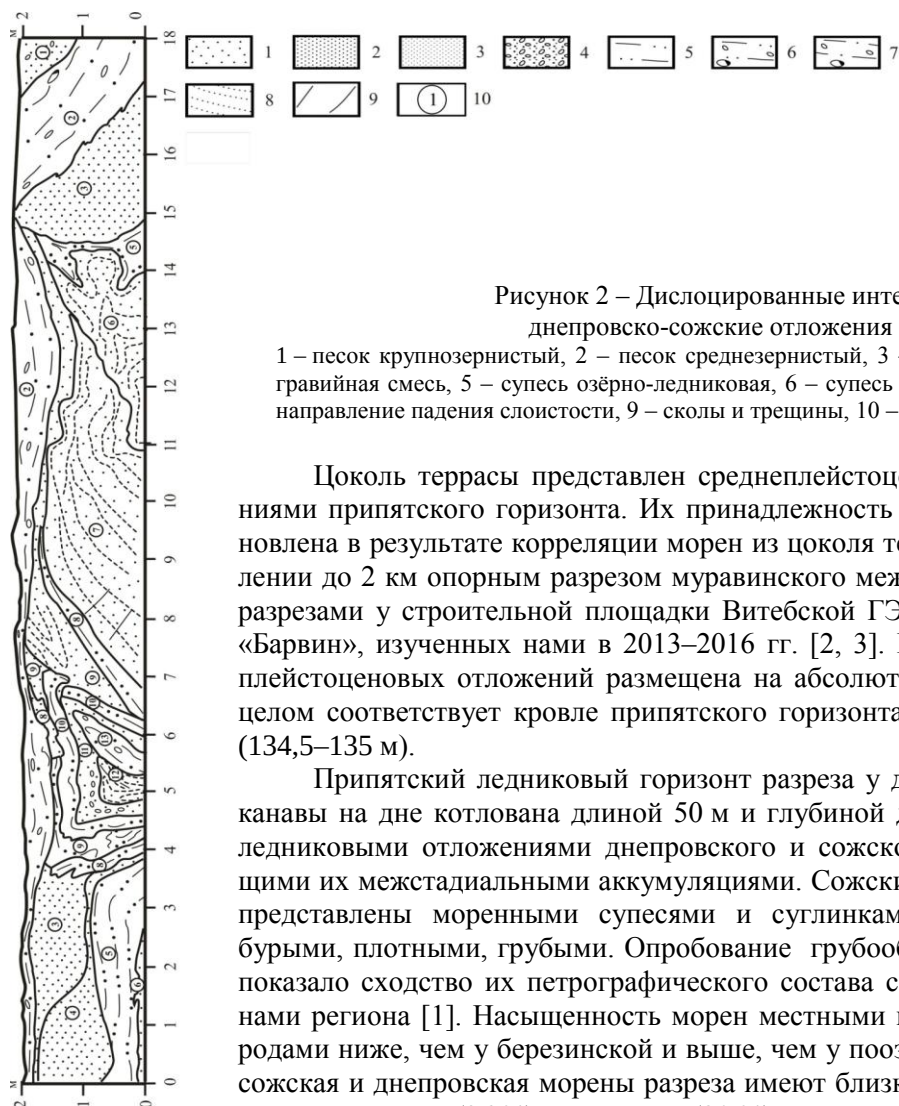


Рисунок 2 – Дислоцированные интерстадиальные днепровско-сожские отложения у д. Барвин

1 – песок крупнозернистый, 2 – песок среднезернистый, 3 – песок мелкозернистый, 4 – песчано-гравийная смесь, 5 – супесь озёрно-ледниковая, 6 – супесь моренная, 7 – суглинок моренный, 8 – направление падения слоистости, 9 – сколы и трещины, 10 – нумерация слоёв

Цоколь террасы представлен среднелепистоценовыми ледниковыми отложениями припятского горизонта. Их принадлежность к припятскому горизонту установлена в результате корреляции морен из цоколя террасы с размещенными на удалении до 2 км опорным разрезом муравинского межледникового «Кашино», а также разрезами у строительной площадки Витебской ГЭС, у д. Подберезье и в карьере «Барвин», изученных нами в 2013–2016 гг. [2, 3]. В этих разрезах кровля среднелепистоценовых отложений размещена на абсолютных отметках 132–134 м, что в целом соответствует кровле припятского горизонта в разрезе террасы у д. Барвин (134,5–135 м).

Припятский ледниковый горизонт разреза у д. Барвин вскрывается в разрезе канавы на дне котлована длиной 50 м и глубиной до 2,5 м. Горизонт представлен ледниковыми отложениями днепровского и сожского подгоризонтов и разделяющими их межстадиальными аккумуляциями. Сожский и днепровский подгоризонты представлены моренными супесями и суглинками бледно-бурыми, коричнево-бурыми, плотными, грубыми. Опробование грубообломочной фракции этих морен показало сходство их петрографического состава с среднелепистоценовыми моренами региона [1]. Насыщенность морен местными и транзитными осадочными породами ниже, чем у березинской и выше, чем у поозёрской морены. Интересно, что сожская и днепровская морены разреза имеют близкий состав с доминирующей ролью известняков (36 %), доломитов (20 %), гранитов красноцветных (16 %) (табл.).

Морены разреза разделяются интерстадиальными аккумуляциями днепровско-сожского возраста. Они представлены песками тонко- мелкозернистыми, разнотернистыми, алевритами и супесями мощностью около 4 м. Пески и алевриты имеют жёлтый, жёлто-серый, тёмно-серый цвет. Из супесей серых и тёмно-серых был произведен отбор образца на наличие органики. Но осмотр пробы Т. Б. Рыловой в 2016 г. не выявил присутствия спор, пыльцевых зёрен и прочих органогенных остатков.

Межстадиальные отложения залегают субгоризонтально в северной части канавы. В её центральной части отложения значительно дислоцированы и смяты в диапировидную складку (рис. 2). В ядре складки залегают супеси моренные днепровского подгоризонта и перекрывающие их пески и песчано-гравийные отложения. В крыльях складки дислоцированы интерстадиальные днепровско-сожские осадки. Складка является опрокинутой, её осевая плоскость имеет уклон от 25° до 60° и падает к северо-западу, шарнир простирается по азимуту 60°–240°. Отложения на северо-западном крыле складки залегают вертикально с разрывом вмещающих складку пород. В юго-восточном крыле складки породы залегают в опрокинутом виде, контакт с вмещающими складку отложениями в этой части разреза не установлен. Необходимо отметить, что диапировидной складке припятского возраста в рельефе надпойменной террасы соответствует валообразное поднятие высотой до 2 м.

Таблица – Сравнительная характеристика петрографического состава гравия (фракция 0,5–1 см) и гальки (фракция 1–5 см) морен разреза у д. Барвин, %

Морены	Породы												
	Осадочные					Кристаллические							
	Известняки	Доломиты	Песчаники	Аргиллиты и алевролиты	Мергели	Граниты розовые	Граниты серые	Магматические средние и основные	Гнейсы и крист. сланцы	Кварциты	Полевые шпаты	Кварц	
Барвин, слой 2	35,5	21,6	1,6	1,4	0,9	15,3	10,3	3,7	2,7	1,8	1,6	3,2	0,4
Барвин, слой 13	37,8	19,1	3,6	-	1,0	17,0	9,3	4,1	3,3	1,0	1,4	2,2	0,2
березинская	38,6	23,8	4,2	0,7	0,9	12,2	7,5	3,4	3	0,9	0,9	1,7	2,1
днепровская	36,4	22,3	2,6	0,4	2,4	16,9	6,6	4,4	2,5	1,1	1,4	2,2	0,7
сожская	33,2	21,3	3,5	1,3	2,4	20,1	7,1	3,1	2,9	1,0	1,0	3,0	0,1
поозёрская	35,4	23,8	2,4	1,3	1,3	19,8	5,9	3,5	2,8	0,8	0,7	1,9	0,3

Таким образом, были установлены особенности строения надпойменной террасы долины р. Западной Двины на отрезке её наибольшего врезания в коренные породы. Рассмотрены особенности сложного строения цоколя террасы и характер перекрывающих цоколь аллювиальных аккумуляций. Полученные результаты дополняют сведения о динамике ледника и характера гляциотектонических процессов в припятское время. Данные о строении террасы подтверждают предположение о позднепоозёрском возрасте заложения долины р. Западной Двины на отрезке д. Курино – д. Лужесно.

1. Гумінскі І. Л. Асаблівасці петраграфічнага складу жвірова-галечнай фракцыі з агаленняў Гралёва і Руба // Геалагічныя і палеанталагічныя даследаванні кайназою Беларусі. Мн.: Навука і тэхніка, 1989. С. 27–31

2. Санько А. Ф., Еловичева Я. К. Отложения муравинского межледникового в разрезе Авдеевичи – Кашино Витебского района Витебской области // Материалы геологического изучения земной коры Белоруссии. Мн.: Наука и техника, 1978, С. 110–115.

3. Санько А. Ф. Неоплейстоцен северо-восточной Белоруссии и смежных районов РСФСР. Мн.: Наука и техника, 1987. 187 с.

УДК 561.56 (476)

О ГРАНИЦЕ ДНЕПРОВСКОЙ СТАДИИ ПРИПЯТСКОГО ОЛЕДЕНЕНИЯ В ПРИГРАНИЧНОМ ПОЛЬСКО-БЕЛОРУССКОМ РЕГИОНЕ

А. К. Карабанов¹, Л. Маркс^{2, 5}, Е. Нитихорук³, М. А. Богдасаров⁴, О. И. Грядунова⁴,
Н. Ф. Гречаник⁴, Т. Крживицки², А. Маецка⁵, С. О. Мамчик⁶, К. Похоцка-Шварц², И. Рихель²,
Б. Воронко⁴, Т. Б. Рылова¹, Л. Збуцки³, Л. Новацки², М. Пиелах²

¹ Институт природопользования НАН Беларуси, ул. Ф. Скорины 10,
220114 Минск, Республика Беларусь; rylova@ecology.basnet.by

² Государственный геологический институт – Государственный исследовательский институт,
Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa, Polska

³ Государственная высшая школа им. Иоанна Павла II, Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska, Polska

⁴ Брестский государственный университет, географический факультет, бульв. Космонавтов 21,
224016 Брест, Республика Беларусь

⁵ Варшавский университет, Krakowskie Przedmieście 26/28, 00-927 Warszawa, Polska

⁶ Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды, ул. Коллекторная 10,
220004 Минск, Республика Беларусь

Трансграничная корреляция стратиграфических подразделений и границ оледенений является важным аспектом исследований четвертичных отложений в Европе. В 2009–2011 гг. в рамках поль-

ско-белорусского проекта «Составление геологических и геоморфологических карт, объединенное с основными палеонтологическими и седиментологическими исследованиями в приграничном регионе Польши и Беларуси» международным коллективом специалистов был выполнен комплекс полевых и лабораторных исследований, положивший начало обоснованию надёжной корреляции границ разновозрастных ледниковых покровов и стратиграфических подразделений плейстоцена на трансграничной польско-белорусской территории (район г. Гродно).

В 2014–2017 гг. геологические исследования были продолжены в южной части польско-белорусского пограничного региона при реализации международного научного проекта «Модель геологической структуры, региональные опорные горизонты и палеоклиматы среднего плейстоцена южной части Польско-Белорусского приграничного региона» (научные руководители: от Польши – Л. Маркс, от Беларуси – А. К. Карабанов).

Территория исследований расположена в южной части польско-белорусской приграничной территории с г. Брест в центре. Этот район отличается большим числом разрезов с межледниковыми отложениями, как перекрытыми, так и не перекрытыми ледниковыми образованиями. Поэтому внимание исследователей было сосредоточено на корреляции региональных стратиграфических подразделений среднего плейстоцена Польши и Беларуси и уточнении границ распространения ледниковых покровов сожской (Warta – в польской части региона) и днепровской (Odra) стадий припятского оледенения.

В Центральной Европе максимальная граница предпоследнего скандинавского оледенения (Saalian) определяется, как правило, на основе распространения маргинальных форм ледникового покрова и скандинавского эрратического материала [1]. В Западной Европе (Нидерланды, Германия, Западная Польша) это оледенение соответствовало максимальному распространению Скандинавского ледникового покрова. В Восточной Польше и на большей части территории Беларуси область распространения предпоследнего скандинавского оледенения (припятского) была меньшей, чем более древнего березинского (эльстерского) оледенения, за исключением долины Днепра на территории Украины, которая была занята крупной ледниковой лопастью, продвинувшейся на 200 км южнее всех остальных ледников [2, 3].

Предпоследнее скандинавское оледенение (Odra) в Польше представлено двумя стадиями – Odra и Warta и соответствует 6-й морской изотопной стадии кислородной кривой (МИС 6). Этому оледенению на территории Беларуси отвечает припятское, которое также представлено двумя стадиями: более древней днепровской и более молодой сожской [4]. На Украине днепровское оледенение представлено только ледником днепровской стадии [5].

В Восточной Польше граница максимального продвижения ледникового покрова стадиала Odra проходит вдоль северного склона Южнопольских возвышенностей, с выразительным языком, вторгнувшимся в долину прорыва Средней Вислы до Сандомирской котловины [6, 7], откуда талые воды направлялись на восток по Подкарпатской прадолине, а затем юго-восточнее долины р. Днестр на территории Западной Украины и Молдавии в Черное море [8]. Продвижение ледника в значительной степени преобразовало рельеф предгорий Карпат, где Южнопольские возвышенности достигали 300–600 м над уровнем моря и более.

Граница максимального продвижения днепровского ледникового покрова на Украине и ледника днепровской стадии припятского оледенения в Беларуси проводится на Волынской возвышенности в северо-западной Украине [2], в бассейне Припяти на Белорусском Полесье [4, 9] и в долине среднего Днепра в восточной Украине [2].

В южной части трансграничного польско-белорусского региона находятся многочисленные разрезы с межледниковыми отложениями среднего и верхнего плейстоцена, которые имеют региональное значение и являются ключевыми для стратиграфии четвертичных отложений всей Центральной Европы [9]. Детальные многолетние исследования на этой территории показали, что в этом регионе моренные отложения припятского (Odra) оледенения развиты не на всей территории [10, 11], что позволило предложить новую интерпретацию геологической ситуации в реперных местонахождениях.

Большинство польских исследователей считали, что ледниковый покров стадиала Warta достигал линии Лошице–Тересполь–Янув Подляски, и даже долины реки Кршна [12, 13]. В последнем случае, граница ледникового покрова могла соответствовать границе ледникового покрова славгородской фазы сожской стадии в Беларуси, которая определяется по линии Брест–Пинск [14].

Многие польские исследователи придерживались такого же мнения, но позже детальные исследования в районе г. Берёза на территории Беларуси не подтвердили эту точку зрения, т. к. осадки александрийского (мазовецкого) межледниковья во многих разрезах в этом районе не перекрываются мореной, и только севернее расположены разрезы, в которых такие отложения перекрыты одной мореной [11].

В связи с этим некоторые исследователи предполагали, что ледниковый язык сожской стадии только незначительно проникал в долину верхнего Нарева, на что указывало наличие конечных морен и маломощных слоёв основной морены выше александрийских межледниковых слоёв в некоторых разрезах [15]. Талые воды во время сожской стадии припятского оледенения (стадиала Warta) должны были течь вдоль прадолины Кршны-Припяти через Полесье до долины Днепра [16].

В результате работ по нашему международному проекту прежние представления о геологическом строении и возрасте отложений и форм рельефа с обеих сторон границы существенно изменились. Анализ многочисленных архивных данных по скважинам, имеющимся на польской и белорусской стороне, прояснил и дополнил общую картину геологического строения четвертичных отложений и позволил сосредоточить полевые работы на нескольких ключевых участках с наиболее представительными обнажениями и разрезами буровых скважин. Собранные образцы были изучены комплексом литологических, палеонтологических, палеоэкологических и хроностратиграфических методов.

В изученных ключевых разрезах были прослежены важнейшие события среднего плейстоцена. В разрезах с отложениями александрийского (мазовецкого, гольштейнского) межледниковья было выполнено подробное исследование как межледниковых, так и вышележащих слоёв. Анализ архивной документации со спорово-пыльцевыми диаграммами по ранее пробуренным скважинам, а также литературных источников позволил обосновать стратиграфическую принадлежность отложений в таких разрезах.

Результаты комплексного исследования опорных разрезов Чепели, Липница, Мокраны Нове, Оссувка, Покинянка, Проходы, Радваничи, Речица, Щербин, Гора Товарная позволили выполнить детальное стратиграфическое расчленение четвертичных отложений и реконструкцию палеогеографических обстановок осадконакопления в пределах трансграничного региона. Было показано, что наиболее важными и полными разрезами с отложениями, включающими спорово-пыльцевые спектры, характерные для заключительных фаз березинского оледенения (San-2, Elsterian), всего александрийского (мазовецкого, гольштейнского) межледниковья и начальных фаз припятского (Odra, Saalian) оледенения, являются разрез Оссувка (Ossówka) в Польше и разрез Речица в Беларуси. Эти опорные разрезы находятся на расстоянии около 150 км друг от друга.

Разрез Оссувка расположен вблизи г. Бяла Подляска на востоке Польши и известен как разрез межледниковых мазовецких (александрийских, гольштейнских) и раннезаальских (Odra, Saalian) озёрных отложений большой (до 55 м) мощности [17–22]. В этом разрезе вскрыта толща, характеризующаяся непрерывным накоплением озёрных осадков и длительной пыльцевой сукцессией. Поэтому разрез Оссувка уже используется в качестве локального стратотипа.

Разрез Речица расположен возле г. Берёза Брестской обл. и известен как разрез межледниковых александрийских и перекрывающих их раннеднепровских озёрных отложений [11]. Известно также много других разрезов с александрийскими (мазовецкими) межледниковыми отложениями, как в Польше, так и в Беларуси. Слои, перекрывающие отложения мазовецкого (александрийского) межледниковья, исследованы в разрезах Липница, Мокраны Нове, Покинянка и Радваничи. В ходе исследований по настоящему проекту были проанализированы и частично переинтерпретированы литологические описания, пыльцевые диаграммы и результаты малакологического анализа этих разрезов, что позволило уточнить их стратиграфическую позицию. Кроме того, в ряде других разрезов (Борсуки, Бубель Луковиска, Чепели, Гнойно, Непле, Новы Павлов, Проходы, Щербин, Свищево, Гора Товарная) было проведено изучение петрографического состава обломков фракции 4–10 мм в поверхностной морене.

Разрез Речица – обнажение, выявленное в южной стенке карьера, расположенного на территории Белорусского Полесья в пределах водно-ледниковой равнины. На значительном протяжении здесь вскрыта толща перигляциальных песчано-глинистых и межледниковых озёрно-болотных образований, выполняющих древнюю ложбину, имеющую, вероятно, аллювиальное (старичное) происхождение. Озёрно-болотная толща сложена гумусированными суглинками, глинами, гиттией и торфом общей мощностью более 3,5 м.

В разрезе Речица было проведено новое детальное исследование методом спорово-пыльцевого анализа более 80 образцов, отобранных в двух расчистках на расстоянии 10 м друг от друга. Были проанализированы органогенные отложения, в основном торф, в интервале глубин 8,43–6,18 м, подстилающая их глина мощностью 0,25 м и перекрывающие органогенную толщу органоминеральные илы с прослойками песка на глубине 6,18–1,8 м. В интервале 1,8–4,2 м отложения содержали мало органических веществ, пыльца в них отсутствовала. Все остальные пробы содержали большое число пыльцевых зёрен и спор.

На спорово-пыльцевой диаграмме разреза Речица выделены 11 локальных пыльцевых зон, которые характеризуют три различных этапа плейстоцена: завершающий этап березинской ледниковой эпохи (L PAZ Rch-1), александрийское межледниковье (L PAZ Rch-2–Rch-9) и начальный этап припятской ледниковой эпохи (L PAZ Rch-10–Rch-11). Полученные данные свидетельствуют о том, что в разрезе Речица представлена одна из самых полных пыльцевых сукцессий александрийского межледниковья на территории Западной Беларуси.

Сравнение палинологических данных разрезов Речица и Оссувка показало несомненное сходство в сукцессии пыльцевых зон, которые отражают значительную роль ели (*Picea*) и ольхи (*Alnus*) в начале александрийского (мазовецкого) межледниковья, существенную роль пихты (*Abies*) и граба (*Carpinus*) наряду с дубом (*Quercus*), орешником (*Corylus*) и другими термофильными породами в климатическом оптимуме. Выявлены также некоторые отличия состава палинофлоры и количественного содержания пыльцы важнейших таксонов, что свидетельствует о различиях в характере растительности, обусловленных разной степенью влияния морского климата на обеих территориях. Так, только для территории Беларуси была характерна доминирующая роль хвойных пород, главным образом, сосны (*Pinus*), на протяжении всего межледниковья. Термофильные широколиственные породы даже в климатическом оптимуме играли небольшую роль, наименьшую, в сравнении с другими межледниковьями плейстоцена. Для климатического оптимума в юго-западных районах Беларуси было характерно незначительное, чаще единичное, присутствие таких растений, как тисс (*Taxus*), лапина (*Pterocarya*), бук (*Fagus*), самшит (*Buxus*), виноград (*Vitis*), бирючина (*Ligustrum*) и др., что свидетельствует о большей степени континентальности климата по сравнению с восточной Польшей.

На приграничной территории Польши доминирование тисса (*Taxus*) среди хвойных пород в начале мезократической стадии – характерная черта мазовецкого межледниковья. В оптимуме межледниковья произрастали смешанные хвойно-широколиственные и широколиственные леса богатого таксономического состава. Существенная роль лапины (*Pterocarya*) в составе растительности также является одним из отличительных признаков мазовецкого межледниковья. Самшит (*Buxus*), виноград (*Vitis*), бирючина (*Ligustrum*), плющ (*Hedera*), падуб (*Ilex*), бук (*Fagus*), произрастающие в районах с морским климатом, регулярно присутствовали в составе растительных ассоциаций в более существенном количестве, чем в юго-западных районах Беларуси.

Важные данные получены в результате выполненных геолого-геоморфологических исследований, которые показали, что ледниковые отложения времени максимального продвижения ледника днепровской стадии (стадиала Odra) припятского оледенения к северу, северо-западу и северо-востоку от Бреста залегают под более молодыми ледниковыми отложениями сожской стадии (стадиала Warta). Опесчаненная ледниковая моренная глина днепровской стадии отличается по цвету (имеет более тёмный коричневый оттенок) и имеет мощность до 7 м. На территории Польши к северу от долины прорыва Буга эти отложения деформированы гляциодислокациями. Основная морена сожской стадии (стадиала Warta) отличается от моренной глины днепровской стадии как цветом, так и большим содержанием песчаной фракции и частичной выветрелостью.

Результаты проведённого исследования дали основание пересмотреть положение границ максимального продвижения ледниковых покровов днепровской и сожской стадий припятского (Odra) оледенения и доказать, что ледник днепровской стадии имел значительно более ограниченное распространение, чем считалось ранее, в частности меньшее, чем ледник более молодой сожской стадии (стадиала Warta) на территории междуречья средней Вислы и Среднего Днепра (рис.).

В этом регионе границы ледниковых покровов днепровской стадии (стадиала Odra) и сожской стадии (стадиала Warta), вероятно, были сближены. Только в долинах средней Вислы и среднего Днепра ледниковые лопасти днепровской стадии продвигались значительно дальше к югу, но не одновременно, что, вероятно, было обусловлено разной мощностью ледника в различных частях Скандинавии [23].

Приведённые особенности динамики ледников разных стадий припятского оледенения (Odra) в польско-белорусском приграничном регионе в значительной степени могли быть связаны с формированием неотектонических структур, активный этап которого пришелся на время александрийского межледниковья [24].



Рисунок – Границы максимального распространения ледников

Dn(Pr) – днепровской стадии припятского оледенения, Sz(Pr) – сожской стадии припятского оледенения, Bz – березинского оледенения, S1 – оледенения San 1, S2 – оледенения San 2, D – донского оледенения, O – стадии Odra оледенения Odra, Wa – стадии Warta оледенения Odra, W – оледенения Wisla, Pz – поозёрского оледенения

Авторы статьи выражают благодарность за поддержку и финансирование исследований Министерству науки и высшего образования Польши (проект 497/N-BIAŁORUŚ/2009/0) и Национальному научному центру Польши (проект DEC-2013/09/B/ST10/02040).

1. Ehlers J., Gibbard P. L., Hughes P. D. Quaternary Glaciations – Extent and Chronology, a Closer Look. Developments in Quaternary Science 15. Elsevier, Amsterdam. 2011. 1126 p.
2. Matoshko A. V. Limits of the Pleistocene glaciations in the Ukraine. A closer look // Quaternary Glaciations – Extent and Chronology, a Closer Look, Developments in Quaternary Science 15. Elsevier. – Amsterdam. 2011. P. 405–418.
3. Ehlers J., Astakhov V., Gibbard P. L., Mangerud J., Svendsen J. I. Middle Pleistocene in Eurasia // Glaciations. Encyclopedia of Quaternary Science 12. Elsevier. 2013. P. 172–179.
4. Karabanov A. K., Matveyev A. V. The Pleistocene glaciations in Belarus // Quaternary Glaciations – Extent and Chronology, a Closer Look. Developments in Quaternary Science 15. Elsevier, Amsterdam. 2011. P. 29–35.
5. Gozhik L., Lindner L., Marks L. Late Early and early Middle Pleistocene limits of Scandinavian glaciations in Poland and Ukraine // Quaternary International. 2012. 271. P. 31–37.
6. Marks L. Quaternary glaciations in Poland // Quaternary Glaciations – Extent and Chronology, a Closer Look. Developments in Quaternary Science 15. Elsevier, Amsterdam. 2011. P. 299–303.
7. Marks L., Ber A., Gogolek W., Piotrowska K. Geological Map of Poland 1 : 500 000. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa. 2006.
8. Lindner L., Marks L. Early and Middle Pleistocene fluvial series in northern foreland of the Carpathians (Poland and Ukraine) and their relation to Dniestr River terraces // Quaternary International. 2015. 357. P. 22–32.
9. Marks L., Pavlovskaya I. E. The Holsteinian Interglacial river network of mid-eastern Poland and western Belarus // Boreas. 2003. 32 (2). P. 337–346.
10. Albrycht A., Binka K., Brzezina R., Dyjor K., Nitychoruk J., Pavlovskaya I. Uwagi o nowych stanowiskach osadów interglacialnych na tle stratygrafii młodszego czwartorzędu południowego Podlasia // Przegląd Geologiczny. 1997. 6. S. 629–633.

11. Величкевич Ф. Ю., Рылова Т. Б., Санько А. Ф., Феденя В. М. Березовский страторайон плейстоцена Беларуси. Мн.: Наука и техника, 1993. 146 с.
12. Marks L. Pleistocene glacial limits in Poland // *Extent and Chronology, Developments in Quaternary Science*. 2(1). Elsevier. Amsterdam-Boston. 2004. P. 295–300.
13. Marks L. Zasięg lądolodu zlodowacenia Warty w Polsce // *Zlodowacenie Warty w Polsce*. Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej. Lublin. 2004. P. 27–35.
14. Гурский Б. Н. Нижний и средний антропоген Белоруссии. Мн.: Наука и техника, 1974. 142 с.
15. Marks L., Pavlovskaya I. E. Correlation of the Saalian glacial limits in eastern Poland and western Belarus // *Quaternary International*. 2006. 149. P. 87–93.
16. Różycki S.Z. Traits principaux de la stratigraphie et de la paleomorphologie de la Pologne pendant le Quaternaire // *Report of the 6th International Congress on Quaternary*. Warsaw. 1961. 1965. Vol. 1. P. 123–142.
17. Lindner L., Krupinski K. M., Nitychoruk J. Sytuacja geologiczna i florystyczna plejстоцеńskich osadów organogenicznych w rejonie Ossówki (południowe Podlasie) // *Przegląd Geologiczny*. 1990. 38 (11). S. 476–483.
18. Krupinski K.M. Stratygrafia pyłkowa i sukcesja roślinności interglacjalu mazowieckiego w świetle badań osadów z Podlasia // *Acta Geographica Lodziensia*. 1995. 70. S. 1–200.
19. Nitychoruk J. Climate reconstruction from stable-isotope composition of the Mazovian Interglacial (Holsteinian) lake sediments in eastern Poland // *Acta Geologica Polonica*. 2000. 50. P. 247–294.
20. Nitychoruk J., Bińka K., Hoefs J., Ruppert H., Schneider J. Climate reconstruction for the Holsteinian Interglacial in eastern Poland and its comparison with isotopic data from Marine Isotope Stage 11 // *Quaternary Science Reviews*. 2005. 24. P. 631–644.
21. Nitychoruk J., Bińka K., Ruppert H., Schneider J. Holsteinian Interglacial = Marine Isotope Stage 11? // *Quaternary Science Reviews*. 2006. 25. P. 2678–2681.
22. Nitychoruk J., Gałczka D. Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1 : 50 000, arkusz Biała Podlaska (568) // *Centralne Archiwum Geologiczne Państwowego Instytutu Geologicznego*, Warszawa. 2006. 43 p.
23. Marks L., Karabanov A., Nitychoruk J., Bahdasarau M., Krzywicki T., Majecka A., Pochocka-Szwarc K., Rychel J., Woronko B., Zbucki Ł., Hradunova A., Hrychanik M., Mamchuk S., Rylova T., Nowacki Ł., Pielach M. Revised limit of the Saalian ice sheet in central Europe // *Quaternary International*. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.07.043>
24. Карабанов А. К., Гарецкий П. Г., Айзберг П. Е. Неотектоника и неогеодинамика запада Восточно-Европейской платформы. Мн.: Беларуская навука. 2009. 172 с.

УДК 561.56

ГЕОАРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ БАССЕЙНА Р. УДА: ЛИТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И ЛАНДШАФТНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ (ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

В. Л. Коломиец^{1, 2}, Л. В. Лбова^{3, 4}

¹ Геологический институт СО РАН, ул. Сахьяновой ба, 670047 Улан-Удэ, Российская Федерация; kolom@gin.bscnet.ru

² Бурятский государственный университет, химический факультет, ул. Смолина 24а, 670000 Улан-Удэ, Российская Федерация

³ Институт археологии и этнографии СО РАН, пр. Академика Лаврентьева 17, 630090 Новосибирск, Российская Федерация; lboval@ngs.ru

⁴ Новосибирский государственный университет, гуманитарный факультет, ул. Пирогова 2, 630090 Новосибирск, Российская Федерация

Реконструкция палеогеографических условий в позднем неоплейстоцене является основой для оценки возможностей возникновения, развития и распространения культуры *Homo Sapiens Sapiens*. Изучение континентальных отложений в бассейне р. Уда (правый приток р. Селенга, Западное Забайкалье) и флористические исследования позволили представить картину изменения природной среды в позднем квартере в регионе в целом.

Казанцевское время. Отложения фрагментов IV террасы р. Уда высотой 18–20 м прислонены к коренному склону. Осадки перстративного типа аккумуляции (радиотермолуминесцентные (РТЛ) даты: $110\,000 \pm 15\,000$, $148\,000 \pm 17\,000$ л. н.) представлены промытыми средне- и мелкозернистыми песками. Палеогидрологические параметры свидетельствуют о том, что водотоки пра-Уды принадлежали к полугорному типу с развитыми аккумулятивными формами.

III терраса правого притока Уды – р. Она высотой 13–15 м сложена песчаным материалом, соответствует по возрасту IV террасе главной реки, её основание датируется $106\,000 \pm 11\,000$ л. н. Судя по палеогидрологическим показателям, аккумуляция могла происходить в неглубоком (2,5–4,0 м) озёрно-видном проточном бассейне. Водоток был полугорным, с хорошо разработанным ложем, площадью водосбора более 100 км², со свободным течением воды в обычных условиях состояния речного дна.

Стабильная динамика осадконакопления свидетельствует об относительно спокойном тектоническом режиме Удинской впадины в это время.

Спорово-пыльцевой спектр из основания III террасы р. Она представлен древесно-кустарниковыми породами (47 % – *Betula*, *Pinus sylvestris* L., *Pinus sibirica*, *Ericaceae*, *Alnaster*, *Alnus*, *Picea*; палинологические определения В. В. Савиновой), травянистой растительностью (39 % – *Umbeliferae*, *Liliaceae*, *Gramineae*, *Polygonaceae*, *Cyperaceae*, *Chenopodiaceae*), спорами папоротниковых, плаунов (14 %) и указывает на распространение сосново-берёзовых лесов с темнохвойными элементами, перемежавшимися с берёзовыми колками. Травянистая и споровая части спектра отражают растительные ассоциации влажных местообитаний, что подтверждает наличие климатических условий теплее и влажнее современных. Предполагаемая среднегодовая температура в это время была около 0 °С, среднеянварская – –18°С, среднеиюльская – +17°С; среднегодовое количество осадков составляло 600 мм.

Раннезырянское (ермаковское) время. Геологические образования представлены аллювиальными и склоновыми отложениями. В частности, относящиеся к зырянскому времени ($61\,000 \pm 7\,300$ и $65\,000 \pm 6\,500$ л. н.) средние горизонты террас рек Уда, Она и Брянка сложены отмытыми песками, в которых преобладают средне- и мелкозернистые песчаные фракции (до 80 %) с редкими дресвяно-щебнистыми включениями (5 %) и примесями глинисто-алевритовых частиц (15 %). Склоновые отложения нижней части разрезов геологических объектов Хотык и Хотогой-Хабсагай в Онинской впадине, Каменка и Варварина Гора ($69\,000 \pm 7\,200$ л. н.) в Брянской впадине сложены суглинками, обогащёнными псефитами. Высокое содержание грубообломочного материала свидетельствует об активизации выветривания и усилении делювиально-пролювиальных процессов.

По палинологическим данным, во всех разрезах эти горизонты практически не содержат пыльцу и споры. На геологическом объекте Хотык (раскоп 2) получен обеднённый вариант спорово-пыльцевого спектра, в котором представлены *Gramineae*, *Compositae*, *Artemisia* sp., *Ericaceae*, единично *Pinus sylvestris* L., что указывает на распространение открытых, безлесых ландшафтов, сформированных степными ассоциациями (пыльцевая зона III). Климат был сухой, неблагоприятный для произрастания растений. Для этих отложений РТЛ-методом получена дата $49\,000 \pm 6\,000$ л. н., сопоставимая с финалом зырянского времени.

Нижние горизонты Каменки ($74\,000 \pm 8\,000$ л. н.) содержат 11,7 % древесно-кустарниковых пород (*Betula platyphylla*, *Alnaster*), 41,2 % травянистой растительности (*Rosaceae*, *Umbeliferae*, *Cyperaceae*, *Plantaginaceae*, *Compositae*, *Thalictrum*, *Artemisia*) и 47,1% спор (*Lycopodiaceae*, *Sphagnum*), что свидетельствует о наличии сосново-берёзовых редколесий, лесного и лугового разнотравья. Климатические условия влажные, но прохладные.

Каргинское межледниковье. Каргинскому времени соответствуют отложения аллювиально-озёрного (II терраса рек Она и Брянка) и делювиально-пролювиального (средняя часть разрезов Хотык, Хотогой-Хабсагай, Варварина Гора, нижняя часть разрезов Каменка, Мухор-Тала) генезиса. Верхний горизонт (позднекаргинский) III террасы р. Она сложен средне- и мелкозернистыми песками с дресвой, щебнем, редким галечником и глинистым алевритом. В строении II онинской террасы ($33\,000 \pm 6\,600$ л. н.) высотой до 10 м, вложенной в песчаные образования третьей, принимают участие горизонтально-слоистые сортированные мелко-, крупно- и среднезернистые пески.

Описанной части разрезов соответствует пыльцевая зона II разреза Хотык в интервале 1,0–1,8 м. По спорово-пыльцевым спектрам здесь зафиксировано распространение кедрово-сосново-берёзовых лесов южно-таёжной флоры (*Pinus sylvestris*, *Pinus sibirica*, *Ulmus*, *Alnus*, *Corylus*, *Betula*, *Alnaster*, *Salix*) и возрастание видового разнообразия трав и кустарников (*Gramineae*, *Labiatae*, *Cyperaceae*, *Ranunculaceae*, *Thalictrum*, *Cruciferae*, *Caryophyllaceae*, *Valerionaceae*, *Umbeliferae*, *Geraniaceae*, *Chenopodiaceae*). Среди спор появляются представители *Polypodiaceae*, *Botrychium*, *Bryales*, *Ophioglossaceae*. Увеличение содержания пыльцы дендрофлоры с темнохвойными элементами и доминантой сосны обыкновенной свидетельствует о становлении хвойных лесов. На пониженных и прогреваемых участках встречались берёзовые колки с вязом, ольхой и лещиной, которые перемежались с луговыми ассоциациями. Среднегодовая температура соответствовала +1,8 °С, среднеянварская – –17 °С, среднеиюльская +18 °С, при среднегодовом количестве осадков около 660 мм.

Более влажные и тёплые по сравнению с предыдущим периодом климатические условия способствовали восстановлению лесов с широколиственными элементами. Спорово-пыльцевой спектр каргинского горизонта Хотогой-Хабсагай содержит 54 % древесно-кустарниковой и 32 % травянистой

пыльцы, 14 % спор. В составе древесно-кустарниковых пород выявлены *Pinus sylvestris* L., *Pinus sibirica*, *Picea*, *Betula*, *Alnus*, *Salix*, *Ericaceae*. Травянистая растительность представлена *Ranunculaceae*, *Convolvulaceae*, *Gramineae*, *Geraniaceae*, *Umbeliferae*, *Scheuchzeriaceae* и *Asteraceae*. По спорам определены *Polypodiaceae*, *Sphagnum*, *Lycopodium clavatum*, *Botrychium* и *Bryales*. Спорово-пыльцевой спектр указывает на существование хвойных лесов с темнохвойными элементами и верескоцветными в подлеске. В понижениях были распространены берёзовые рощи с ивами. На прогреваемых участках склонов росла ольха древовидная. Климатические условия были достаточно влажными и тёплыми.

Палинологические данные, полученные по разрезу Варварина Гора, свидетельствуют о наличии в культуросодержащих отложениях каргинского времени двух горизонтов с «тёплым» спектром. Пыльца древесных пород составляет 8 %, зафиксировано присутствие широколиственных деревьев: вяза, древовидной ольхи. Выше по разрезу отмечена зона похолодания и увлажнения с господством трав водно-прибрежных ценозов и споровых – плаунов и папоротников. В следующую эпоху некоторого потепления активно развивались луговые ценозы. Венчают позднеплейстоценовую толщу отложения с «холодным» спектром степных ассоциаций (лебедовые, полынь, подорожник) сартанского периода.

В раннекаргинской части разреза Каменка появляется пыльца *Betula platyphylla* и *Alnaster* sp., а травянистая растительность представлена пыльцой *Umbeliferae*, *Plantaginaceae*, *Cyperaceae*, *Compositae*, *Thalictrum* sp. и *Artemisia* sp. Приведённые данные свидетельствуют о наличии сосново-берёзовых редколесий с лесными видами споровых растений, плаунами, лесным и луговым разнотравьем. Спорово-пыльцевые спектры, полученные из верхней части песков каргинского возраста указывают на общее потепление и увлажнение. Доминирует пыльца травянистых растений – *Gramineae*, *Umbeliferae*, *Plantaginaceae*, *Cyperaceae*, *Liliaceae*, *Violaceae*, *Rosaceae*, *Ranunculaceae*. Доля древесно-кустарниковых пород составляет 37,7 %, в т. ч. сосна обыкновенная, ель, берёза. Споровая часть спектра представляет *Lycopodiaceae* и *Bryales* sp. Такая растительность отражает довольно тёплые и достаточно влажные условия осадконакопления.

Сартанское время. Тенденции похолодания и аридизации на позднекаргинском этапе привели к изменениям природного комплекса в сартанский период. Климат характеризуется как прохладный сухой, затем холодный увлажненный, а с 13 тыс. л. н. как умеренно-тёплый, относительно сухой. В целом палеогеографические условия сартанского этапа были сходны с обстановкой раннезырянского времени. Накопление аллювия I террасы, как и сформированных ранее (II и III террас), предшествовало широкому развитию эрозионных процессов, связанных с увлажнением климата и повышением водности рек.

Сартанскими, датированными в пределах 25–20 тыс. л. н., являются 4-е литологическое подразделение основных разрезов Хотык и Хотогой-Хабсагай в Онинской впадине – лёссовые суглинки и лёссы мухор-талинских разрезов, пески верхней пачки средней части разреза Каменка. Маркерами служат клиновидные затеки и мерзлотные клинья из основания слоя в нижележащие горизонты, увеличение доли дресвяно-гравийного материала. По литологическим характеристикам можно говорить об усилении аридности климата, похолодании и активизации эоловых процессов.

Сартанскому времени соответствует пыльцевая зона I (глубина 0,2–0,6 м) разреза Хотык. Отмечается резкое снижение роли дендрофлоры. Палинологические данные свидетельствуют о распространении сосновых редколесий, появлении лиственницы, что следует связывать с похолоданием, об увеличении числа представителей таких видов, как берёза, ольховник, ива. В составе спорово-пыльцевого спектра возрастает роль злаковых, верескоцветных, полыней и кустарников. В это время здесь площадь лесов сокращается, и появляются открытые ландшафты, занятые кустарниками и разнотравно-осоковыми ассоциациями, а климатические условия характеризуются как относительно сухие и прохладные. На раннесартанском этапе климат был более холодным и довольно влажным. Дополнительная информация получена по разрезу № 3012 на Хотогой-Хабсагае. В спорово-пыльцевом спектре карбонатизированных отложений мерзлотного клина на глубине 1 м 46 % пыльцы древесно-кустарниковых пород – сосны обыкновенной и берёзы. Травы представлены маковыми и осоковыми. В споровой части определены грибы. Спектр указывает на распространение сосново-берёзового редколесья угнетенного типа в условиях прохладного и относительно увлажненного климата.

Приведенные результаты комплексных исследований в бассейне р. Уда (Западное Забайкалье) демонстрируют развитие палеоклиматической ситуации в последние 100–150 тыс. лет. В частности, в Онинской и Брянской впадинах наблюдается следующий тренд изменений: тёплые влажные условия в

казанцевское время – суровые, холодные, относительно сухие в раннезырянское – тёплые, недостаточно влажные в каргинский период (с выделением наиболее аридных во время оптимума) – холодные, влажные в первой и относительно сухие во второй половине сартанской стадии – тёплые, относительно влажные в голоцене – прохладные и сухие в современности.

УДК 561.56 (476)

ЭВОЛЮЦИЯ ОЗЁРНЫХ ПАЛЕОВОДОЁМОВ ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ

Е. А. Кухарик

Брестский государственный университет, географический факультет, бульв. Космонавтов 21,
224016 Брест, Республика Беларусь

Современный облик гидрографической сети территории Белорусского Полесья был сформирован в течение позднего плейстоцена и голоцена. Происходившие в этом временном интервале природные изменения оказывали значительное влияние на режим и динамику озёрных водоёмов.

Поздний плейстоцен. В течение *муравинского межледникового* (130–105 тыс. л. н.) на фоне климатических изменений в сторону уменьшения континентальности, увеличения влажности и температуры воздуха активно протекало таяние многолетней мерзлоты, и на месте возникающих депрессий образовались озёра [7]. Наибольшее количество озёр в это время находилось на территории Белорусского Полесья. В них накапливались супеси и суглинки с небольшим содержанием органики, гиттии, торф [4].

Поозёрское время (105–10,2 тыс. л. н.) характеризовалось большой водностью речных систем, распространением холодных озёрно-ледниковых водоёмов [8]. Котловины озёр занимали пониженные участки рельефа, которые наметились ещё в последнепровское время. Происходило накопление песков, сапропелей, глинистых и суглинистых отложений с растительными остатками. На рубеже браславской и оршанской стадий поозёрского оледенения поднятие территории Белорусского Полесья обусловило начало спуска многих полесских озёрных палеоводоёмов, на месте которых оставались плоские песчаные пространства с золовыми образованиями и торфяниками [4, 8].

С наступлением *позднеледникового* деградация ледникового покрова обусловила поступление большого количества талых вод на территорию Белорусского Полесья [7]. Возникли группы крупных проточных озёрных водоёмов в бассейнах рек Припяти, Щары, Орессы, Ясельды, междуречье Мухавца и Риты, на правом берегу Пины, в прадолине Стырь–Словечна, в районе оз. Червоное [5]. Происходившие гляциоизостатические колебания и климатические изменения на протяжении *позднеледникового* времени обусловили быструю смену водного режима исследуемого региона и изменения в режиме озёр [8].

На начальном этапе *раннего дриаса* (DR-1, 14–12,8 тыс. л. н.) произошло небольшое похолодание. Территория Белорусского Полесья развивалась в условиях сухого резко континентального климата. В это время произошла подвижка льда [3]. Значительные пространства занимали сосновые леса. В озёрах стали накапливаться заиленные пески, глинистые, глинисто-карбонатные отложения и озёрная известь [7].

В течение *беллингского интерстадиала* (BÖ, 12,8–12,1 тыс. л. н.) произошло потепление климата: температура июля была ниже современной на 0,5–1 °С, января – на 1,5 °С, среднегодовая – на 1 °С. Осадков выпадало меньше на 75–100 мм. В озёрных бассейнах происходил подъём уровня воды, широкое распространение получили водоросли и представители термофильной растительности [7].

С наступлением *среднего дриаса* (DR-2, 12,1–11,8 тыс. л. н.) на территории Белорусского Полесья установился умеренный климат: температуры января были на 4–6 °С, июля – на 2–3 °С ниже современных, а осадков выпадало меньше на 75–175 мм [7]. Господствовала скудная тундрово-степная растительность, накапливались озёрные пески, алевроиты и глины [4].

В течение *аллерёдского интерстадиала* (AL, 11,8–10,9 тыс. л. н.) потепление климата оказало значительное влияние на ход всего природного процесса на территории Белорусского Полесья. Озёрность Белорусского Полесья в аллерёде была выше современной. Продолжали существовать проточ-

ные водоёмы на правобережье р. Пины, в междуречье рек Мухавца и Риты, в бассейне р. Ясельды, в верховье р. Щары, в долине р. Орессы, на месте оз. Червоное и Выгоновское. На водоразделе рек. Западный Буг и Припять была расположена система водоёмов, в которых накапливались пески, кремнеземистый и грубодетритовый сапропели. На междуречье рек Припяти и Днепра появились первые болота [2]. В конце аллерёда и начале позднего дриаса произошло повышение уровня вод, в результате чего появились обширные мелководные озёра-разливы [7].

В *позднем дриасе* (DR-3, 10,9–10,2 тыс. л. н.) произошло кратковременное, но значительное похолодание климата. Холодные условия предопределили широкое распространение открытых, незанятых лесом, пространств [3]. На протяжении позднего дриаса озёрные палеоводоёмы аллерёдского и более раннего возраста практически прекратили свое существование, и на их месте возникли торфяники. Это было обусловлено гляциоизостатическим опусканием территории Белорусского Полесья и врезанием русла р. Припять в районе Мозырской гряды – через образовавшуюся сквозную долину происходил спуск озёрных вод. На протяжении позднего дриаса и раннего голоцена на территории Белорусского Полесья установился безозёрный этап [2, 5, 8].

Голоцен. На рубеже позднеледникового и голоцена, в *пребореальное время* (PB-1, 10,2–9,8 тыс. л. н.), произошли значительные климатические изменения. На территории Белорусского Полесья в начале пребореального времени (PB-1) продолжали развиваться озёра позднеледникового времени, которые существовали в районе оз. Споровское, Выгоновское, Червоное, бассейне р. Пины. Практически во всех озёрах накапливались осадки с повышенным содержанием карбонатов [6]. В центральной части Полесской низменности усилились процессы заболачивания [2]. Незначительное похолодание второй половины пребореального времени (PB-2) обусловило подъём уровня озёр на территории Белорусского Полесья и повышение температуры вод на 3 °C [1]. Происходило накопление опесчаненного, тонко- и грубодетритового сапропеля [2].

Климатические колебания *бореального времени* (BO, 9,0–7,8 тыс. л.н.) значительно повлияли на режим озёр. В результате климатических изменений первой половины бореала (BO-1, 2) активизировались эрозионные, делювиальные и эоловые процессы, понизился уровень грунтовых вод. Осуществлялся спуск остаточных проточных водоёмов [2]. В озёрах аккумулировался в основном карбонатный, смешанный и тонкодетритовый сапропель, усилились процессы заболачивания озёрных котловин [7]. В общих чертах сложились современные черты оз. Выгоновского, Бобровичского, Споровского, Червоного, Песчаного и др., которые являются реликтами позднеледникового времени [2]. В конце бореала (BO-3) произошло повторное понижение уровня озёр: полностью исчез палеоводоём, который располагался в верховье р. Пины [2]. В болотах образовались слои заиленного торфа, в озёрах – толщи опесчаненного ила, кремнеземистого и грубодетритового сапропеля [7].

В течение *атлантического времени* (AT, 7,8–5,0 тыс. л. н.) прохладный климат второй половины бореала сменяется более тёплым. В начале атлантики (AT-1) повышение температурного режима, рост испарения и потребления влаги растительностью привели к иссушению болотных массивов. Вместе с тем происходило понижение уровней озёр, что привело к усилению процессов заболачивания древних озёрных котловин [7]. В середине атлантики (AT-2) произошло повышение влажности климата и понижение температур, что способствовало подъёму уровней озёр, росту их площади и усилению процессов заболачивания междуречий [7]. В конце атлантики (AT-3) отмечался новый тренд к падению озёрных уровней, происходило накопление торфянистых слоёв и грубодетритового сапропеля [7].

Суббореальное время (SB, 5,0–2,7 тыс. л. н.) отличается колебаниями климата, как в сторону похолодания, так и потепления. В начале суббореала (SB-1) отмечается похолодание климата и увеличение влажности. Произошло повышение уровней озёр, в верховье р. Припять происходило заторфование озёр [2]. Происходило накопление кремнеземистых, опесчаненных карбонатных сапропелей и ила [7]. В середине суббореала (SB-2) произошло незначительное потепление, активно протекали болотообразовательные процессы. В озёрах преобладали средние уровни вод [1]. На завершающем этапе суббореала (SB-3) похолодание климата обусловило повышение уровней озёрных водоёмов и обводнённости торфяных массивов, в пределах которых образовывались озёрные окна. Изолированные болота сливались в болотные системы, особенно в пределах территории Белорусского Полесья [7].

В течение *субатлантического времени* (SA, 2,7–0 тыс. л. н.) гидросеть территории Белорусского Полесья достигла современного облика. В начале субатлантического времени (SA-1) было относительно тепло и влажно. Климатические изменения обусловили подъём уровня грунтовых вод, активи-

зацию болотообразования и некоторую трансгрессию озёр. В озёрах накапливались тонко- и грубо-детритовый сапропель [2, 3]. В середине субатлантики (SA-2) отмечается усиление процессов заболачивания озёрных котловин и зарастания сплавин. Старичные озёра в долине р. Припять постепенно зарастали и заболачивались. Возросла эвтрофикация водоёмов [7]. На завершающем этапе субатлантики (SA-3) климатические показатели теплообеспеченности постепенно приблизились к современным [7], а в 2000 г. превысили их на 1 °С на фоне нарастания сухости как отражение техногенного воздействия на природную среду. Температура воды в водоёмах повысилась на 1–2 °С и стабилизировался её уровенный режим [1]. В озёрах происходило накопление глинистого материала с примесью органики, а также кремнеземистых и органических сапропелей, органических и опесчаненных илов [7].

На *современном этапе* значительное влияние на ход природного процесса оказывает деятельность человека. Интенсивное осушение территории обуславливает понижение уровня грунтовых вод и усиливает процессы зарастания озёр [2].

Таким образом, водный режим озёрных водоёмов в течение позднего плейстоцена и голоцена был тесно связан с климатическими изменениями и местными природными условиями образования каждого отдельного водоёма. Изменение природных условий в позднем плейстоцене и голоцене привело к постепенному сокращению озёрности Белорусского Полесья и нарастанию процессов заболачивания территории.

1. Голоцен Беларуси. Мн.: БГУ, 2004. 241 с.
2. *Зерницкая В. П.* Палеогеография Белорусского Полесья в позднеледниковье и голоцене. Мн.: Ин-т геохимии и геофизики АН БССР, 1991. 23 с.
3. *Крутоус Э. А.* Палеогеография антропогена Белорусского Полесья. Мн.: Навука і тэхніка, 1990. 143 с.
3. *Кухарчик Ю. В.* Геология четвертичных отложений. Мн.: БГУ, 2011. 160 с.
4. Рельеф Белорусского Полесья. Мн.: Наука и техника, 1982. 131 с.
5. Современная динамика рельефа Белоруссии. Мн.: Навука і тэхніка, 1991. 102 с.
6. Четвертичный период (квартер) / Ф. Ю. Величкевич, В. П. Зерницкая, Э. А. Крутоус [и др.] // Палеогеография кайнозоя Беларуси / Под ред. А. В. Матвеева. Минск: ИГН НАН Беларуси, 2002. С. 75–143.
7. *Якушко О. Ф., Марьина Л. В., Емельянов Ю. Н.* Геоморфология Беларуси. Мн.: БГУ, 2000. 172 с.

УДК 553.411,941.77(476)

ОСНОВНЫЕ ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗОЛОТОНОСНОСТИ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ

Л. И. Мурашко

Белорусский государственный университет, географический факультет, пр. Независимости 4,
220030 Минск, Республика Беларусь; laris@tut.by

25 лет назад в 1992 г. по инициативе В. А. Москвича начались целенаправленные исследования золотоносности четвертичных отложений Беларуси. Предпосылкой такой инициативы служили два обстоятельства. С одной стороны успехи российских геологов, обнаруживших золото и платиноиды в платформенном чехле на севере Восточно-Европейской платформы. С другой стороны – найденные Ю. А. Деревянкиным частички самородного золота в четвертичных отложениях Беларуси (в 1986 г. Ю. А. Деревянкин обнаружил знаки золота в русловом аллювии р. Днепр, а в 1990 г. – в отложениях поозёрского горизонта на Днепровско-Двинской площади). Смелая инициатива вызвала всеобщий интерес – научный азарт у одних геологов, иронию у других. Сегодня по истечении достаточного для подведения итогов времени можно сделать основные выводы по результатам этой беспрецедентной по масштабам работы.

В республике впервые был создан уникальный коллектив, перед которым стояла довольно сложная, но вполне конкретная, логически обоснованная и практически значимая задача – оценить золотоносность ледниковой формации плейстоцена. Отсутствие собственного опыта подобных исследований частично компенсировалось консультациями и непосредственным участием ведущих специалистов российских предприятий СЕВГЕО (г. Архангельск), ВСЕГЕИ (г. Санкт-Петербург), ЦНИГРИ (г. Москва). С 1993 г. оценка металлоносности месторождений песчано-гравийного мате-

риала и вмещающих пород проводилась непосредственно в БЕЛГЕО созданной и руководимой Ю. А. Деревянкиным группой специалистов. Организация геологоразведочных работ базировалась на тесном контакте научных сотрудников, инженеров и лаборантов, полевых геологов и буровиков, минералогов и обогатителей: А. Г. Бобореко, Д. В. Буглак, А. И. Вавриш, Л. С. Вольская, И. Н. Виноградова, Л. Ф. Деревянкина, А. А. Дроздов, А. А. Волкович, А. В. Жердецкий, В. П. Заслущий, Н. С. Иванова, И. А. Коротенко, А. Г. Колупаев, Т. Е. Колосова, Л. Н. Лысенко, В. С. Меньшиков, В. В. Мыщак, Л. И. Мурашко, А. И. Никонов, А. М. Остапович, С. М. Павлович, Н. П. Петров, И. В. Привалов, Э. В. Рощина, А. В. Сезончик, Л. А. Сорокина, А. А. Сончик, С. А. Статкевич, И. Н. Стальмаков, Л. В. Супрун, В. Л. Сухорослов, С. Г. Туницкая, В. Г. Терешков, Т. В. Целуйко, О. В. Шайбак, А. М. Чернявский, С. Л. Шиманович.

Применительно к региональным условиям была разработана оригинальная методика поиска весовых концентраций самородного золота базировавшаяся на шлихоминералогическом опробовании разрезов (карьеров, естественных обнажений, керна буровых скважин), получении шлихов с использованием центробежных винтовых сепараторов и концентрационных столов и выделения ультратяжёлых фракций по специально разработанным схемам. Пробы объёмом от 40 до 100 л отбирались по всей территории Беларуси из всех основных генетических типов четвертичных отложений.

На основании изучения 1 816 проб было доказано присутствие золота практически во всех литологических, генетических, стратиграфических (средний и верхний плейстоцен) типах пород ледникового комплекса, а также в базальных фациях руслового (голоценового) и террасового (обычно верхнеплейстоценового) аллювия. Наиболее продуктивными оказались грубообломочные флювиогляциальные образования в пределах Минской, Новогрудской, Копыльской и Оршанской конечно-моренных возвышенностей и аллювиальные отложения Днепра. По мере удаления от центра на запад и юг республики (Гродненская, Волковыская, Слонимская возвышенности, Белорусское Полесье и др.) золотоносность четвертичных отложений сокращается.

Количественное распределение металла, оцененное по результатам пробирно-спектрального и минералогического анализов показало, что местный фон шлихового золота в четвертичных породах Беларуси ниже его кларка в земной коре, но выше, чем в осадочных породах в целом [1]. Присутствие шлихового золота установлено в 274 опробованных объектах, в 161 из них выявлены весовые содержания; 36 проявлений содержат шлиховой металл в количестве свыше 40 мг/м^3 , а в 23 – его концентрации превышают 100 мг/м^3 . Казалось бы, столь незначительные количества не могут оправдать материальные, интеллектуальные и трудовые затраты. Тем не менее, предприятие БЕЛГЕО смогло сдать государству первые килограммы собственного белорусского золота. Что же касается научного результата этих исследований, то он бесценен, ведь более чем полувековые предшествующие минералогические исследования вообще не выявляли благородных металлов в четвертичной толще республики. Навыки, приобретенные в процессе выполнения данного проекта, позволили автору провести эксперимент даже во время проведения полевой геологической практики со студентами географического факультета БГУ. В 2005 г. было получено 3 знака золота пылевидной размерности из гравийно-галечного просоя в разрезе кама на севере Учебной географической станции «Западная Березина» (исходный объём пробы, промытой студентом К. Морозом, составлял 50 л).

Знаки золота в четвертичной системе очень мелкие, зачастую невидимы невооруженным глазом. По данным ситового анализа отдельных монофракций из крупных карьерных проб (карьеры песчано-гравийных смесей Заславль, Крапужино), а также морфометрических замеров 16 514 минеральных зёрен установлены следующие гранулометрические классы. Доминирует (45,7 %) тонкое золото размером 0,05–0,1 мм. Далее в порядке уменьшения следуют пылевидное (0,01–0,05 мм) – 29,0 % и весьма мелкое золото (0,1–0,25 мм) – 24,2 %. Знаки крупнее 0,25 мм встречаются в незначительном количестве (1,1 %). Самые крупные по размеру зёрна имеют длину около 7–9 мм.

Главный научный итог исследований золотоносности четвертичных отложений сводится к подробной химико-минералогической характеристике этого редкого минерала, установлению его типоморфных особенностей, позволяющих не только определить генезис и источники поступления в четвертичную толщу, но также характер транспортировки и взаимодействия с вмещающими породами, а также палеогеографические условия седиментации и гипергенного преобразования. Совершенно очевидно, что это минерал аллотигенный, по генезису он входит в состав гляцигенной россыпи. Морфологическое многообразие золотин даёт возможность предполагать наличие нескольких провинций, питавших ледниковый поток. По форме золото представлено тремя основными классами (идиоморф-

ное, неправильных и смешанных форм), каждый из которых включает несколько видов. Идиоморфизм свидетельствует об условиях свободного роста кристаллов в первичной породе. Из *идиоморфных* выделений наиболее часто (более половины изученных 16 514 золотин) встречаются кристаллы и их сростки, изометричные и комковидные индивиды, дендриты и дендритоиды, таблитчатые, проволоковидные и лентовидные зёрна. *Неправильные* формы (пластинчатые, интерстициальные, трещинные и прожилковые выделения) возникли при заполнении пустот в материнской породе на стадии рудообразования. *Смешанные* формы свидетельствуют о формировании золота в условиях перехода от стеснённых условий роста к свободным, либо эпигенетической рекристаллизации минерала. В любом случае все зёрна с реликтовым рельефом, барельефными скульптурами, следами ступенчатого роста и трёхмерной дендритовой кристаллизации, а также розетковидные сростки свидетельствуют о щадящих, как бы «консервирующих» условиях транспортировки в замороженном моренном субстрате. Только по моренам можно судить о коренных и промежуточных источниках золота, питавших ледниковую седиментацию. Во флювиогляциальных и аллювиальных россыпях реликтовые следы на поверхности золота сглаживаются, появляется штриховка в виде извилистых борозд, утончение, закручивание в спирали и петли вытянутых кристаллов, окатывание либо расплющивание изометричных. Для аллювиальных пород наиболее характерны формы, которым присуща плавучесть (тонкие пластинки, чешуйки) и окатанность, выраженная в сглаживании рельефа, приобретении глянцевой поверхности не обязательно гладкой, часто штриховатой и занозистой.

Важным свидетельством питающих провинций являются включения и сростки золота с другими минералами, а также состав элементов-примесей. С учётом химического состава включений и сростков, среди которых преобладают силикаты и сульфиды железа, в качестве коренных источников золота предполагаются кварцево-жильные образования в породах ультраосновного и основного состава, обогащённые Fe, Ti, Mg и Cr [1]. Анализ 50 элементов-примесей, входящих в состав золота (микровключений или находящихся на его поверхности), позволяет судить о парагенезисе золота в рудообразующем процессе, макро- и микросоставе вмещающей породы, как в коренных источниках, так и в промежуточных коллекторах, а также конечных четвертичных отложениях Беларуси.

Важнейшим итогом минералого-геохимических исследований была разработанная Ю. А. Деревянкиным и его коллегами типизация золота из четвертичных отложений Беларуси с выделением шести геолого-генетических групп [1]. *Первая группа* объединяет золото, имеющее весьма высокую и высокую пробу (более 900 ‰), однородное по составу и содержащее низкие концентрации элементов примесей. Эта группа имеет преобладающее распространение на территории республики. *Вторую группу* представляет также высокопробное и весьма высокопробное палладистое золото, часто содержащее в небольших количествах Pt, Rh, Ru, Os, Ir, Hg, Cu, Ni, иногда Fe, Cr, редко Bi. Эта редкая группа известна только из двух районов, Минской возвышенности и Могилёвской моренной равнины. *Третья группа* – высокопробное медистое золото, обеднённое другими элементами-примесями, однородное по составу. *Четвертая группа* – золото средней и относительно низкой пробы (700–899 ‰) с повышенными концентрациями Hg, включениями Cu, Pt и Pd. В *пятую группу* включено низкопробное золото (600–699 ‰), встреченное в виде единичных зёрен, в *шестую* – весьма низкопробное золото (менее 600 ‰) представленное лишь двумя зёрнами, одно отнесено по составу к электруму, другое к амальгаме. Коренными источниками такого россыпного золота в четвертичных породах могут служить высокотемпературные гидротермально-метасоматические, метаморфогенно-гидротермальные и собственно магматогенные руды метаморфических, вулканогенно-осадочных и интрузивных пород архей-нижнепротерозойского возраста, слагающие кристаллический фундамент северо-западной части Восточно-Европейской платформы, в том числе и на территории Беларуси.

Уникальные исследования, проведённые РУП «БЕЛГЕО» достаточно хорошо отражены в малодоступных научных отчетах и недостаточно в научных публикациях. Изданная в 2006 г. книга «Самородное золото в четвертичных отложениях Беларуси» давно стала библиографической редкостью. Результаты исследований заслуживают более широкой известности, как и автор проекта – выдающийся белорусский геолог, неутомимый труженик и мыслитель, скромный человек – Юрий Александрович Деревянкин (1946–2007).

1. Самородное золото в четвертичных отложениях Беларуси / Ю. А. Деревянкин, В. С. Меньшиков, Л. Ф. Деревянкина, Т. Е. Колосова, Л. И. Мурашко, Э. В. Рощина. Минск: БЕЛГЕО, 2006. 164 с.

МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПАЛЕОПОЧВ ПОЗДНЕГО И СРЕДНЕГО ПЛЕЙСТОЦЕНА НА ПРИМЕРЕ РАЗРЕЗА ЧУМБУР-КОСА

П. Г. Панин, С. Н. Тимирева

Институт географии РАН, Старомонетный пер. 29, 119017 Москва, Российская Федерация; paleosoil@mail.ru

Разрез Чумбур-Коса один из основных разрезов лёссово-почвенной формации Приазовья, в котором вскрыты поздне- и среднеплейстоценные палеопочвы. Разрез расположен примерно в 2 км от восточного края поселка Чумбур-Коса, на побережье Таганрогского залива Азовского моря [12].

Морфологическое описание разреза проведено в 2014 г. сотрудниками Лаборатории эволюционной географии Института географии РАН под руководством д-ра геогр. наук А. А. Величко. В разрезе вскрыты четыре хорошо выраженных уровня погребённых почвенных комплексов (ПК) в интервале от нижнего плейстоцена до современности: 1) воронский ПК, отвечающий мучапскому межледниковью (МИС-15); 2) инжавинский ПК – основная фаза коррелируется с лихвинским межледниковьем (МИС-9); 3) каменский ПК – основная фаза коррелируется с каменским межледниковьем (МИС-7); 4) мезинский ПК – основная фаза коррелируется с микулинским межледниковьем (МИС-5е) [2, 3]. Каждый ПК состоял из двух почв – интерстадиальной и межледниковой, разделённых слабым прослоем лёсса [1]. Общая глубина разреза составляет 15,9 м.

В данной статье детально рассматривается микростроение лёссово-почвенной формаций разреза Чумбур-Коса в микроморфологических шлифах, приготовленных по методике [8]. Описание шлифов и интерпретация процессов почвообразования проведено по методикам [4, 5]. Снимки шлифов сделаны на поляризационном микроскопе Motic BA310Pol. Общее количество штуфов – 31 шт.

Микростроение лёссово-почвенной формации разреза Чумбур-Коса представлено на рис. 1 (буквами от А до Е обозначены места отбора штуфов и соответствующие им микроморфологические снимки шлифов). В современной почве (Hol), представленной чернозёмом обыкновенным, штуфы под номерами от А до Е, в мезинском ПК (Mz) № Н–О, в каменском ПК (Kam) № Р–Q, в инжавинском ПК (Inzh) № V–X, в воронском ПК (Vr) № Y и е. В поздневалдайском лёссе штуфы – F и G.

Современная почва характеризуется бурым, тёмно-серым цветом внутрипедной массы, однородной окраской, плотной, агрегированной структурой, биогенной перерытостью (снимки В, С, D). Гумусовый горизонт зернистый (снимок А), тёмно-серые скопления гумуса равномерно распределены по шлифу. В иллювиальных горизонтах количество биогенных пор и трещин увеличивается, масса пропитана пылеватыми карбонатами.

С глубины 2 м в поздневалдайском лёссе внутрипедная масса становится плотной, видны редкие биогенные поры. Ниже залегает мезинский ПК, здесь на глубине 3,2 м микроморфологически выделяется гумусовый горизонт крутицкой интерстадиальной палеопочвы. Для него характерна зернистая структура, внутрипедная масса пылевато-глинистая, видна биогенная перерытость (снимок Н). В иллювиальном горизонте на снимках I и J появляются мелкие правильной формы ромбы гипса. Далее на уровне шлифа К гипс исчезает, внутрипедная масса становится пористой, поры очень похожи на поры современной почвы (снимок В, D) – здесь начинается переходный гумусовый горизонт салынской межледниковой почвы. В иллювиальном горизонте этой почвы опять появляется гипс, представленный крупными ромбовидными формами – признак постоянного или длительного увлажнения горизонта [4].

В каменском ПК в микростроении интерстадиальной почвы (снимки № Р, Q, R) видны включения железистых новообразований – ортштейны, которые являются признаками сильного увлажнения и застоя воды на этом уровне [4, 6]. На уровне шлифа S (поверхностный горизонт раннекаменской межледниковой почвы) содержание ортштейнов резко сокращается, появляются агрегаты кубовидной формы, внутрипедная масса трещиноватая, видны редкие карбонатные конкреции. В нижних горизонтах железистые новообразования встречаются редко (снимок T), на уровне шлифа U они исчезают, далее вскрывается инжавинский ПК.

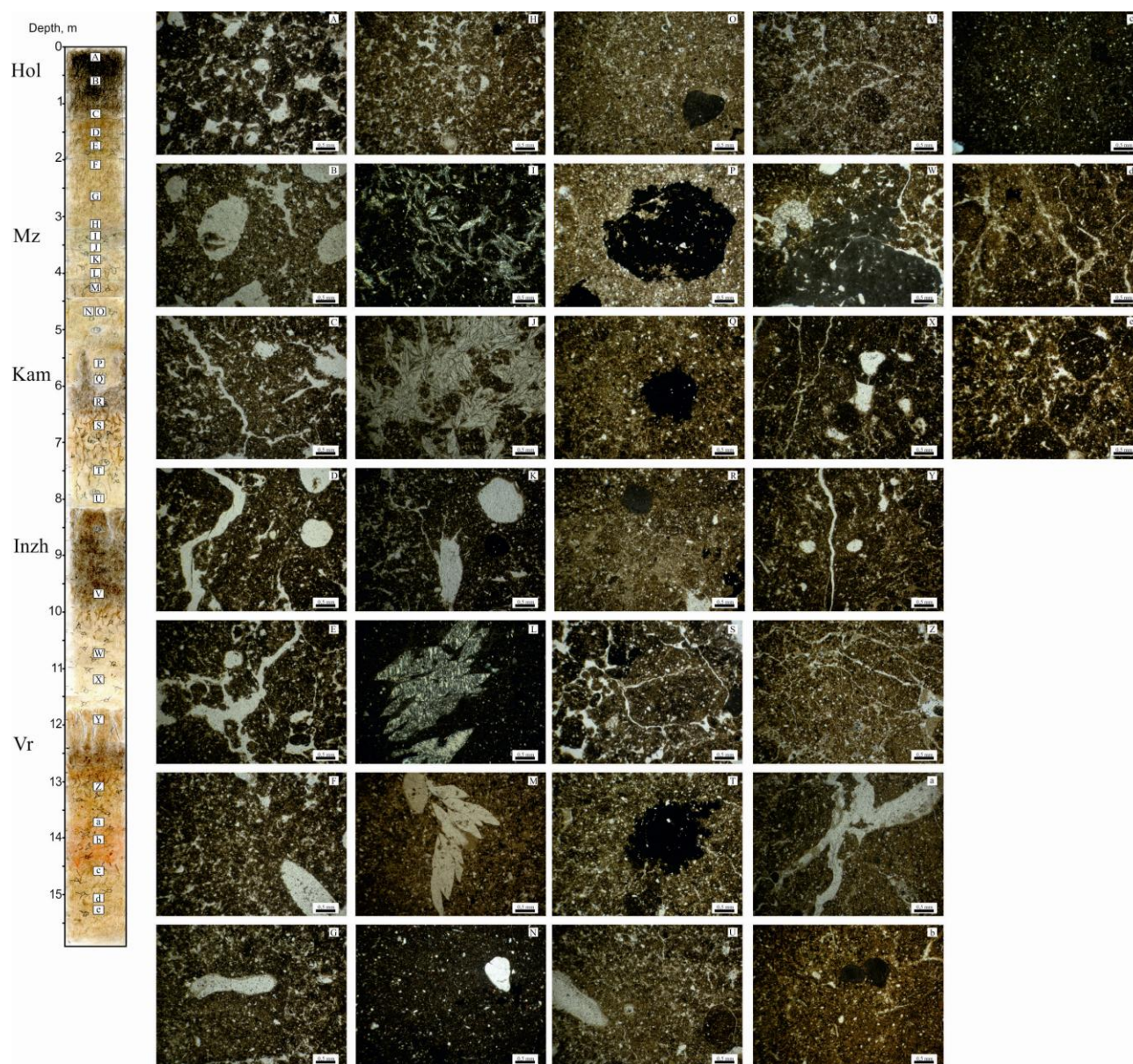


Рисунок – Микростроение разреза Чумбур-Коса (зарисовка разреза сделана А. А. Величко).

В интерстадиальной почве инжавинского ПК внутрипедная масса пылевато-глинистая, хорошо агрегирована (зернисто-кубовидная) пропитана карбонатами, железистые новообразования отсутствуют, видны округлые агрегаты ооидной формы (снимок V). В раннеинжавинской межледниковой почве встречены крупные конкреции карбонатов, а также окарбоначенные корневые клетки – ризоиды [7, 10, 11]. В подстилающем горизонте (снимок X) включения карбонатов и железа не обнаружены, здесь внутрипедная масса трещиноватая, разделена на крупные блоки-агрегаты.

Воронский ПК начинается с уровня шлифа Y, по строению схож со шлифом X (межледниковой почвы инжавинского ПК), внутрипедная масса пылевато-глинистая, пористая, поры округлой формы – биогенного происхождения. В нижней части гумусового горизонта интерстадиальной почвы внутрипедная масса становится более плотная (снимок Z), трещины разбивают её на крупные агрегаты, биогенные поры редкие. Ниже (снимок а) количество трещин увеличивается – результат давления лёссовой толщи на нижележащую почву. Здесь отсутствуют железистые новообразования, появляются округлые карбонатные конкреции диаметром более 2 мм. Ниже количество и размеры карбонатов увеличиваются (снимок b), внутрипедная масса плотная, растресканная (снимок c). На уровне шлифов d и e конкреции карбонатов отсутствуют, здесь появляются агрегаты ооидной формы – признаки влияния криогенных процессов [9].

Заключение. Микроморфологические исследования разреза Чумбур-Коса показали, что наиболее влажные условия почвообразования приурочены к уровню каменского ПК. Во время формирования мезинского комплекса происходят чередования периодов увлажнения и иссушения, салынская межледниковая почва развивалась в более влажном климате, чем крутицкая интерстадиальная. Воронский и инжавинский ПК развивались практически в схожих климатических условиях, климат был сухим и теплым, с участием процессов периодического увлажнения.

Работа выполнена по проблеме П-69 «Динамика и механизмы изменения ландшафтов, климата и биосферы в кайнозое».

1. Величко А. А., Морозова Т. Д., Панин П. Г. Почвенные полигенетические комплексы как системный феномен плейстоценовых макроциклов // Изв. РАН, сер. географ. 2. 2007. С. 44–54.
2. Величко А. А., Морозова Т. Д., Борисова О. К. и др. Становление зоны степей юга России (по материалам строения лессово-почвенной формации Доно-Азовского региона) // Докл. АН. 2012, Т. 445, № 4. С. 464–467.
3. Величко А. А., Морозова Т. Д. Основные черты почвообразования в плейстоцене на Восточно-Европейской равнине и их палеогеографическая интерпретация // Эволюция почв и почвенного покрова. Теория, разнообразие природной эволюции и антропогенных трансформаций почв / Отв. ред. В. Н. Кудеяров, И. В. Иванов. М.: ГЕОС, 2015. 925 с.
4. Герасимова М. И., Губин С. В., Шоба С. А. Микроморфология почв природных зон СССР. Пушкино. 1992. 215 с.
5. Герасимова М. И., Ковда И. В., Лебедева М. П. и др. Микроморфологические термины как отражение современного состояния исследований микростроения почв // Почвоведение. 2011. № 7. С. 804–817.
6. Зайдельман Ф. Р., Никифорова А. С. Орштейны – марганцево-железистые конкреционные новообразования (итоги исследований) // Почвоведение. 2010. № 3. С. 270–281.
7. Ковда И. В., Моргунов Е. Г., Лебедева М. П., и др. Идентификация разновозрастных карбонатных новообразований в современных черноземах // Почвоведение, 2016, № 7, С. 874–891.
8. Методическое руководство по микроморфологии почв. М.: Изд-во МГУ. 1983. 81 с.
9. Морозова Т. Д. Микроморфологические особенности мерзлотных палево почв центральной Якутии в связи с криогенезом // Почвоведение. 1965. № 11. С. 79–89.
10. Durand N., Monger H. C., Canti M. G. Calcium carbonate features // Interpretation of micromorphological features of soils and regoliths. Ed. by G. Stoops, V. Marcelino, F. Mees. 2010. 720 p.
11. Gocke M., Kuzyakov Y., Wiesenberger G. L. B. Rhizoliths in loess – evidence for post-sedimentary incorporation of root-derived organic matter in terrestrial sediments as assessed from molecular proxies // Organic Geochemistry. 2010. 41. P. 1198–1206.
12. Liang Ye, Yang Tai-bao, Velichko A. A. et al. Paleoclimatic record from Chumbur-Kosa section in Sea of Azov region since Marine Isotope Stage 11 // Journal of Mountain Science 130. DOI: 10.1007/s11629-015-3738-9.

УДК 551.79(476)

КОРРЕЛЯЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ КОРЧЕВСКОГО МЕЖЛЕДНИКОВЬЯ БЕЛАРУСИ И АВГУСТОВСКОГО ИНТЕРГЛЯЦИАЛА ПОЛЬШИ

А. Ф. Санько

Белорусский государственный университет, географический факультет, пр. Независимости 4,
220030 Минск, Республика Беларусь; sankoaf@tut.by

В настоящее время корчëвский горизонт является одним из хорошо изученных подразделений четвертичной системы Беларуси, в значительной мере благодаря монографическому исследованию Т. В. Якубовской, Г. И. Литвинюка и А. Н. Мотузко «Корчëвское межледниковье Беларуси» [1]. Публикации по августовскому интергляциалу в Польше служат приоритетной темой в четвертичной стратиграфии. Исследованиям августовского интергляциала Польши посвящен целый номер журнала «Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego» за 2009 г. [2]. Вопросы корреляции этих подразделений, вошедших в стратиграфические схемы четвертичных отложений обеих стран, имеют важное значение в четвертичной геологии Европы, хотя ещё, на наш взгляд, недостаточно аргументированы. Ниже приводится информация тезисного характера об особенностях геологического строения корчëвских и августовских отложений, возможности их стратиграфического расчленения и корреляции по данным различных палеонтологических методов.

Геологическое строение. Отложения стратотипов корчëвского и августовского интергляциалов находятся в полосе эталонного развития четвертичной ледниковой формации, с максимально полным набором ледниковых горизонтов плейстоцена. Рассматриваемые межледниковые отложения оказались чрезвычайно богатыми палеонтологическими остатками, что позволяет реконструировать палеогеографическую обстановку того времени с необычайно большой степенью достоверности. Возмож-

ность корреляции стратотипов корчѣвского межледникового и августовского интергляциала обусловлена сложением их одним генетическим типом – озёрными осадками. Здесь следует заметить, что для отложений августовского интергляциала все ещё не определён стратотип в качестве конкретного разреза. Фактически, им служит стратотипическая местность – Августовская равнина с прилегающими территориями, в пределах которой на площади 50 × 20 км серией скважин на глубине более 100 м вскрыты озёрные отложения августовского интергляциала в суперпозиции – на морене древнейшего в плейстоцене наревского ледника. Августовский интергляциал, по данным комплексного изучения керна скв. Щерба, Калейты, Зеленые Крулевские, Янувка, Суха Весь, Чарнуха, Жарново и Коморники, рассматривается польскими геологами как единый интервал с двумя климатическими оптимумами, разделёнными фазой похолодания. Озёрные отложения стратотипа корчѣвского межледникового, подверженные гляциодислокациям, выведены на дневную поверхность и длительное время были доступны в карьере по добыче глины для наблюдений и детального опробования с большим весом образцов. Первое геолого-палеонтологическое исследование корчѣвских отложений позволило Л. Н. Вознячуку [3] выделить в составе межморенной озёрно-болотной толщи три самостоятельные стратиграфические подразделения – элизаровский (ализаровский) межледниковый, новогрудский ледниковый и корчѣвский межледниковый горизонты. Позже Л. Н. Вознячук [4], пересмотрел свой вывод, сославшись на сильную гляциодислоцированность озёрной толщи в Корчѣво, и рассматривал единое корчѣвское время как настоящее межледниковье микулинско-витебского типа, т. е. межледниковье с широким участием грабовых лесов.

Палинология. «Нижний климатический оптимум» в корчѣвском и августовском интергляциалах на спорово-пыльцевых диаграммах относится к типу дубово-вязовых, верхний – к типу грабовых интергляциалов. Такой же тип спорово-пыльцевых диаграмм характерен для беловежских отложений Беларуси и фердинандовских осадков Польши, что явилось аргументом палинологам [5] для сопоставления их в возрастном отношении. Однако, между августовским и фердинандовским интергляциалами, как показала Н. Winter [6], имеются существенные отличия (более «холодный» нижний и более «тёплый» верхний климатический оптимум, различия в цикличности появления теплолюбивых древесных растений, а также значительная роль ели в составе лесов), которые не позволяют считать августовские и фердинандовские отложения одновозрастными.

Палеокарпология. Результаты исследований корчѣвских отложений, проведённых белорусскими палеокарпологами [1], следующие. Во-первых, рассматриваемое межледниковье «имело два оптимума в развитии биоты, разделённое промежуточным похолоданием, не приведшем к оледенению на территории Беларуси». Во-вторых, между флорами корчѣвского (грабового) и могилѣвского (тоже грабового) межледниковий существуют принципиальные различия по видовому составу, количеству и сочетанию вымерших теплолюбивых экзотов. Флора корчѣвского межледникового обладает чертами индивидуальности и не повторяется в более поздних межледниковьях, в том числе могилѣвском межледниковье Беларуси. Р. Стахович-Рыбка [7], исследовав ископаемые флоры августовского межледникового по отложениям, вскрытым в скв. Чарнуха и Жарново, однозначно коррелирует их с флорами корчѣвского межледникового Беларуси. Комплекс руководящих видов двухоптимумного августовского интергляциала Польши и корчѣвского межледникового Беларуси оказался идентичным. «Промежуточное похолодание» августовского интергляциала (Augustovian I/II) идентифицируется по данным ископаемой флоры условиями перигляциальной обстановки, «по крайней мере, стадийного типа» [7].

Териология. В отложениях, вскрытых карьером в Корчѣво, белорусскими териологами А. Н. Мотузко и П. Ф. Калиновским выявлено несколько тысяч определимых остатков млекопитающих, относящихся к уникальной мимомисной фауне тираспольского фаунистического комплекса, его ранней фазы. Эта корчѣвская (в широком смысле – ализаровская, новогрудская и собственно корчѣвская) фауна млекопитающих отнесена к особой фаунистической зоне плейстоцена Европы (*Lagurus transiens* – *Stenocranium hintoni*) [8]. А. Н. Мотузко предложил выделить её в особый, корчѣвский фаунистический комплекс с руководящими видами – корнезубой полевкой *Mimomys intermedius* (Newton) в сочетании с *Stenocranium hintoni* (Kretzoi). По уровню эволюционного развития корчѣвская мимомисная фауна более древняя, чем беловежская [9].

Малакофауна. Раковины моллюсков в большом количестве встречаются в отложениях августовского интергляциала (разрезы скв. Коморники, Жарново, Янувка, Чарнуха и др.) и корчѣвского межледникового (разрез Корчѣво). Малакофауна обоих подразделений пресноводная, озёрная, характеризует проточные водоёмы. В стратиграфическом отношении интерес в этих фаунах представляют

плиоценовые реликты *Fagotia wuesti* Meijer и *Parafossorulus crassitesta* (Brömme). В польских разрезах встречаются раковины обоих видов. При этом в ходе малакологического анализа выяснилось, что *Fagotia wuesti* Meijer занимает экологическую нишу лишь в «нижнем климатическом оптимуме», а в «верхнем климатическом оптимуме», судя по разрезу Жарново, ведёт себя как вымирающий вид. Видимо, по этой причине вид не отмечен С. Скомпским в составе августовской малакофауны Щерба [10], а также малакофаун Суха Весь и Чарнуха [11]. Вид *Parafossorulus crassitesta* (Brömme) обитал в августовских (корчевских) водоёмах в течение двух «климатических оптимумов». В начале ясельдинского (нида) оледенения оба вида исчезли, вероятнее всего, вымерли, и в более молодых интерстадиалах, включая беловежский в Беларуси и фердинандовский в Польше, не появлялись.

Таким образом, анализ геологического и палеонтологического материала по августовскому интергляциалу Польши и корчевскому межледниковью Беларуси позволяет сделать следующие выводы.

1. Рассматриваемые отложения однотипны, одновозрастны и прекрасно коррелируются в стратиграфическом отношении.

2. Стратиграфический ранг корчевского и августовского интергляциалов в понимании «нижний климатический оптимум», «промежуточное похолодание», «верхний климатический оптимум» не может считаться точным и соответствовать реальной палеогеографической обстановке. Опыт палеогеографических реконструкций четвертичного периода зоны материковых оледенений свидетельствует о необходимости исходить из однооптимумности межледниковых интервалов в плейстоцене. Двухоптимумность интергляциалов – ложное палеогеографическое представление. В качестве иллюстрации кажущегося (ложного) «двухоптимумного межледниковья» приведём только один пример по белорусскому разрезу озёрно-болотных отложений Корачевщина, расположенного на Ошмянской гряде, вне пределов максимального распространения льдов поозёрского оледенения. В Карачевщине «нижний климатический оптимум» образуют муравинские межледниковые отложения, «верхний климатический оптимум» – отложения голоцена. «Промежуточным похолоданием» в таком случае будут озёрные осадки поозёрского (вистулианского) оледенения. Исходя из такой концепции поозёрское (вистулианское) оледенение следует считать внутримурвинским или внутриголоценовым «промежуточным похолоданием», что лишено логики.

Августовский страторайон Польши уникален тем, что между его двумя «климатическими оптимумами» скрыт настоящий холодный интервал плейстоцена в ранге самостоятельного ледникового горизонта. Аналогичная последовательность горизонтов, ранее указанная Л. Н. Вознячуком [3], вырисовывается и по корчевскому местонахождению в Беларуси.

Основываясь на принципе однооптимумности межледниковий, предлагается следующая интерпретация стратиграфических подразделений, занимающих позицию между наревским и ясельдинским (нида) ледниковыми горизонтами (табл.).

Таблица – Корреляционная стратиграфическая схема четвертичных отложений Беларуси и Польши в интервале нарев–ясельда (нида)

Горизонт Беларуси	Горизонт Польши
Ясельдинский	Нида
Корчевский	Августов (Августов II)
Невдинский	Бебжа (Августов I/II)
Ализаровский	Жарново (Августов I)
Наревский	Нарев

Бебжа – новый ледниковый горизонт Польши, соответствующий «промежуточному похолоданию Августов I/II». Назван по р. Бебжа, в бассейне которой горизонт получил литологическую и палеонтологическую характеристику. На территории Беларуси ему соответствует также новый горизонт, названный невдинским (по р. Невда). Невдинский, как и бебжинский, горизонт представлен перигляциальными (в широком смысле) отложениями, относящимися к категории малых оледенений, максимальная граница распространения ледниковых покровов которых, по-видимому, не достигала или находилась в пределах северных государственных границ Польши и Беларуси. Горизонт Жарново – отвечает «нижнему климатическому оптимуму» августовского интергляциала, Augustovian I в понимании А. Бэра. Жарновский горизонт Польши назван по одному из разрезов августовского страторайона, охарактеризованному палинологическим, палеокарпологическим, малакофаунистическим методами, а

на территории Беларуси (ализаровский горизонт) – ещё и териофаунистическим методом. Августовский горизонт в новой интерпретации соответствуют «верхнему климатическому оптимуму» августовского интергляциала (Augustovian II) в Польше, а корчёвский горизонт – корчёвскому межледниковью Беларуси в понимании Л. Н. Вознячука 1978 г. [3].

1. Якубовская Т. В., Литвинюк Г. И., Мотузко А. Н. Корчевское межледниковье Беларуси. Мн., 2014. 161 с.
2. Biuletyn Państwowego instytutu geologicznego. 2009. № 435.
3. Вазнячук Л. М. Новая стратиграфическая схема плейстаценовых адклада ў і асноўныя заканамернасці змен прыроднага асяроддзя ледавіковай вобласці Рускай раўніны ў антрапагене // Даследаванні антрапагену Беларусі. Мн.: Навука і тэхніка, 1978. С. 81–86.
4. Вознячук Л. М. Проблемы гляциоплейстоцена Восточно-Европейской равнины // Проблемы плейстоцена. Мн.: Наука и техника, 1985. С. 8–55.
5. Mamakowa K., Rylova T. B. The interglacial from Korchevo in Belarus in the light of new palaeobotanical studies // Acta Palaeobotanica. 2007. Vol. 47, № 2. P. 425–453.
6. Winter H. Zapis palinologiczny zmian roslinnosci I klimatu interglacjalnego augustowskiego w profile Zarnowo (Równina Augustowska, północno-wschodnia Polska) // Przegląd Geologiczny. 2008. Vol. 56, N 11. S. 1011–1018.
7. Stachowicz-Rybka R. Flora and vegetation changes on the basis of plant macroremains analysis from an early Pleistocene lake of the Augustow Plain, NE Poland // Acta Paleobotanica. 2011. 51(1). P. 39–103.
8. Надаховский А., Мотузко А. Н., Иванов Д. Л. Стратиграфия четвертичных отложений Беларуси, Польши и соседних территорий на основании изучения мелких млекопитающих // Стратиграфия и палеонтология геологических формаций Беларуси. Мн.: ИГН НАН Беларуси, 2003. С. 217–223.
9. Якубовская Т. В., Литвинюк Г. И., Мотузко А. Н. Корреляция корчевского межледниковья Беларуси и соседних регионов по результатам изучения флоры и фауны // Литосфера. 2014. 1(40). С. 125–135.
10. Skompski S., Ber A. Interglacial molluscan fauna at Szczebra near Augustow (NE Poland) // Przegląd Geologiczny. 1999. 47. P. 1006–1012.
11. Skompski S. Fauna z osadów plejstocenskich w stanowiskach Sucha Wies (Pojezierze Elckie) i Czarnucha (Równina Augustowska, północno-wschodnia Polska) // Biuletyn Państwowego instytutu geologicznego. 2009. № 435. S. 85–96.

УДК 556.5

ТИПИЗАЦИЯ ВОДОТОКОВ БЕЛАРУСИ ПО КЛАССИФИКАЦИИ РОЗГЕНА

Ю. Ю. Трифионов

Белорусский государственный университет, географический факультет, пр. Независимости 4,
220030 Минск, Республика Беларусь; yuriy_yury@mail.ru

В настоящее время не существует единой классификации водотоков. Одной из самых признанных типизаций участков рек является классификация Розгена [1]. Она характеризуется сравнительной простотой и широким спектром применения. Поскольку изначально данная система разрабатывалась для анализа рек Северной Америки и Новой Зеландии, следует определить степень её применимости в условиях Беларуси.

Классификация Розгена носит, в первую очередь, морфологический характер. Она основывается, главным образом, на дифференциации особенностей планового продольного и поперечного строения современных русел и пойм рек. Для проведения классификации подобраны наиболее удобные с точки зрения регистрации и измерения параметры. В рамках данной классификации выделяется 4 уровня описания водотоков. В данной работе рассмотрены первый (рис. 1) и второй уровни описания водотоков (рис. 2). Поясним, что классификации применяется не ко всей реке, а только к отдельным её участкам различной протяжённости. Водоток может менять свой тип на протяжении от истока к устью.

В результате типизации водотоков Беларуси по данным космической фотосъёмки и электронных топографических карт выявлены основные типы водотоков, характерные для региона на уровне обобщённой классификации (первый уровень). Произведена выборочная классификация на подробном уровне морфологического описания (второй уровень классификации). В регионе встречаются водотоки следующих типов: С, D, DA, E, F и G. Этим водотокам свойственны песчаный характер материала русла и слабые (менее 1 %) уклоны.

Водотоки первых трёх типов (Aa⁺, A и B), характерные для горных территорий, не выявлены в условиях равнинного рельефа Беларуси.

Меандрирующие участки рек (тип С) встречаются в долинах основных белорусских рек и низовьях их главных притоков. Они преобладают в поймах рек Днепра, Сожа, Березины, Припяти, Западного Буга, Нёмана, встречаются на р. Вилии, но не характерны для поймы р. Западной Двины. Им свойственны накопления руслового аллювия в виде побочной, чередование плёсов и перекатов.

Участки русловой многорукавности (тип D) приурочены к долинам рек Припяти, Западной Двины и Западного Буга. Их распространение на территории Беларуси носит эпизодический характер, протяжённость, как правило, не больше километра, а количество протоков редко превышает двух. Такие участки на реках всей Русской равнины приурочены к местам увеличения расхода воды в сочетании с большим объёмом донных осадков [2]. На них поток теряет способность к меандрированию, спрямляется, а материал твёрдого стока отлагается в центральной части русла, образуя осередки и острова.

Участки типа DA на территории Беларуси встречаются в низовьях р. Сож, на пойме р. Днепр при приближении её к месту впадения в Киевское водохранилище. Но наибольшее распространение они получили в долине р. Припяти. Здесь на пойменную многорукавность приходится 23 % морфодинамических типов русел [4]. Для развития пойменной многорукавности или формирования раздвоенных русел необходимы сочетания высокого расхода и низкого уклона долины. В таких условиях, как было показано [3], русловая аккумуляция начинает преобладать над темпами нарастания поймы.

Водотоки типа Е являются самыми распространёнными на территории Беларуси. Их можно наблюдать в верховьях рек Нёмана и Вилии, в верхнем течении основных притоков первого порядка главных рек страны, а также на многих участках менее крупных рек. Механизм их формирования близок к типу С. Однако они имеют меньший объём стока и, как следствие, характеризуются меньшим радиусом кривизны русла, меньшим шагом излучин с большей степенью развитости [3].

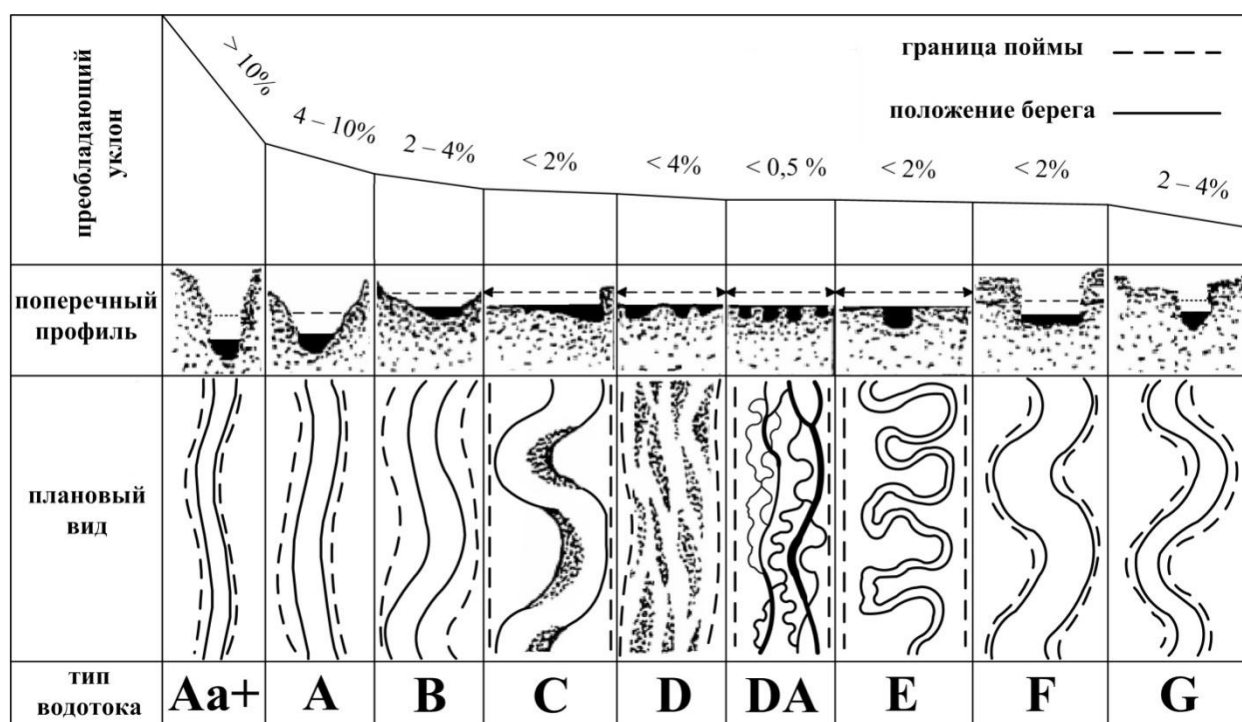


Рисунок 1 – Первый уровень классификации.
Продольный, поперечный и плановый вид основных типов водотоков [1]

Тип F чаще встречается на руслах рек, протекающих в области распространения последнего оледенения, а также в местах пересечения реками конечно-моренных образований. Такие участки отличаются широким, относительно неглубоким руслом и неразвитой поймой. Это широкие водотоки, сильно врезанные в узкую долину.

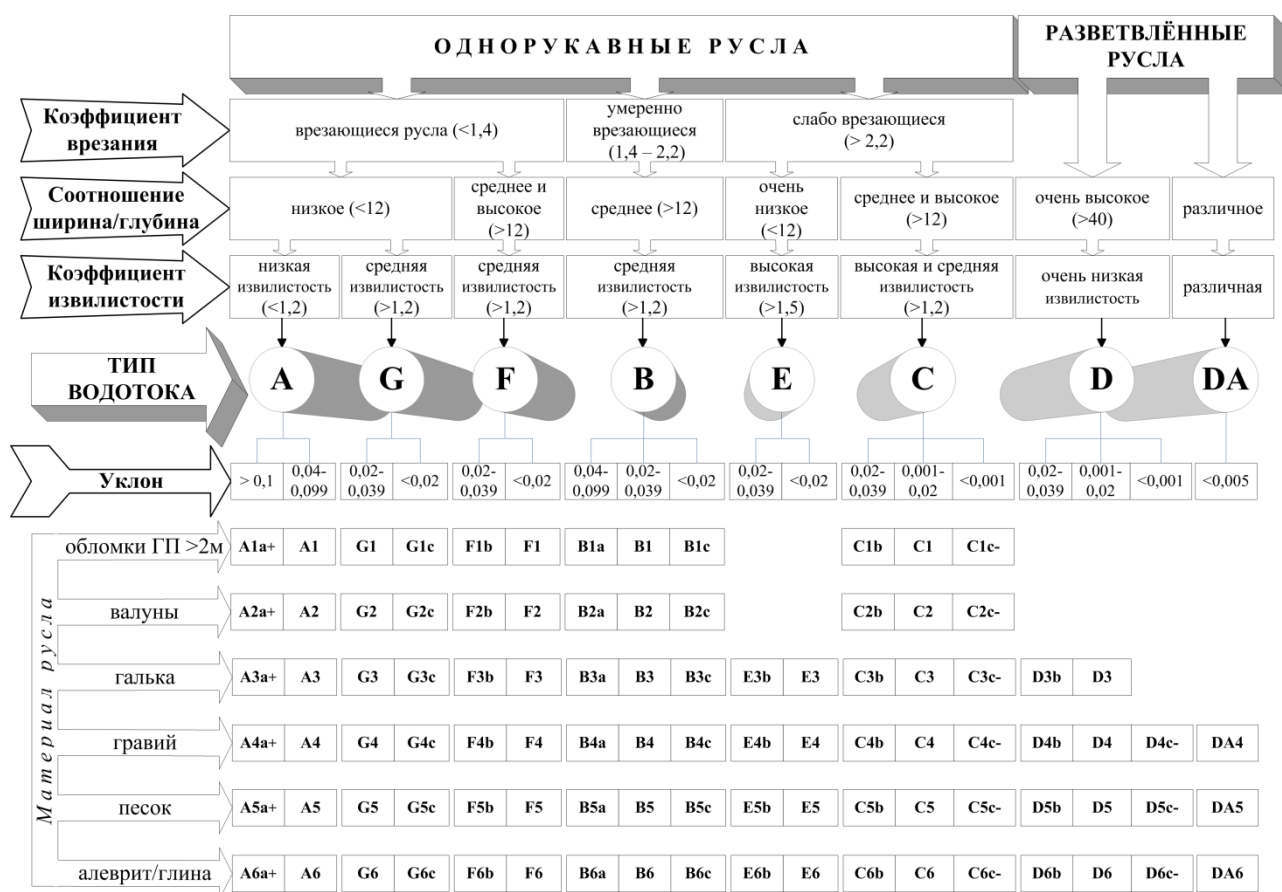


Рисунок 2 – Ключ ко второму уровню классификации Розгена [1]

Участки типа G можно наблюдать в верховьях речных долин, берущих начало на краевых ледниковых образованиях Беларуси. К ним также относятся временные водотоки образующие овраги и промоины.

Таким образом, классификация Розгена вполне применима к рекам Беларуси. Параметры большинства водотоков региона вписываются в характеристики рассмотренных выше типов. Вместе с тем, для водотоков Беларуси могут использоваться дополнительные таксонометрические уровни. Так, типизацию по принципу преобладающего гранулометрического состава материала русла можно разбить на дополнительные подпункты, т. е. пески (рис. 2) разделить на пески крупнозернистые, средне- и мелкозернистые. То же касается и диапазона уклонов. Большинству рек Беларуси характерны слабые уклоны русла (менее 1 %). Это делает перспективным ввод в классификацию дополнительного уровня дифференциации падения русла на десятые доли промилле в целях повышения информативности типизации рек в условиях равнинного рельефа Беларуси. Классификация Розгена является удобным инструментом не только для типизации текущего состояния современных водотоков, но и для характеристики динамики развития рек под воздействием факторов внешней среды. Например, изменение состояния водотока, вызванное созданием гидрологического сооружения на участке его русла, либо развитием мелиоративной системы, можно представить как последовательную смену одного типа водотока другими. Потребность в подобных характеристиках руслового процесса особенно актуальна при проведении перспективного планирования гидротехнического и иного хозяйственного строительства. Аналогичным образом данную типизацию можно применять при проведении палеопатомологических исследований рек Беларуси. Водотоки объединены в группы таким образом, что, определив часть необходимых параметров изучаемого участка и его типа, появляется возможность выдвигать предположения о показателях остальных характеристик.

1. Rosgen D.L. A Classification of Natural Rivers // Catena. 1994. Vol. 22: P. 169–199.
2. Попов И. В. Деформация речных русел и речное строительство. Л.: Госгидрометиздат, 1969. 364 с.
3. Чалов Р. С., Завадский А. С., Панин А. В. Речные излучины. М.: Изд-во МГУ, 2004. 371 с.

УДК 551.79(476)

О СТРУКТУРЕ И ПРИРОДЕ ЛОЖБИНЫ ДОЛЖА (СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ БЕЛАРУСЬ)

Е. В. Хилькевич

Белорусский государственный университет, географический факультет, пр. Независимости 4,
220030 Минск, Республика Беларусь; katya.xilk@list.ru

Среди ложбин ледникового происхождения отчётливо выделяются по геолого-геоморфологическим признакам субгляциальные водно-эрозионные формы. Они обособляются в поверхности дочетвертичных пород и в структуре толщи четвертичных отложений, имеют значительную глубину при небольшой ширине и заполнены субгляциальными флювиогляциальными аккумуляциями. В современном рельефе такие ложбины представляют собой узкие (до 400 м), большей частью короткие (до 26 км) и глубокие (до 70 м) понижения с прогляциальными конусами выноса, дельтами, камами и озами у их окончания.

Субгляциальные водно-эрозионные ложбины обнаружены во многих регионах мира, подвергавшихся материковым оледенениям. На территории Беларуси они широко распространены области Белорусского Поозерья. В настоящее время выдвинуто две основные гипотезы их формирования: 1) канализированного течения грунта [1]; 2) катастрофических спусков субгляциальных талых ледниковых вод [2].

Всё же до сих пор на территории Беларуси субгляциальные ложбины остаются малоизученными формами.

В качестве объекта исследования была выбрана ложбина Должа, расположенная в 5 км к югу от г. Поставы Витебской обл. Она протягивается с северо-северо-запада на юго-юго-восток. Основную часть ложбины занимают озёра Глодово и Должа, соединённые речной протокой.

В геоморфологическом отношении ложбина Должа приурочена к понижению дна более крупной Поставско-Мядельской ложбины полигенетического происхождения. Эта ложбина занимает осевое положение в Мядельском комплексе краевых образований – наиболее выпуклом к югу участке Свенцянских гряд, сформировавшемся в краевой зоне Дисненской ледниковой лопасти во время витебской фазы поозёрского оледенения [3].

Геологическое строение и морфология ложбины Должа изучались в ходе полевых работ. При этом было изучено более 40 геологических обнажений с замерами элементов залегания горных пород и отбором образцов морены на петрографический анализ. Изучение разрезов позволило составить крупномасштабную гляциоморфологическую карту района и расшифровать происхождение ложбины Должа.

Понижение, в пределах которого расположена ложбина Должа, протягивается вдоль восточного склона Поставско-Мядельской ложбины (рис.). Ширина понижения составляет примерно 1,5 км, протяжённость – более 6 км, а относительная глубина – 15–20 м. Склоны и дно понижения имеют мелкохолмисто-западинный рельеф, состоящий из невысоких (до 3–5 м) мелких холмов и неглубоких западин. Все ледниковые формы вытянуты в основном с северо-северо-запада на юго-юго-восток. С поверхности холмы слагают красно-бурые валунные суглинки, межхолмные западины и ложбины – низинные торфа. Ложбина Должа прослеживается вдоль тальвега этого понижения.

В плане ложбина Должа имеет извилистую форму. Её ширина изменяется от 150 до 300 м, и постепенно увеличивается в юго-восточном направлении, достигая 450 м. Протяжённость ложбины составляет около 6 км, а глубина вреза – 8–17 м. В поперечном сечении ложбина имеет V-образный профиль. Дно ложбины узкое, с котловинами, занятыми озёрами, и межозёрной перемычкой. Склоны имеют крутизну 20–33°. Вдоль пологих берегов озёр Должа и Глодово фрагментарно прослеживается озёрная терраса высотой 1,4–2 м и шириной до 15 м. Озёрная терраса прислоняется к коренным склонам ложбины высотой до 5 м и уклоном до 33°. Склоны имеют пологовогнутую либо прямую поверхность. У юго-восточного окончания котловины оз. Должа ложбина суживается до 50–30 м и заканчи-

вается полуцирком. Вдоль западного борта ложбины Должа прослеживаются участки моренной равнины, а у восточного склона – камовый массив.

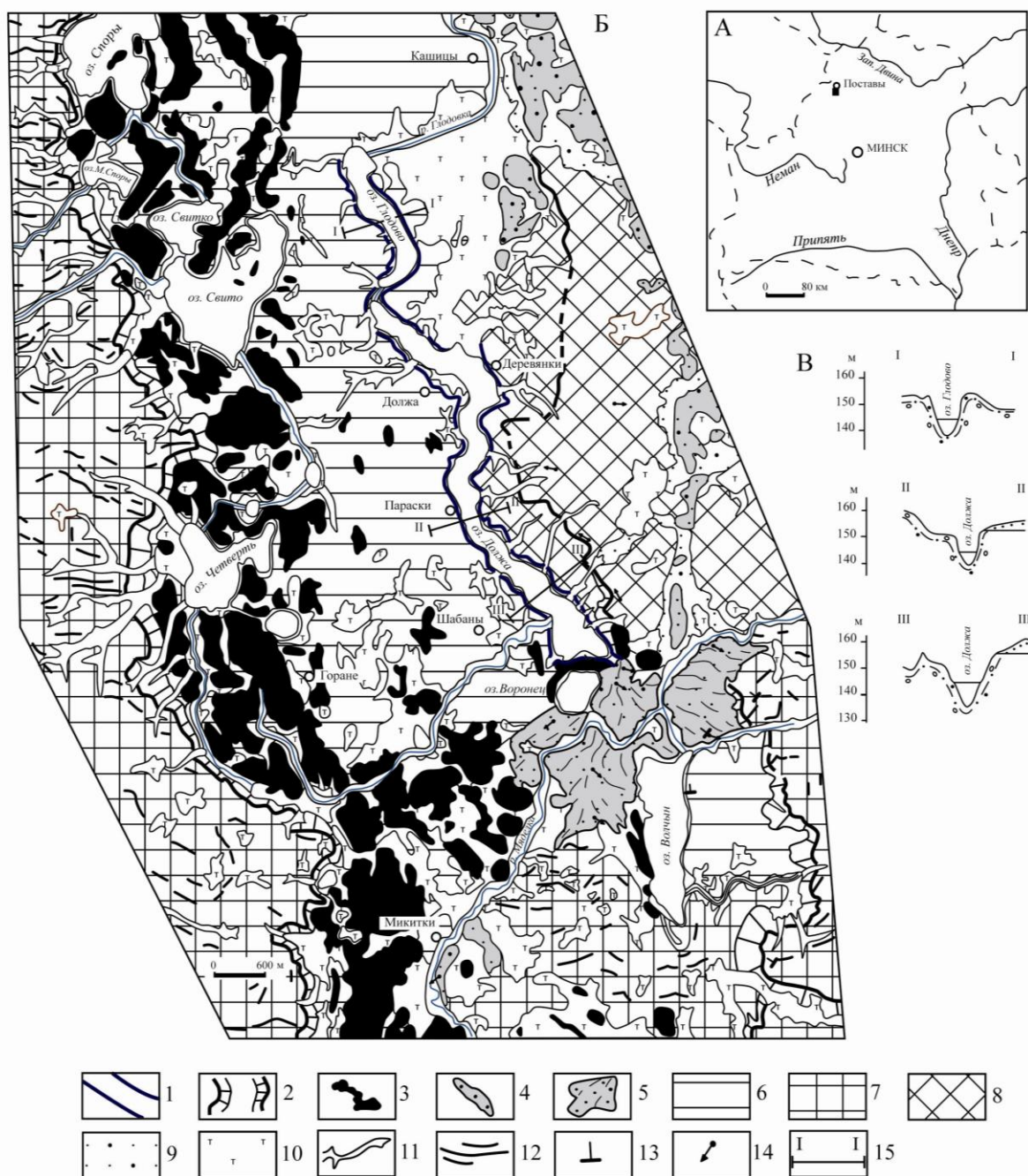


Рисунок – Структура субгляциальной водно-эрозионной ложбины Должа

А – расположение района исследования, Б – гляциоморфологическая схема, В – морфологические поперечные профили (I–III). 1 – контур ложбины Должа, 2 – границы Поставско-Мядельской ложбины, 3 – гляциоинъективные холмы, 4 – озы, 5 – флювиогляциальная дельта, 6 – моренная равнина, 7 – напорные конечные морены, 8 – камовые массивы, 9 – зандры, 10 – низинные болота, 11 – овраги и балки, 12 – гребневые линии гряд и удлиненных холмов, 13 – простираение гляциодислокаций, 14 – направление падения косой слоистости, 15 – линия и номер морфологического профиля.

Характерной морфологической особенностью ложбины Должа является наличие у её дистального окончания крупной флювиогляциальной дельты, лимнокамов и озов. В плане флювиогляциальная дельта имеет лопастную расширяющуюся к югу форму. Её протяжённость составляет около 1,5 км, ширина – до 2 км. Вершина дельты представляет собой крупный полого-выпуклый холм с

длинным дистальным склоном. По мере удаления от устья дельта распадается на отдельные мелкие холмы либо выровненные и полого-наклонные площадки.

В южной части дельты (между оз. Волчин и р. Мяделка) рельеф сменяется холмистым. Он состоит из холмов овальной формы в плане и куполообразных в рельефе с абсолютными отметками 170–178 м. Здесь они нередко сливаются основаниями, образуя холмистый камовый массив.

Озы встречены у д. Микитки Поставского р-на в 2 км на юго-запад от дистального окончания дельты. Озовые гряды имеют полого-выпуклые склоны, волнистый гребень и протягиваются с севера на юг на 500–600 м при ширине до 150 м.

Ложбина Должа врезана в водно-ледниковые отложения времени наступания последнего оледенения. В её заполнении участвуют субгляциальные флювиогляциальные песчаные и моренные образования. Склоны и дно ложбины выстилают суглинки красно-бурые, грубые моренные с глянцидинамическими текстурами. Сверху их перекрывает абляционная морена мощностью до 1,5 м.

Флювиогляциальную дельту в устье ложбины слагают в основном пески разнoзернистые, с примесью гравия и гальки и песчано-гравийная смесь. В дистальном направлении по мере удаления от устья ложбины эти отложения сменяют пески мелко- и среднезернистые. Отложения дельты имеют субпараллельную слоистость с наклоном косых серий на юго-запад, юг и юго-восток. Камы образуют пески мелко- и тонкозернистые, алевроиты, реже суглинки, нередко с ленточной текстурой. В строении озов доминируют пески разнoзернистые, преимущественно мелкозернистые. Встречаются прослои песчано-гравийной смеси с примесью редкой гальки, песка тонкозернистого и супеси моренной. Пески имеют косую слоистость, которая наклонена по азимуту – 276°, под углом – 21°.

Юго-западный, южный и юго-восточный склоны котловины оз. Должа и оз. Воронец окаймляют гляциоинъективные грядки и холмы. Они имеют валлообразную форму и являются выражением в рельефе антиклинальных наклонных складок. Ядро складок сложено суглинками моренными с включением гравия и гальки, очень плотными с плитчатой текстурой. Суглинки содержат прослои песка мелкозернистого и алевроита. Сверху суглинки перекрываются флювиогляциальными дельтовыми песчаными и грубообломочными отложениями.

Полученные геолого-геоморфологические данные свидетельствуют о том, что ложбина Должа имеет субгляциальное водно-эрозионное происхождение. Она образовалась в подошве ледника с талым основанием в рыхлых флювиогляциальных породах времени наступания поозёрского оледенения. При таянии ледника подледная вода объединялась в поток, который в результате эрозии вырыл в рыхлых отложениях глубокую извилистую ложбину, а в месте его прорыва из-под ледника наружу в устье ложбины отложил песчаный материал в виде флювиогляциальной дельты, камов, озов в надледных проталинах и трещинах.

1. Boulton G. S., Hindmarsh R. C. A. Sediment deformation beneath glaciers: rheology and geological consequences // Journal of geophysical research. 1987. В 9. P. 9059–9082.

2. Piotrowski J. A., Geletneky J., Vater R. Soft-bedded subglacial meltwater channel from the Wel-zow-Sud open-cast lignite mine, Lower Lusatia, eastern Germany// Boreas. 1999. Vol. 28. P. 363–374.

3. Комаровский М. Е. Палеоложбины Белорусского Поозерья. Мн.: БГУ, 2009. 183 с.

УДК 551.7

ВОЗРАСТ ТОРФЯНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ (ЮЖНО-МИНУСИНСКАЯ КОТЛОВИНА)

Г. Ю. Ямских

Сибирский федеральный университет, Институт экологии и географии, Свободный пр. 79,
660041 Красноярск, Российская Федерация; yamskikh@mail.ru

В течение длительного времени на территории южной лесостепи Южно-Минусинской котловины изучаются органогенные торфяные отложения, но до сих пор нет окончательного и однозначного ответа на вопрос о времени их образования, мощностях, скоростях прироста и видах торфа, слагающих торфяники. В 1980-е гг. в связи вопросами повышения плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур за счёт использования органических удобрений были произведены геологиче-

ские изыскания торфов на территории южной лесостепи. Изученные болотные массивы [5, 6] приведены на рис. 1.

На основе исследований М. И. Нейштадта [2] было установлено, что процесс заболачивания и развития болотообразования на Западно-Сибирской равнине начался в голоцене – 10–12 тыс. л. н. К этому временному интервалу предположительно относили и болотообразование на территории Южно-Минусинской котловины, поскольку рост болот не прекращался в течение всего этого периода и продолжается в настоящее время, отдельные участки, а иногда и болотные массивы, в целом, связывали с более молодым возрастом – 8 000, 7 000, 5 000 лет.

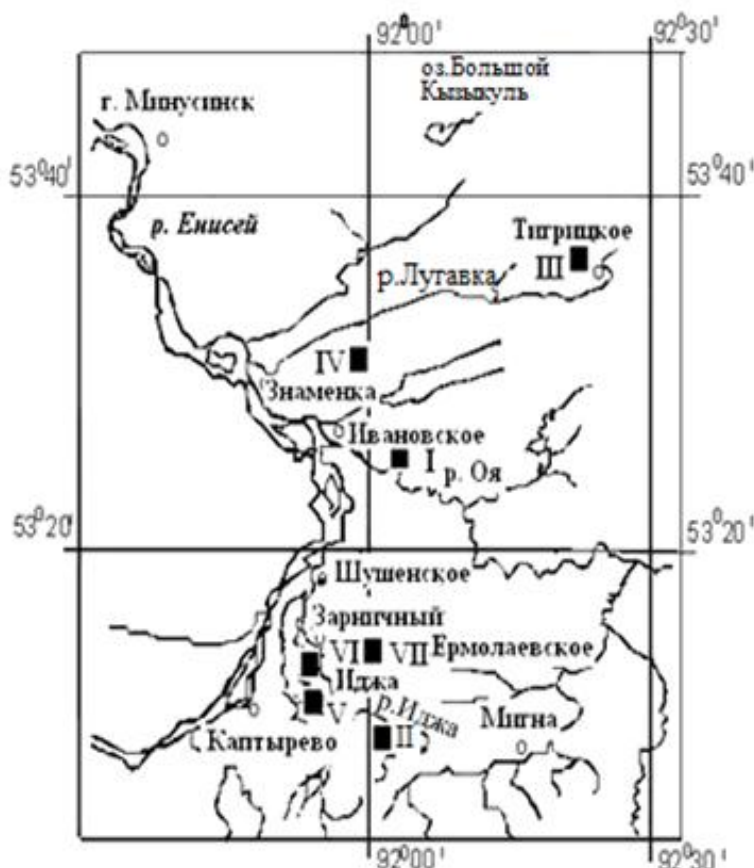


Рисунок 1 – Изученные болотные массивы южной лесостепи
I – Ивановское, II – Каптырево, III – Тигришское, IV – Знаменка, V – Иджа, VI – Зарничный, VII – Ермолаевское

Также, как и на Западно-Сибирской низменности, в зоне южной лесостепи голоценовые отложения имеют повсеместное распространение и представлены различными генетическими типами: аллювиальными, делювиальными, пролювиальными, озёрными, эоловыми и фитогенными. Для отложений характерна пёстрая фациальная изменчивость, относительно малые мощности (первые метры), сложное соотношение их в разрезах, залегание на разновысотных поверхностях, но при этом разрезы отличаются неполнотой и бедностью органическими остатками. Наибольшей полнотой геологической летописи среди отложений голоцена отличаются субаэрально-фитогенные осадки, представленные преимущественно низинными торфяниками. В соответствии с принятой схемой Блитта-Сернандера, модернизированной Н. А. Хотинским [3], эпоха торфяных накоплений в южной лесостепи ограничивается суббореальным и субатлантическим периодами. В некоторых районах, судя по специфике климатических условий, торфообразование начало проявляться и в позднеатлантическое время. Отложения раннеголоценового времени, соответствующие предбореальному и суббореальному периодам (10,5–9,0 и 9,0 и 8,0 тыс. л. н.), в долине Енисея представлены русловым аллювием перстративной фазы аккумуляции и пойменным аллювием с горизонтами почв. Ранний голоцен ознаменовался обширными размывами на дне речных долин, в связи с чем аллювиальные осадки имеют лишь фрагментарное распространение и незначительные мощности. С начала голоцена (в фазы размывов) до суббореального периода происходило прерывистое накопление аллювиальных осадков первой надпойменной

террасы [4]. Поэтому раннеголоценовые аллювиальные отложения, включая и первую половину атлантического периода, выражены фрагментами в разрезах. На территории южной лесостепи не обнаружено фитогенных раннеголоценовых отложений. Начало торфообразования, согласно радиоуглеродным датировкам, относится к ранне-суббореальному периоду (4,56 тыс. л. н.). Торфяники подстилаются старичными илами и гумусированными песчаными осадками пойменной фации, залегающими на размытой эрозионной поверхности, что представлено на схеме стратиграфического расчленения голоценовых отложений Южно-Минусинской котловины (рис. 2).

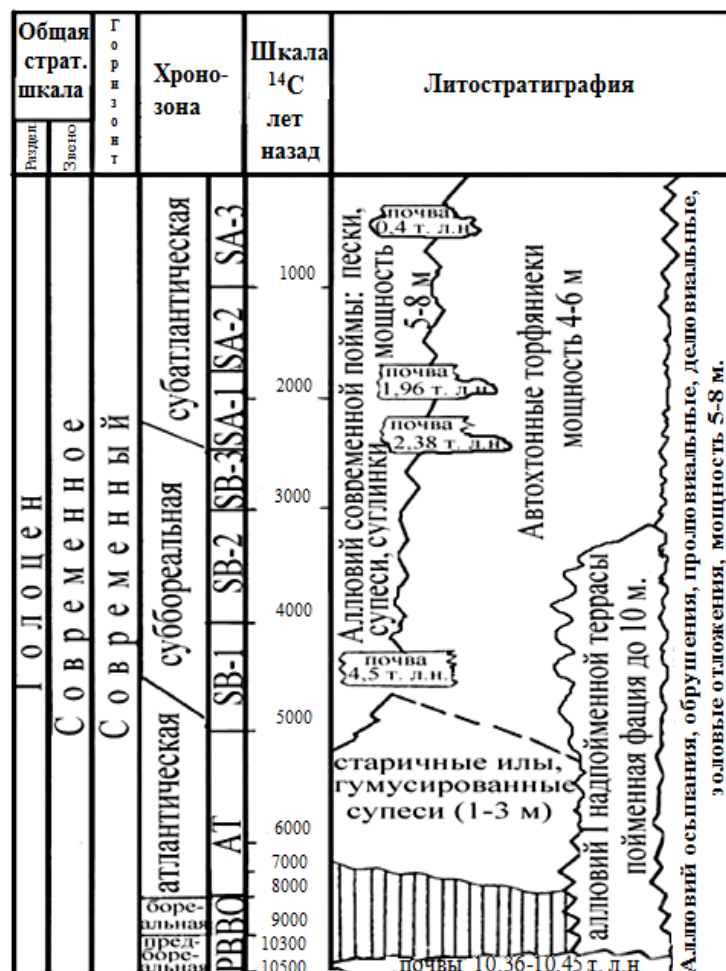


Рисунок 2 – Схема стратиграфического расчленения голоценовых отложений Южно-Минусинской котловины

Наиболее представительными разрезами торфяных отложений на территории южной лесостепи являются торфяники – Ивановское, Каптырево Иджа, Тигрицкое, Знаменка, Еромлаево и Зарничный, сформировавшиеся за суббореальное и субатлантическое время [1] (рис. 3).

Таким образом, на основании проведённого исследования установлено, что торфонакопление на территории южной лесостепи связано с поздне-атлантическим, суббореальным и субатлантическим временем.

В позднеатлантическое и раннесуббореальное время формировались осоковые торфа. В среднее и познесуббореальное время шло накопление древесно-травяных, хвощевых, гипновых, травяных и осоково-травяных торфов. В ранне- и среднесубатлантическое время были сформированы травяные, осоково-пушицевые и осоковые торфа.

На финальной стадии формирования торфов на болотных массивах формировались пушицевые, древесно-травяные, осоково-гипновые и осоковые торфа.

Максимальная мощность торфа не превысила 2 м, средняя скорость накопления торфа составила 0.95 мм/год.

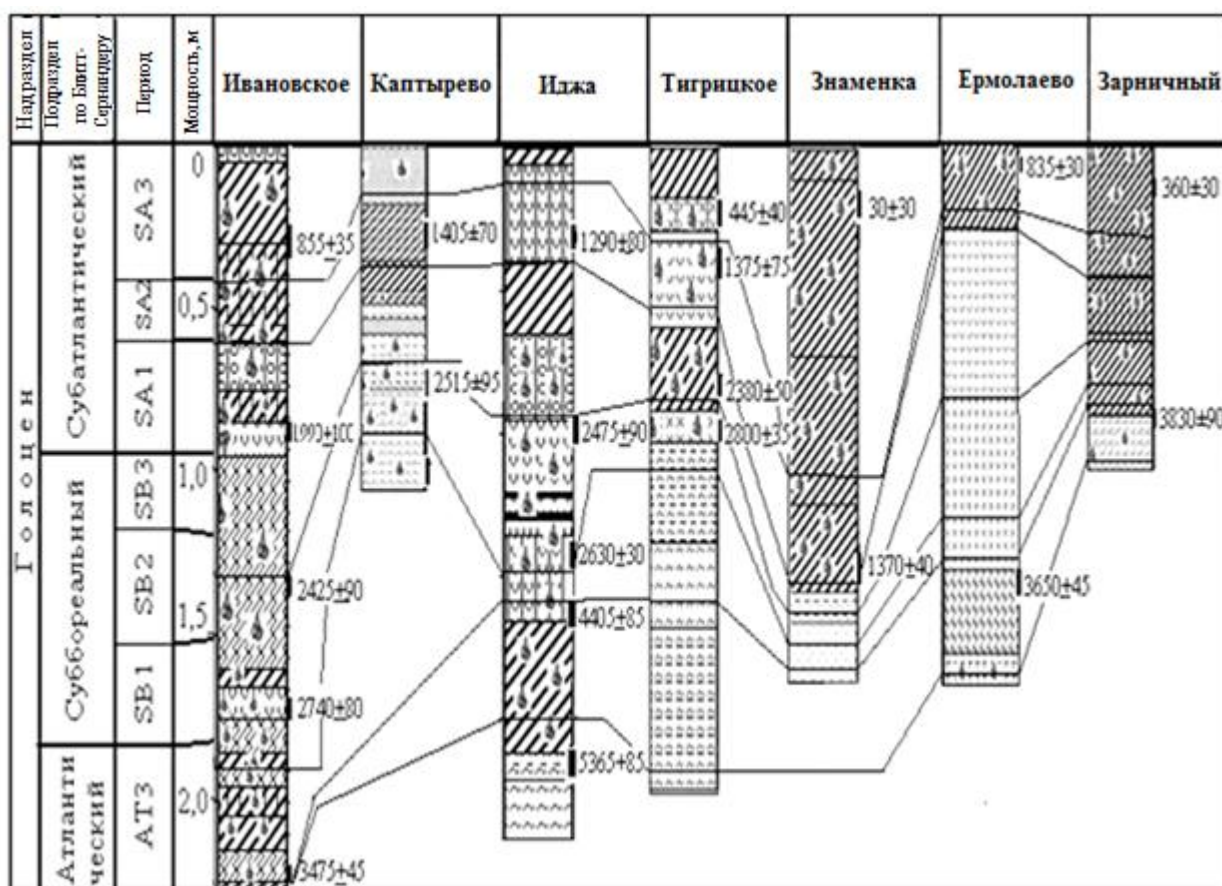


Рисунок 3 – Корреляция разрезов торфяных отложений южной лесостепи.

Условные обозначения: – древесно-травяной торф, – осоковый торф, – берёзовый торф, – травяной торф, – тростниково-осоковый торф, – древесно-сфагновый торф, – осоково-гипновый торф, – хвощовый торф, – песок, – супесь, – суглинок с включением детрита

1. Лебедева Н. В., Ямских Г. Ю. Палеоэкологические реконструкции и изменения климата в голоцене в долине р. Иджа (с использованием метода малакофаунистического анализа) // Фундаментальные проблемы квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: Матер. VI Всерос. совещ. по изучению четв. периода. Новосибирск, 2009. С. 345–346.
2. Нейштадт М. И. Возникновение и скорость развития процесса заболачивания // Научные предпосылки освоения болот Западной Сибири. М.: Наука, 1977. С. 39–47.
3. Хотинский Н. А. Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 1977. 200 с.
4. Ямских А. Ф. Осадконакопление и террасообразование в речных долинах Южной Сибири. Красноярск: КГПИ, 1993. С. 117–128.
5. Ямских Г. Ю. Растительность и климат голоцена Минусинской котловины. Красноярск: Изд-во Краснояр. гос. ун-та, 1995. 180 с.
6. Yamskikh G. Natural Environment and Climate on the Territory of Minusinsk Depression (Southern Siberia) During the Holocene Based on Palynological Data // The Association of American Geographers. Los Angeles, 2013. Abstract N 2510.

PALEOGEOGRAPHICAL INTERPRETATION OF PALEOCHANNEL FILL IN THE BIEBRZA RIVER VALLEY AT LIPOWO SITE (NE POLAND)

**M. Frączek¹, T. Kalicki¹, A. Wawrusiewicz², A. F. Sanko³,
A. Zieliński¹, J. Ziętek⁴, A. Strzępowicz⁴**

¹ Jan Kochanowski University in Kielce, Institute of Geography, Department of Geomorphology, Geoarchaeology and Environmental Management, ul. Świętokrzyska 15, 25–406 Kielce, Polska; marcinfraczek1987@gmail.com; tomaszkalicki@ymail.com

² Podlachian Museum in Białystok, ul. Rynek Kosciuszki 10, 15-426 Białystok, Polska; adamwawrusiewicz@op.pl

³ Belarusian State University, Faculty of Geography, 4 Nezavisimosti Av., 220030, Minsk, Republic of Belarus; sankoaf@tut.by

⁴ AGH University of Science and Technology, Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, A. Mickiewicza Av. 30, 30-059 Kraków, Polska; zietek@geol.agh.edu.pl; strzepowicz@agh.edu.pl

Study area is located in NE part of Poland in middle Biebrza Basin. Relief of this region formed during Middle Polish (Saalian) Glaciation – Wartha Glaciation. However during the next ice-sheet advance until the Pomeranian phase of last glaciation (15,5–15,0 ka BP [8]; 16,2 ka BP [5]) outflow from Naroch-Wilia and Skidel the dam lakes and river waters of the upper Neman river followed Łosośna river valley, its tributary Tatarka river breakthrough Pripilin-Nurki gap section to Biebrza and Narew river valleys [1, 8, 9]. Therefore the Biebrza is underfit river with vast peat-bogs on its valley floor. The Pleistocene relief of the valley was transformed in small degree during the Late Glacial and Holocene. In this period controlling factors of the evolution were climate and vegetation changes [3].

Geological, geomorphological and geoarchaeological studies were conducted at the Lipowo site in one excavation season in 2016. A beginning of peat accumulation in the valley floor was radiocarbon dated at 8490 ± 80 BP (MKL-3275) 7658–7347 cal. BC. At the similar time was cut off Biebrza river channel near a sandy elevation. Cone from the silty sands in the bottom of this abandoned channel was radiocarbon dated at 8330 ± 120 BP (MKL-3277) 7577–7083 cal. BC. Both these occurrences, a rise of ground water level and channel change, could be connected with climatic changes – cool and humid phase at the beginning of Atlantic. This event is globally known as 8,2 ka event [7] have been indicated also in Centraleuropean valleys as a phase of an increase fluvial activity [1]. Gytja with water malacofauna was accumulated in oxbow lake during the Early Atlantic. Lake had disappeared about 6170 ± 80 BP (MKL-3276) 5313–4911 cal. BC when started accumulation of peats and developed peat bog here.

At Lipowo site artefacts of the Niemen culture were found. Single flint artefacts remain in the analogous stratigraphic position as at Krasnoborki site. An trench 1 single flint artifacts and animal bones (profile E) occurred. An trench 2 (profile N) concentration of flint artifacts with cremated fish bones and animal bones (large mammal, probably moose) was found. However, at trench 4 on the top of the elevated form were also exposed single fragments of pottery. It may be linked to the settlement function of the Lipowo site.

Results of studies at Lipowo and other sites in Biebrza river valley floor indicate some periods of climatic changes and an increase of morphogenetic processes activity. The oldest phase of cool and humid climate was dated at beginning of Atlantic (growth of peat bogs in valley floor, river channel cut off). Next humid period in the end of the Atlantic indicated subfossil trees (trees couldn't growth on a peat-bog in the valley bottom). The youngest humid period and beginning of peat accumulation on Subboreal colluvia (delluvia) occurred about 3200–3100 BP (Krasnoborki site) [4].

Climate fluctuations correlate very well with phases distinguished in Centraleuropean river valleys [1]. Traces of the Subboreal soil erosion and colluvial (delluvial) covers formation occurred on the slope elevation (Krasnoborki) [4]. Artefacts at Lipowo were found in the same type of sediments.

Part of the research was carried out in cooperation with the project «Preservation of wetland habitats in the upper Biebrza Valley» LIFE11/NAT/PL/422.

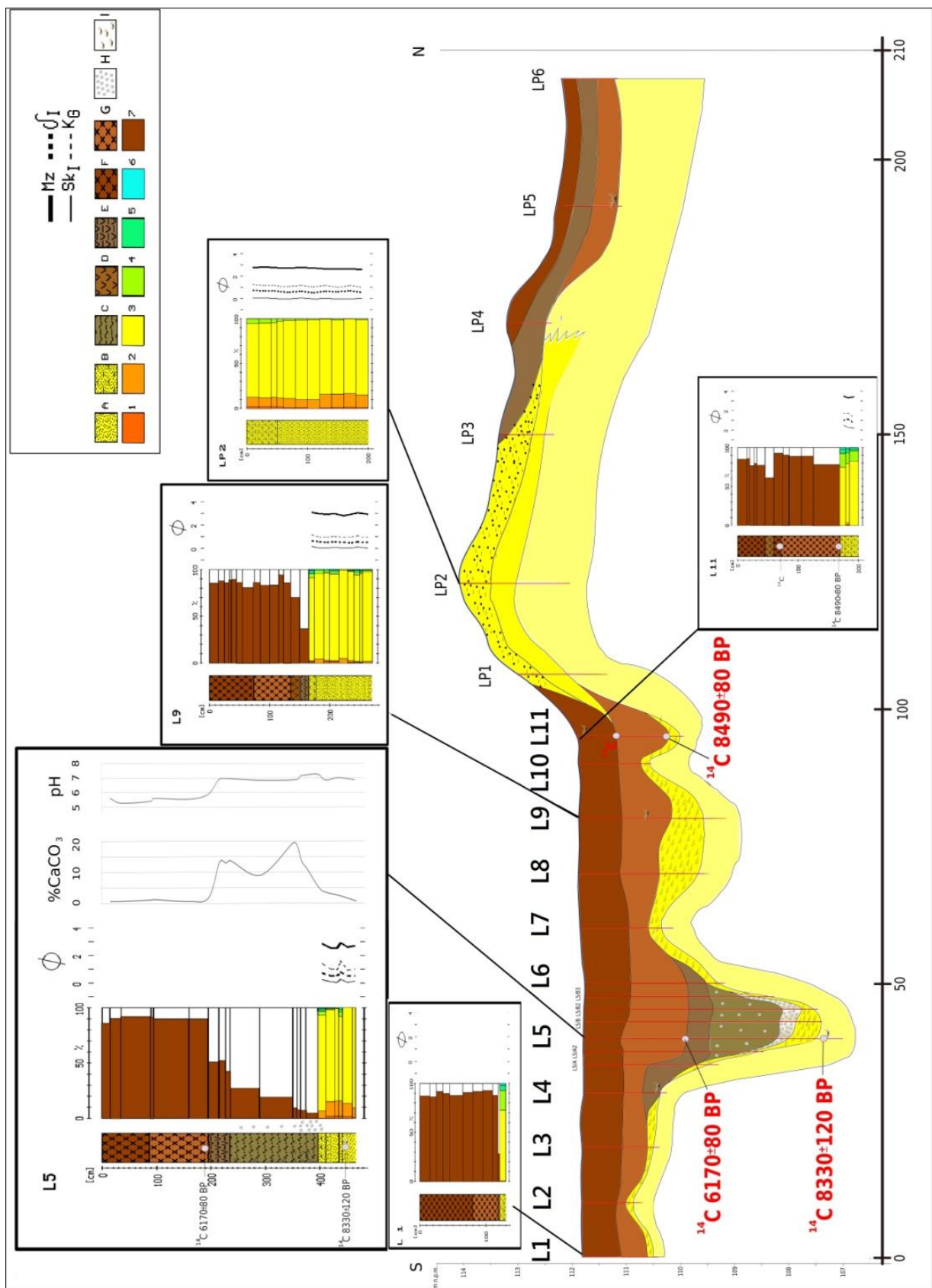


Figure 1 – Geological cross-section of Lipowo site (description like Fig. 2.)

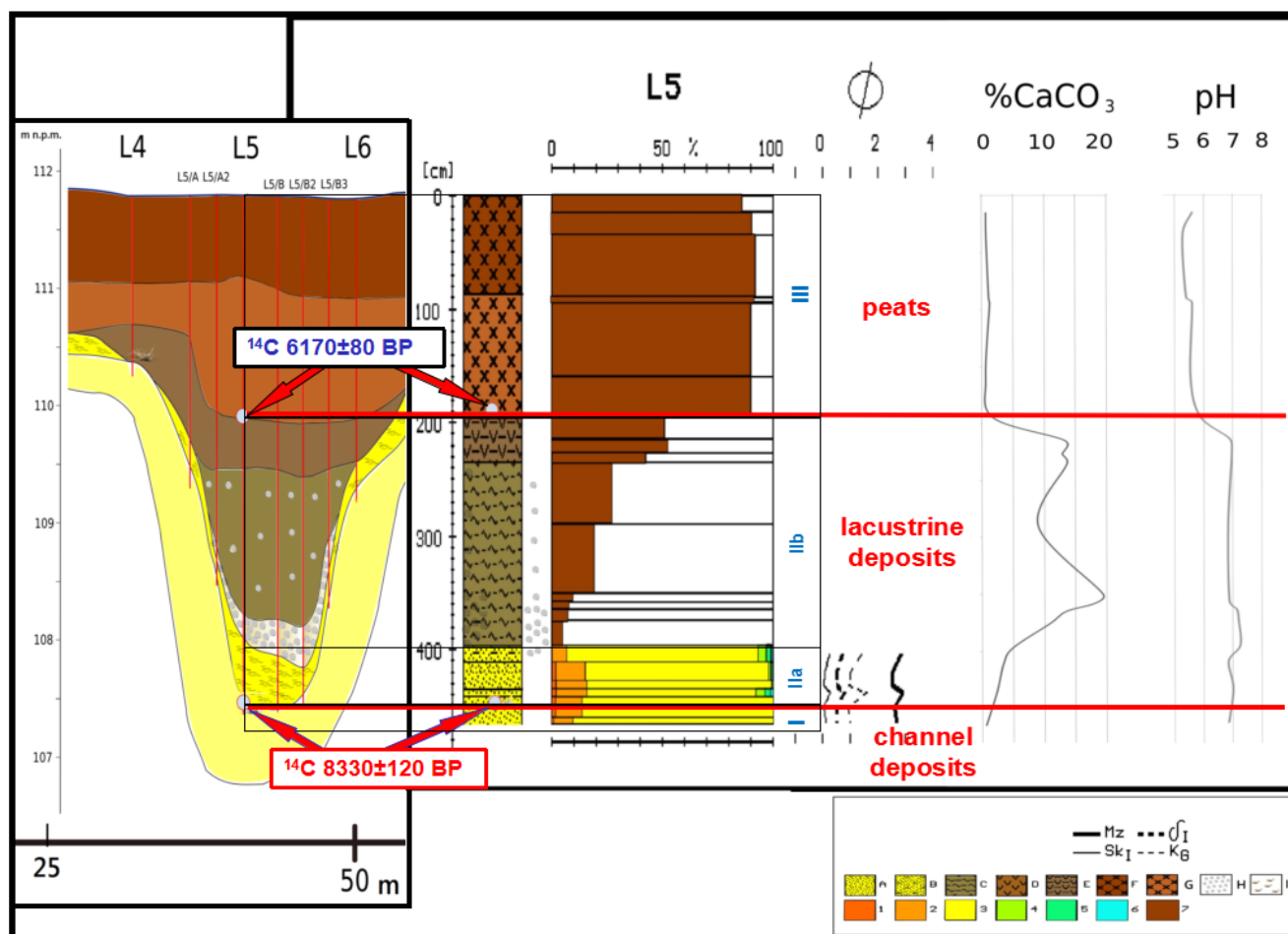


Figure 2 – Paleochannel fill, lithology, grain size and Falk-Ward distribution parameters of L5 profile
 Lithology: A – fine-grained sands, B – silty sands, C – gyttja silts, D – peaty silts, E – silty peats, F – peats, G – peats (undecomposed), H – molluscs, I – subfossil wood; Fractions: 1 – coarse sand (-1 to 1ϕ), 2 – medium sand ($1-2\phi$), 3 – fine sand ($2-4\phi$), 4 – coarse and medium silt ($4-6\phi$), 5 – fine silt ($6-8\phi$), 6 – clay (above 8ϕ), 7 – organic material; Folk-Ward's distribution parameters: M_z – mean diameter, δ_1 – standard deviation (storting), Sk_1 – skewness, K_G – kurtosis

1. Kalicki T. (2006): Zapis zmian klimatu oraz działalności człowieka i ich rola w holocenijskiej ewolucji dolin środkowoeuropejskich // *Prace Geograficzne IGiPZ PAN* 204. 348 p.
2. Kalicki T., Wawrusiewicz A., Frączek M. et al. (2015): Geoarchaeological studies of the Subneolithic site at Krasnoborki (upper Biebrza river valley, NE Poland) // *Sbornik abstrakt 21. Kvarter* (eds. H. Nohalova, V. Káňa, J. Březina), 27.11.2015, Brno, 25.
3. Kalicki T., Wawrusiewicz A., Frączek M. (2016): Upper Biebrza basin – problems of geological, geomorphological and geoarchaeological mappings // *Universitetskiye geologicheskiye chteniya «Sovremennyye problemy geologicheskogo kartirovaniya»*, 14–15.04.2016, Mińsk, 61–64.
4. Kalicki T., Wawrusiewicz A., Frączek M. et al. (2016): Late Glacial and early Holocene environmental context of Subneolithic settlement in the Upper Biebrza Basin // *12 Konferencje Environmentalni Archeologie «Před neolitem...»*, 7–9.02.2016, Praga, Czechy, 29.
5. Kozarski S. (1995): Deglacjacja północno-zachodniej Polski: warunki środowiska i transformacja geosystemu ($\sim 20\text{KA} \rightarrow 10\text{KA BP}$) // *Dokumentacja Geograficzna* 1.
6. Musiał A. (1992): Studium rzeźby glacialnej północnego Podlasia // *Rozprawy Uniwersytetu Warszawskiego* 403.
7. Starkel, L. (2000): 8500-8000 yrs BP humid phase – global or regional? // *Science Reports of Tohoku University*, 7th Series, Geography, 49, 2, 105-133.
8. Val'chik M. A. (1992): Razvitie dolinno-rechnoy seti Belorussii i Pribaltiki v sviazi s degradaciej valdayskogo lednikovogo pokrova // *Gidrographicheskaya set' Belorussii i regulirovanie rechnogo stoka* (ed. L. M. Shirokov). Universitetskoye. Minsk. 3–10.
9. Żurek S. (1994): Geomorphology of the Biebrza valley // *Towards protection and sustainable use of the Biebrza Wetlands: Exchange and integration of research results for the benefit of a Polish-Dutch Joint Research Plan* (eds. H. Okruszko, M. J. Wassen). Utrecht, 15–47.

ARCHITECTURE AND AGE OF WIZNA BASIN BOTTOM (NE POLAND) – NEW RESULTS

T. Kalicki¹, M. Frączek¹, A. Wawrusiewicz²

¹ Jan Kochanowski University in Kielce, Institute of Geography, ul. Świętokrzyska 15, 25–406 Kielce, Polska; tomaszkalicki@ymail.com, marcinfraczek1987@gmail.com

² Podlachian Museum in Białystok, ul. Rynek Kosciuszki 10, 15-426 Białystok, Polska; adamwawrusiewicz@op.pl

In relief of the north-eastern part of Poland, Biebrza Basin is an explicit and important macrodepression form with complex structure. The evolution of this form included several stages of transformation during the last two Pleistocene glaciations and two interglacial periods – Eemian and Holocene (Grabińska, Kubel 2011). The origin and age of Biebrza Basin was associated with erosional processes (e. g. Galon, Roszko, 1967; Żurek, 1991) or ice-melting (e. g. Banaszuk, 1980, 2004; Musiał, 1992) connected with Oder and Wartha (Saalian) ice sheet (Musiał, 1992) or Vistulian – Świecie stadial before LGM (Banaszuk, Micun, 2009). Biebrza Basin includes 5 basins and most southern of them, Wizna Basin (length 23 km, width 11 km), was studied. Many forms related with ice-melting (e. g. moraine monadnocks, sandar-kemes plain, keme terraces and kemes) and composed with highly textural and structural diverse fluvioglacial and glacial deposits occur within it. Those monadnocks (erosional remnants) rise above the peat-bog in the valley bottom.

In the bottom of Wizna Basin could be distinguished two segments: first one – wide (2/3 width of the bottom) without traces of fluvial activity and the second one – narrow and fluvial body.

In the first segment the relief of biogenic deposits bottom indicate the occurrence of palaeolake filled with gyttja deposits. Origin of these depressions was degradation of permafrost and aeolian processes. At Wizna I profile the upper part (depth 5,42–5,35 m) of lake deposits (detritus-clayey gyttja) and sedge-moss peats in superposition (depth 5,35–5,25 m) were dated at 12710 ± 240 and 12610 ± 190 BP respectively. This type represent also present-day existing glacial lake Jezioro Maliszewskie with gyttja 22,5 m thick. The thin layer of moss peats (depth 4,81–4,73 m) accumulated on permafrost in coastal zone of this present-day lake was dated at 11460 ± 210 BP (Balwierz, Żurek, 1987). Grzędy site is located within the non-fluvial segment and includes dune complex surrounded by peats whose thickness reaches 2 m and the bottom was ^{14}C dated at 10135 ± 90 BP (MKL 3129) $10143-9\ 396$ cal. BC. The surface under the peats was transformed by aeolian processes at the end of last glaciation and the Younger Dryas cooling resulted, in probably, that the complex of parabolic dunes was still active at the end of the Late Glacial and Early Holocene. After the climate warming in the Preboreal starts the accumulation of peats but with short-time an increase of aeolian processes activity in the beginning of the Atlantic – 8320 ± 80 BP (MKL 3274) $7542-7141$ cal. BC. It could be coincided with global cooling and more open vegetation on sand dunes. It is also not excluded impact of the Mesolithic cultures (single flint artefact was founded in dune sands).

Within the fluvial segment can be distinguished sandy terrace and muddy-boggy, with numerous oxbow lakes, floodplain of Narew river, which have four levels of different age (Banaszuk, Micun, 2009). At the edge of the terraces there are preserved macromeanders whose cut off was ^{14}C dated at 11780 ± 100 BP (MKL 3130) $11851-11\ 461$ cal. BC (Włochówka site) and at 9900 ± 90 BP (MKL 3135) $9762-9\ 231$ cal. BC (Ruś site). They represent two generations of large, Late Glacial meanders: older probably from Bölling and younger, probably from Alleröd (Ruś site). Macromeanders functioned in many lowland river valleys of Central Europe during the late Pleistocene (comp. Kalicki, 2006). Also less meandering pattern of the older generation shows, that they was transitional system from braided to meandering river, similar like in Warta and Moza valleys (Vandenberghé i in., 1994). Palaeomeander Grądy Woniecko 2 undercuts from the north sand dune with archaeological site Grądy Woniecko and it was cut off before 3800 ± 60 BP (MKL 3127) $2461-2043$ cal. BC. High facial diversity of sediments filled the palaeomeander indicates distinct changes in sedimentation conditions in the Neoholocene, probably referring mainly to climate changes (frequency and magnitude of floods), and it is not connected with changes in location of Narew river, because the river in the Neoholocene flowed probably stable along edge of Kolno Upland.

The archaeological site Grądy-Woniecko is located on the dune complex within fluvial valley bottom on the left bank of the floodplain, a few hundred meters from the present-day Narew riverbed. Below the complex of sands dune deposits there are fluvial sands dated OSL about $8,6 \pm 1,3$ ka (UJK-OSL-71). Within

aeolian sediments could be distinguished several members separated by buried soils (Fig.). Stratigraphy, number, depth and age of buried soils is strongly various in different parts of the dune complex, because at different periods they were activated only some parts of the dune field. The oldest phase of aeolian activity is OSL dated at $6,2 \pm 0,9$ ka (UJK-OSL-66) and it ends with well-developed fossil soil with artefacts. This soil was fossilized in the early Subboreal, because aeolian sands covering it were OSL dated at $4,6 \pm 0,7$ ka (UJK-OSL-65). These two phases of aeolian activity may be related with human activity of the Niemen culture on the area of dune field. This is confirmed by radiocarbon AMS datings of human bones (5325 ± 35 and 5100 ± 35 BP) and charred organic remain in pottery (5035 ± 35 and 4560 ± 50 BP). The next phase of aeolian activity may already be connected with the Middle Ages and the Modern period. The first phase/phases? from this period can be dated to the early Middle Ages – aeolian sands were OSL dated at $1,2 \pm 0,18$ ka (UJK-OSL-63) and $0,9 \pm 0,13$ ka (UJK-OSL-67), and another refers with the Middle Ages (OSL date $0,54 \pm 0,08$ ka – UJK-OSL-64). Period of the Medieval aeolian activity closes fossil soil dated AMS at 780 ± 30 BP cal. 1210–1281 AD and 660 ± 35 BP cal. 1275–1395 AD. Very intensive aeolian activity in the Modern period led to the destruction of local elders both aeolian series and buried soils, that is why the fossil soil radiocarbon dated at 165 ± 50 BP (MKL 3128), which is the last 3 centuries (after 1657 AD) or AMS dated at 190 ± 30 BP after cal. 1664 AD locally occurs on the Subboreal sands at depth. 150 cm, and elsewhere on the surface. Very intensive changes in the morphology of the area connected with the activities of aeolian processes in recent decades documents the comparison of the relief of the dune present day and from 1974 when were conducted archaeological excavations.

Separate phases of aeolian activity on the Grądy Woniecko archaeological site have a high conformity with the general phases dune formation for Poland (Nowaczyk, 1986), and phases of activity and stabilization of the nearby dune field in Narew and Biebrza watershed (Kiślaki site) (Grzybowski, 1981). The second author distinguished phases of an increased aeolian activity climatically (Older and Younger Dryas) and anthropogenically (Subboreal – 4000–1600 BC; Subatlantic – 1200–1600 AD and after 1800 AD) conditioned.

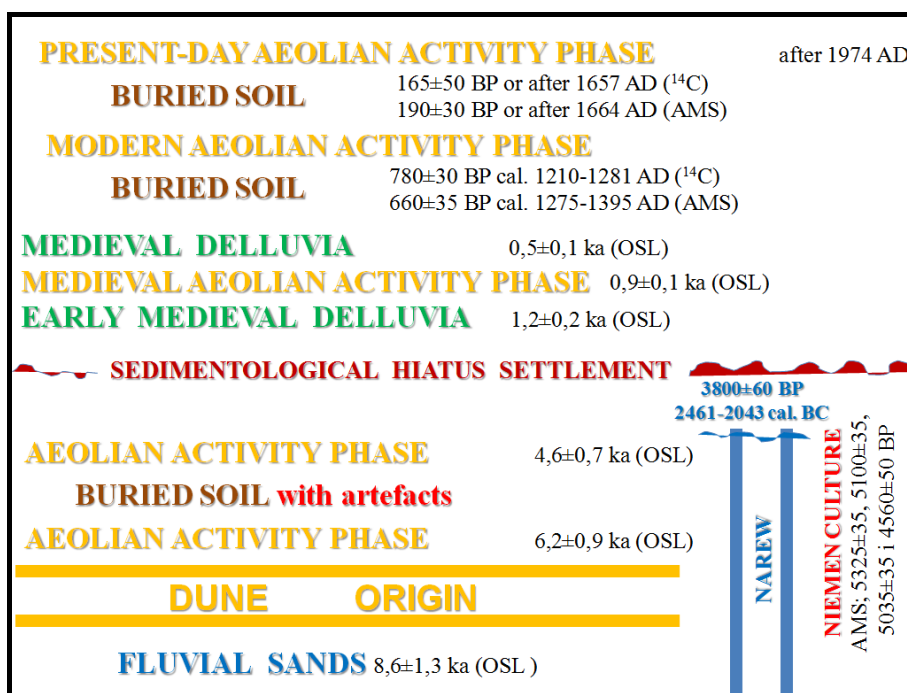


Figure – Reconstruction of morphogenetic processes and settlements at Grądy Woniecko archaeological site

The research was financed by the project the ministry of culture and national heritage rp no. 3222/16/fpk/nid «pomędzy wschodem a zachodem. Osadnictwo z epoki kamienia i prologu epoki brązu w grądach-woniecko, woj. Podlaskie»

1. *Balwierz Z., Żurek S.* (1987) The Late-Glacial and Holocene vegetational history and paleohydrological changes at the Wizna site (Podlasie Lowland) // *Acta Palaeobotanica* 27, 1, 121–136.
2. *Banaszuk H.* (1980): Geomorfologia południowej części Kotliny Biebrzańskiej // *Prace i Studia Geogr. UW*, 2.
3. *Banaszuk H., Micun K.* (2009): Kształtowanie i ewolucja dolin rzecznych w dużych obniżeniach wytopiskowych na obszarze Niziny Północnopodlaskiej // *Prace i Studia Geograficzne* 41, 25–36.
4. *Grabińska B., Kubel S.* (2011): Geneza doliny Narwi i terenów bezpośrednio przyległych w badaniach geologiczno-geomorfologicznych Polski NE // *Zesz. Nauk. Ostrołęckie Towarzystwo Naukowe im. A. Chętnika* 14, 53–61.
5. *Kalicki T.* (2006): Zapis zmian klimatu oraz działalności człowieka i ich rola w holocenijskiej ewolucji dolin śródkowoeuropejskich // *Prace Geograficzne IGiPZ PAN* 204, 348 p.
6. *Kalicki T., Frączek M., Wawrusiewicz A.* (2017): Results of *on site* and *off site* geoarchaeological studies at Grądy-Woniecko site in the Narew river valley (NE Poland) // *Knihabstraktov 13. konferencie environmentálnej archeológie: «Človek a krajina ...»* (eds. M. Hajnalová, N. Beljak Pažinová, K. Šimunková), 6. –7.2.2017, Nitra, 39–41.

UDC 551.7

THE GEOCHEMICAL FEATURES OF ZAGYVA FLOODPLAIN DEPOSITS NEAR MULTICULTURAL SITE AT APC-BEREKALJA (NORTHERN HUNGARY)

E. Klusakiewicz¹, T. Kalicki¹, J. Horák², L. Domboroczki³, J. K. Kozłowski⁴

¹ Jan Kochanowski University in Kielce, Institute of Geography, ul. Świętokrzyska 15,
25–406 Kielce, Polska; edytakapusta@interia.eu; tomaszkalicki@ymail.com

² Czech University Life Sciences in Prague, Faculty of Environmental Science, Kamýcka 129,
165 21 Prague 6, Czech Republic; jan_horak@email.cz

³ Dobó István Vármúzeum in Eger, Vár 1, 3300 Eger, Hungary; domboroczki@eigrivar.hu

⁴ Institute of Archaeology, Jagiellonian University, ul. Gołębia 11, 31 007 Kraków, Polska; janusz.kozlowski@uj.edu.pl

The archaeological site, Apc-Berekalja, is located in northern Hungary, about 70 kms to the northeast from Budapest [2]. The site lies at 132–135 m a. s. l. in the wedge of Great Hungarian Plain (*Alföld*). It is located between Mátra and Cserhát Mountains which belong to the North Hungarian Middle Mountain. Great Hungarian Plain is tectonic Pannonian Basin with subsidence movement filled by very thick Quaternary deposits. It is drained by the Zagyva river what belongs to Tisa basin. There is very flat relief with some remnants (called «finger peninsula») of terrace on the right bank and wide flood plain of the river. Therefore flood plain is slightly slope eastward to the Zagyva river, which flows about 1,5 km from the archaeological site. Relief of this flood plain is very flat but some shallow depressions (the Holocene backswamps) lie between terrace's remnants. On the left bank, approximately 2,5 kms from the site, the volcanic cone of Somlyó hill formed limit of the valley. It is linked with the Mátra Mountains' southwest foothills which is built from volcanic stones, such as andesite, rhyolite, tuffs and its agglomerates. Present day area is completely deformed and under agricultural cultivation. An industry of this region is weakly-developed.

The site is located at the border area of Heves and Nógrád Counties, about halfway between the villages of Apc and Jobbágyi. Very clay sediments, more than 4 m thick, was accumulated in several phases in the backswamp probably during whole Late Glacial and Holocene. First phase of overbank accumulation occurred since the Late Glacial and Eoholocene, than phase of soil development, in Mesoholocene, took place. First results of micromorphological studies confirmed that it is soil developed *in situ* on overbank sediments and it was settled by Neolithic people. An increase of sedimentation rate led to the fossilization of the soil and it could be also the reason of decrease of Neolithic settlement. Buried soil and Neolithic culture was dated at about 6500–6000 BP. A phase of an increase of fluvial activity occurred in valleys of whole Central Europe [1]. Enough often floods during the Neoholocene were the reason that settlement of Roman time were located on the remnants of terrace, not in backswamps on the flood plain.

One of the part of geoarchaeological research was geochemical analysis. This analysis provided an informations about concentrations of macro and trace elements in studied deposits. The necessary measurements conducted by XRF method. A geochemical background was established on the basis of results for As, Cr, Cu, Ni and Zn. The quite high value of this parameter is rather connected with the meaning of Mátrá and Cserhát Mountains volcanic stones in enrichment in various elements. It is very good visible on case of chromium and nickel. In buried soil was noted a significant concentration of Cu and Zn which can be connected with the presence of cultures from Neolithic. Such powerful flood episodes both in ancient and modern time could lead to mobilization of some elements in deposits of whole area of Zagyva catchment. Cur-

rently an agriculture plays a decisive role on the degree of contamination which is usually limited to topsoil, alternatively to shallower layers of subsoil. On the basis of factor analysis (FA) conducted within XRF spectrometry, an increase of arsenic concentration was caused by human activity. It adequately correlates with the modern way of land use. The high concentrations of another elements reflect a typical geochemical character of volcanic stones, but because of specific structure of investigated deposits, they can be strongly bound by clay fraction.

1. Kalicki T. (2006): Zapis zmian klimatu oraz działalności człowieka i ich rola w holocenijskiej ewolucji dolin środkowoeuropejskich // *Prace Geograficzne IGiPZ PAN* 204. 348 p.

2. Domboróczy L., Budek A., Daróczy-Szabó L. et al. (2016): Excavation along the easternmost frontier of the LBK in NE-Hungary at Apc-Berekalja I (2008–2009) // *Archaeologiai Értesítő* 141, 1–27.

UDC 550.4

SPATIAL SPREADING OF INDUSTRIAL ALLUVIA ON KAMIONKA RIVER FLOOD PLAIN (POLISH UPLANDS)

P. Przepióra¹, T. Kalicki¹, M. Frączek¹, J. Horak², E. Klusakiewicz¹

¹ Jan Kochanowski University in Kielce, Institute of Geography, ul. Świętokrzyska 15, 25–406 Kielce, Polska; pawelprzepiora1988@gmail.com; tomaszkalicki@ymail.com; marcinfraczek1987@gmail.com; edytakapusta@interia.eu

² Czech University Life Sciences in Prague, Faculty of Environmental Science, Kamycka 129, 165 21 Prague 6, Czech Republic; jan_horak@email.cz

Kamionka is a right tributary of the Kamienna river, flowing on the northern part of Holy Cross Mountains region in Suchedniów Plateau. River length is about 17 km and the catchment area is about 107 km². The slope of Kamionka river is 5 ‰. It is a meandering river classified as upland rivers, typical for this region. Catchment area is located within Roman period metallurgy region and later within the Old Polish Industrial District where since the Middle Ages number of forges were developed on many rivers. The development of industry of this period was associated with a local mining of iron ore, which was processed in a nearby forges.

At the beginning of the sixteenth century within the catchment there were operated 7 forges. They were located mostly along the Kamionka river. Later the number of those forges were changed. At the turn of the 19th and 20th century, forges were replaced by larger industrial plants. Downstream of old forges in sediments preserved inserts or layers of charcoals. Significant volumes of charcoals and their accumulation may be associated with the close proximity to the old forges. Results of OSL and ¹⁴C datings suggest that this material was laid down at a time when in this place was built the first modern forge: 0,44 ± 0,06 ka (UJK-OSL-68) and 40 ± 80 BP (MKL-3250) after 1799 cal. AD respectively.

On the floodplain are visible traces of old water reservoirs. These reservoirs was operated by water mills and forges. After drying, they became part of the floodplain. Locally, traces of these ponds are poorly visible and enable them to locate only by drillings in which are found slag layers. Geochemical analysis confirmed the presence of slags in the sediments of the old ponds in this area. The presence of this material in lake sediments was related to the functioning of forges nearby. Geochemical analysis showed the lack of this type of pollution in the sediments of the floodplain. They exist only in old lakes sediments (PK 40 profile), especially around Ostojów and Suchedniów where was located most of the forges (Fig.). Modern industrial activity in this area also contributed to the build-up of specific deposits on the Kamionka floodplain. The fillings of the Holocene paleochannels were found numerous pieces of contemporary ceramics and slags.

In recent centuries it occurred to the accumulation of specific types of deposits in the Kamionka catchment. Those sediments are slag in the pond sediments and charcoal layers in the overbank alluvia. The presence of these sediments are associated with forges activity on the river. Slags and charcoals only in pond and abandoned channel fill deposits indicate also a lack of floods which covered whole valley bottom during the Little Ice Age.

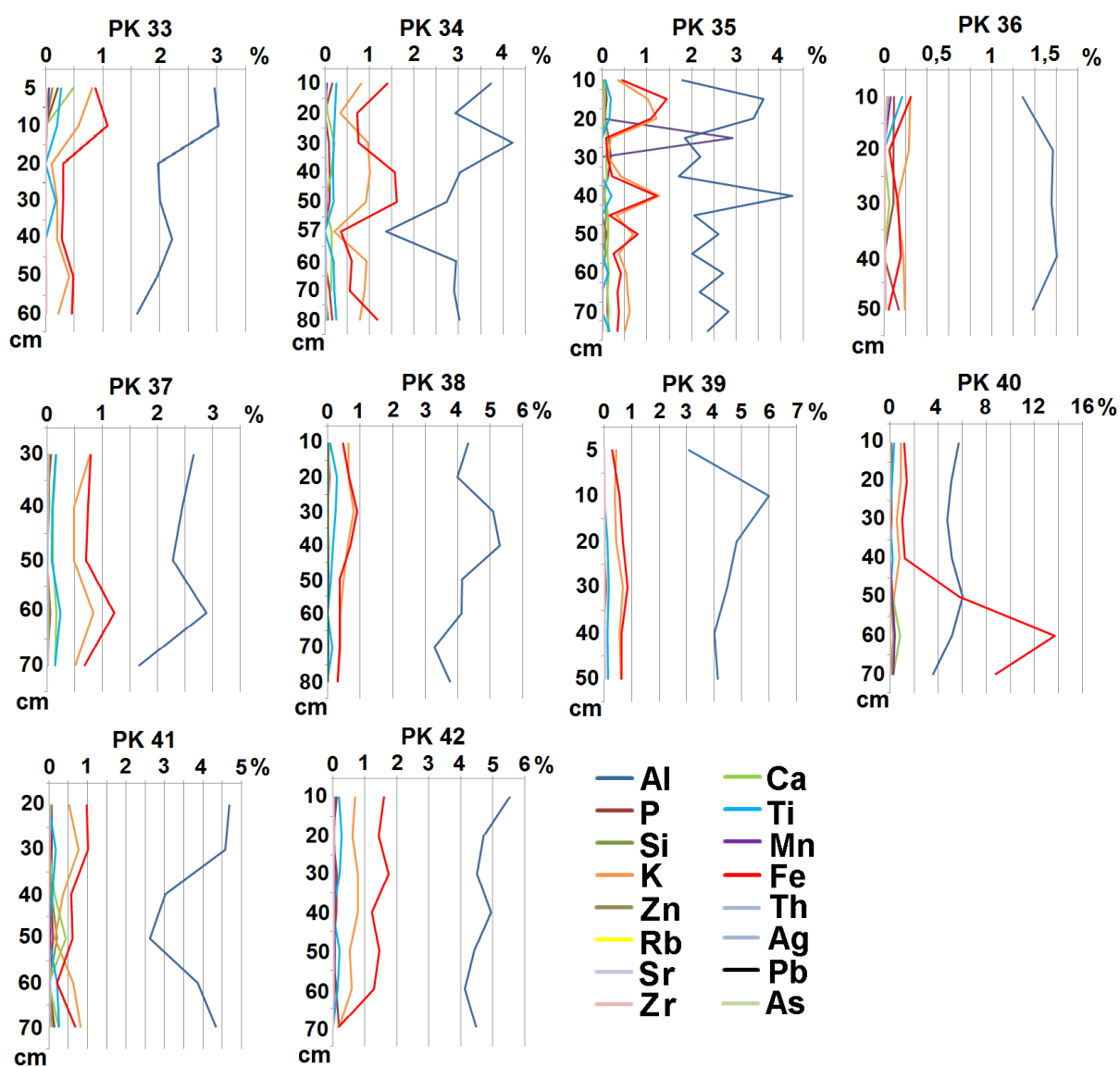


Figure – Geochemical profiles of Kamionka flood plain area

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ БЛАГОПРИЯТНОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ГОМЕЛЬСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

А. Н. Галкин¹, А. И. Павловский²

¹ Витебский государственный университет, биологический факультет, пр. Московский 33, 210038 Витебск, Республика Беларусь; galkin-alexandr@yandex.ru

² Гомельский государственный университет, геолого-географический факультет, ул. Советская 104, 246019 Гомель, Республика Беларусь; aipavlovsky@mail.ru

Постоянный рост городов, появление населенных пунктов-спутников, требует расширения исследований по оценке степени благоприятности инженерно-геологических условий территорий для их хозяйственного освоения. Грунтовые толщи таких территорий, являются важным компонентом, определяющим условия возведения и эксплуатации промышленных, гражданских, мелиоративных, дорожных и других инженерных сооружений, т. е. условия создания инфраструктуры населённых пунктов. Грунты – это любые горные породы, почвы, осадки и антропогенные геологические образования, рассматриваемые как многокомпонентные динамические системы, исследуемые в связи с планируемой, осуществляемой или осуществленной инженерно-хозяйственной деятельностью.

В пригородной зоне г. Гомеля наибольшее распространение получили озёрно-аллювиальные и аллювиальные отложения пойм и террас поозёрско-голоценового возраста, гляциальные и флювиогляциальные отложения днепровско-сожского времени.

Озёрно-аллювиальные отложения представлены, в основном, песками пылеватыми и мелкими, местами слюдястыми супесями и суглинками, аллювиальные отложения надпойменных террас – мелко- и среднезернистыми, реже разномзернистыми и крупнозернистыми песками, с линзами песчано-гравийного материала. Эти грунты имеют вполне *удовлетворительные* прочностные и деформационные свойства и могут служить хорошим естественным основанием для промышленных и гражданских сооружений [1, 2].

Пойменные отложения преимущественно сложены разномзернистыми песками с повышенным содержанием илистых и глинистых частиц, что создаёт определённые трудности их освоения и требует специальных инженерных мероприятий (создание намывных оснований, выборка органических грунтов, забивка свай и др.).

Особенностью болотных отложений является низкая прочность и высокая сжимаемость, они относятся к группе с *неудовлетворительными* инженерно-геологическими условиями с ограниченным использованием [2].

Флювиогляциальные отложения характеризуются высокой изменчивостью состава (гравийно-галечные, песчано-суглинистые, чаще песчаные), средней или слабой сжимаемостью. Обладают *удовлетворительными* инженерно-геологическими свойствами.

Моренные отложения обладают низкой и средней сжимаемостью и могут служить надёжным основанием для различных инженерных сооружений. Негативным моментом является неоднородность их состава, склонность к размоканию и пучению при промерзании. Они соответствуют *условно благоприятным* условиям инженерного освоения.

Анализ свойств наиболее распространенных типов грунтов, в пригородной зоне Гомеля позволяет выделить три области по условиям благоприятности инженерного освоения: условно благоприятные, удовлетворительные и неблагоприятные (рис. 1). Для каждой области характерны свои инженерно-геологические характеристики, определяющие благоприятность освоения выделенных территорий (табл. 1).

Таким образом, на территории Гомельской агломерации преобладают удовлетворительные условия инженерного освоения, характерные для аллювиальных и флювиогляциальных отложений. На втором месте по занимаемой площади – область с неудовлетворительными условиями – поймы и заболоченные территории. Небольшую территорию занимают условно благоприятные области развития моренных отложений.

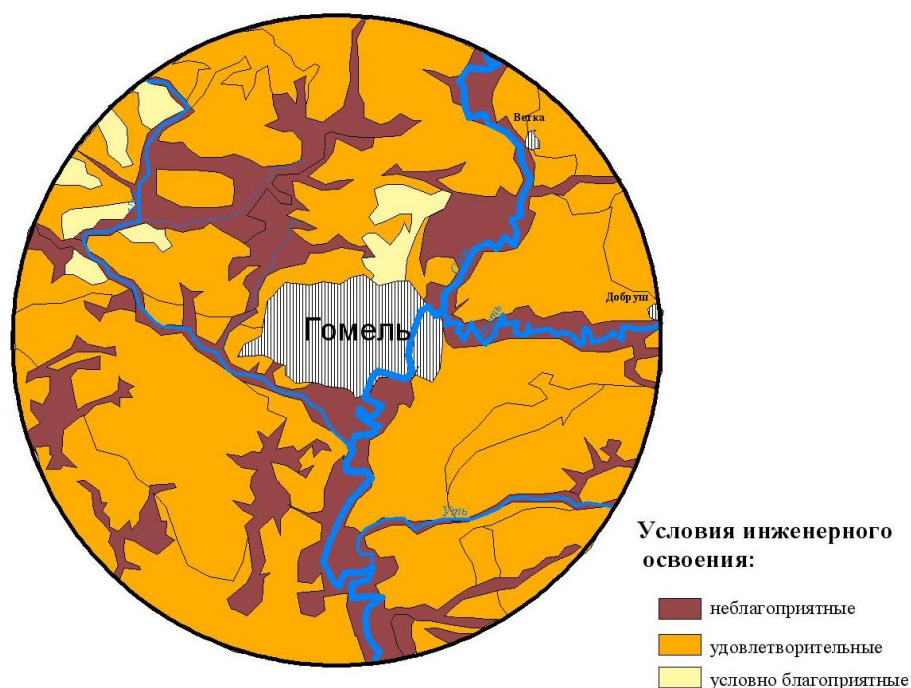


Рисунок 1 – Области по условиям инженерного освоения пригородной зоны г. Гомеля

Таблица 1 – Характеристика условий инженерного освоения пригородной зоны г. Гомеля

Условия освоения	Инженерно-геологическая характеристика
Условно благоприятные	Моренная равнина. Супеси и суглинки с гравием и галькой. Абсолютные высоты 145–170 м, превышения 5–7 м, крутизна склонов 0,5–3,0°. УГВ – 3,0–8,5 м. Наблюдается плоскостной смыв (0,25–1,5 мм/год), линейная эрозия (прибортовые части речных долин), крип, суффозия. Инженерно-геологические условия простые, реже средней сложности.
Удовлетворительные	Флювиогляциальная и озёрно-аллювиальная равнина. Пески, песчано-гравийные отложения, супеси. Абсолютные высоты 110–155 м, превышения 2–3 м. Крутизна склонов 0,2–1,5°. УГВ – 1,5–3,5 м. Наблюдается плоскостной смыв (0,08–0,75 мм/год), крип, суффозия. Инженерно-геологические условия простые.
Неудовлетворительные	Поймы, заболоченные территории. Пески и супеси с повышенным содержанием илистых и глинистых частиц, торф. Абсолютные высоты 105–130 м, превышения 0,5–0,1 м. Крутизна склонов 0,2–0,5°. УГВ – 0,0–1,0 м. Местами подвергаются подтоплению. Инженерно-геологические условия сложные, реже средней сложности.

1. Величkevич Ф. Ю., Дерюго Г. В., Зерницкая В. П. и др. Четвертичная система (квартер) // Геология Беларуси. Мн., 2001. С. 328–386.

2. Галкин А. Н., Матвеев А. В., Жогло В. Г. Инженерная геология Беларуси. Основные особенности пространственной изменчивости инженерно-геологических условий и история их формирования. Витебск: Изд-во УО «ВГУ им. П. М. Машерова», 2006. 208 с.

УДК 624.131.43

ПРИМЕР РАСЧЁТА НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВЛАЖНОСТИ ГРУНТА МЕТОДОМ ВЫСУШИВАНИЯ

Ю. А. Глonti

ОАО «Белгорхимпром», ул. Козлова 31А, 223710 Солигорск, Республика Беларусь; markheim@outlook.com

Понятие «неопределённость» было введено, чтобы дать какое-либо количественное указание о качестве результата, чтобы те, кто используют этот результат, могли бы оценить его надёжность [3]. Неопределённость представляет собой интервал, который показывает насколько точно результат из-

мерения представляет величину, характеризует разброс этой величины с определённой доверительной вероятностью.

И хотя понятие «неопределённость измерения» в зарубежной литературе уже не является новым (руководство «Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement» издано ещё в 1993 г. и переведено на русский язык в 1999 г.) в Беларуси разработка методик оценки неопределённости для различных измерений идёт достаточно медленно.

Хотя существуют термины «погрешность» и «анализ погрешности», термин «неопределённость» более объективно характеризует результат измерения и позволят легко сличать и сравнивать измерения какой-либо величины в разных лабораториях.

В Белорусском государственном институте метрологии уже предприняты попытки по оценке неопределённости при измерениях метрологических характеристик объектов калибровки (средств измерений), и на основании полученного опыта было предложено практическое пособие [2], где разработана методика оценки неопределённости, приведены некоторые примеры и советы по применению методики к определению требуемой величины.

Измеряемая величина Y (у нас это природная влажность) не является непосредственно измеряемой, а получается из расчёта других измеряемых величин $X_1, X_2, \dots, X_n$. В результате измеряемую величину Y можно выразить зависимостью $Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$, где X_i ($i = 1, 2, \dots, n$) являются входными величинами, Y – выходная величина. Сами же входные величины X также могут зависеть от других величин (поправочные коэффициенты, погрешности измерения приборов и др.).

Основными этапами оценивания неопределённости согласно пособию [2] являются: описание измерения; построение модели измерения, расчёт стандартных неопределённостей входных величин; расчёт стандартной неопределённости выходной величины; расчёт расширенной неопределённости и представление конечного результата.

Попробуем применить модель оценки неопределённости измерений [2] к определению влажности грунта методом высушивания до постоянной массы (согласно ГОСТ 5180-84).

Краткое описание измерения. Влажность грунта W , %, следует определять как отношение массы воды, удалённой из грунта высушиванием до постоянной массы, к массе высушенного грунта [1].

$$W = \frac{m_1 - m_0}{m_0 - m} 100, \quad (1)$$

где m – масса пустого стаканчика с крышкой, г; m_1 – масса влажного грунта со стаканчиком и крышкой, г; m_0 – масса высушенного грунта со стаканчиком и крышкой, г.

Пробу грунта отбирают массой 15–50 г, помещают в сушильный шкаф, где высушивают до постоянной массы при температуре 105 ± 2 °С. Влажность следует определять не менее чем для 2 параллельных проб, отбираемых из исследуемого образца.

Модель измерения и анализ входных величин. Исходя из личного опыта, можно утверждать, что основную неопределённость в определение влажности грунта в лаборатории вносит *погрешность весов и допустимая разница между двумя параллельными измерениями*. Также влажность грунтов зависит от влажности воздуха в лаборатории (влияющая как на показания весов, так и на массу грунта в бюксе, даже если он плотно закрыт), от времени нахождения бюкса в сушильном шкафу и колебания температуры внутри этого шкафа, времени нахождения бюкса вне сушильного шкафа. Однако все эти факторы не поддаются какому-либо описанию и оказывают настолько незначительное влияние на конечный результат, что в расчётах ими можно пренебречь.

Можно установить следующую функциональную зависимость: $W = f(m, m_1, m_0, \Delta)$, где m, m_1, m_0, Δ – входные величины. Для каждой входной величины нужно определить *стандартную неопределённость*. *Стандартными неопределённостями* входных величин будут являться их *стандартные отклонения*, которые получают из *распределения вероятностей* этой величины. *Распределение вероятностей* выбирается на основе нашего опыта и знаний об изменении величины. Распределение вероятностей может быть распределением частот (тип А, основано на серии наблюдений, к влажности не применимо т. к. у нас только два определения) или априорным распределением (тип В, основывается на предполагаемой функции плотности вероятностей).

Учитывая имеющуюся у нас информацию, в соответствии с рекомендациями практического пособия [2], для массы грунта принимается прямоугольное распределение; для разницы между двумя

измерениями – нормальное (табл. 1). Согласно этим распределениям величин рассчитываются стандартные отклонения входных величин (m , m_1 , m_0 , Δ).

Таблица 1 – Тип неопределённости и вид распределения величин

Величина	Единица измерений	Описание	Тип неопределённости	Вид распределения	Интервал, в котором находятся значения входной величины
m , m_1 , m_0	г	показание весов	B	прямоугольное	классы точности весов (табл. 2)
Δ	%	допустимая разница	B	нормальное	допустимый интервал, согласно ГОСТ

Следует отметить, что выбор типа распределения достаточно условный. При отсутствующей какой-либо дополнительной информации принимается прямоугольное распределение. И если существует возможность описания разброса величин более точным типом распределения (треугольное, трапециевидное, U-образное и др.), но мы выбираем прямоугольный тип, то это тоже будет, возможно менее точным, но верным решением.

Для взвешивания проб в грунтовой лаборатории отдела инженерных изысканий ОАО «Белгорхимпром» используются электронные весы с диапазоном измерений 0,2–410,0 г имеющие различные классы точности для различных диапазонов (табл. 2).

Таблица 2 – Классы точности электронных весов

Весы (до 410 г)	до 50 г	50–200 г	свыше 200 г
Класс точности (погрешность $\pm$)	0,005	0,010	0,015
Стандартная неопределённость	0,003	0,006	0,009

Также учитывается допустимая разница результатов Δ между двумя параллельными измерениями при условии, что 99,7 % всех измерений удовлетворяют ГОСТ 5180-84. При влажности до 5 % Δ составляет 0,2 %, что соответствует стандартной неопределённости 0,067 %.

Результаты испытаний. В качестве примера взяты значения двух параллельных определений влажности одной пробы песчаного грунта, представленные в табл. 3. Было достаточно двух прокаливаний в печи, где m_0 – результат последнего прокаливании.

Таблица 3 – Пример определения влажности грунта

Величина	Первое измерение	Второе измерение	Среднее значение
m , г	27,290	27,314	27,302
m_1 , г	44,880	44,735	44,808
m_0 , г	44,054	43,923	43,989
W , %	4,927	4,889	4,908

Расчёт стандартной неопределённости выходной величины W . Стандартная неопределённость выходной величины $u(W)$ (природная влажность) характеризует разброс значений, которые могут быть приписаны величине W с достаточным основанием и рассчитывается путем суммирования стандартных неопределённостей входных величин $u(m)$, $u(m_1)$, $u(m_0)$, $u(\Delta)$.

Суммарная стандартная неопределённость содержания массовой доли влаги в грунте вычисляется по формуле [2]:

$$u(W) = \sqrt{u(\Delta)^2 + c_{m_0}^2 u(m_0)^2 + c_{m_1}^2 u(m_1)^2 + c_m^2 u(m)^2}, \quad (2)$$

где c_m , c_{m_0} , c_{m_1} – коэффициенты чувствительности, показывающие как выходная величина $u(W)$ изменяется с изменением значений входных величин $u(m)$, $u(m_1)$, $u(m_0)$, $u(\Delta)$ и представляют собой частные производные выходной величины от входной. Подставляя значения стандартной неопределённости $u(m)$, $u(m_1)$, $u(m_0)$, $u(\Delta)$ = 0,003; $u(\Delta)$ = 0,067 и учитывая предварительно рассчитанные c_m = 0,294; c_{m_0} = 5,993; c_{m_1} = –6,287, получаем суммарную стандартную неопределённость $u(W)$ = 0,071%.

Расширенную неопределённость $U(W)$ рассчитывают путём умножения суммарной стандартной неопределённости $u(W)$ на коэффициент охвата k , равный 2 в предположении нормального распределения с вероятностью охвата 0,95: $U(W) = ku(W) = 0,142 \%$.

Полный результат измерения влажности записывается в следующем виде: $(W \pm U) \%$, где U является расширенной неопределённостью. $W = 4,908 \pm 0,142 \%$. Учитывая то, что согласно ГОСТ 5180-84 влажность грунта до 30 % записывают с точностью до 0,1 %, то конечный результат можно представить в виде $W = 4,9 \pm 0,1 \%$.

Таким образом, оценка неопределённости измерения в какой-то мере будет отражать степень компетентности, точности и надёжности грунтовой лаборатории в определении физических и физико-механических свойств грунтов. Методика расчёта неопределённости для каждого вида испытания является обязательным условием для существования аккредитованной грунтовой лаборатории. Но как показала практика, расчёт неопределённости требуется только для межлабораторных сличений и внутрилабораторном контроле и рассчитывается только по требованию заказчика.

В инженерной геологии пока нет необходимости учитывать разброс значений влажности в сотые и даже десятые процента, так как природная влажность грунта весьма изменчивое свойство, как во времени, так и в пространстве, а ГОСТ 5180-84 предоставляет достаточно широкую погрешность для двух параллельных определений влажности.

1. ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. М.: Стандартинформ, 2006. 19 с.

2. Ефремова Н. Ю. Оценка неопределённости в измерениях. Мн.: БелГИМ, 2003. 50 с.

3. Руководство по выражению неопределённости измерения / Под науч. ред. В. А. Слаева. ГП ВНИИМ им. Д. И. Менделеева, СПб., 1999. 127 с.

УДК 550.8 (476)

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСА ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОФИЗИКИ ПРИ ИЗЫСКАНИЯХ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА «ЛАЗУРИТ» В г. МИНСКЕ

О. А. Жидков

Филиал «Белорусская комплексная геологоразведочная экспедиция» ГП «НПЦ по геологии»,
ул. Геологическая 117, 220138 Минск, Республика Беларусь; zhidkov.oleg@mail.ru

Район строительства высотного жилого комплекса «Лазурит» располагается в северо-западной части г. Минска (пересечение пр. Победителей и ул. Нарочанской). В геотектоническом отношении он приурочен к сводовой части Белорусской антеклизы с глубиной залегания пород кристаллического основания около 500 м (абсолютные отметки от –302 до –364 м) [1].

На Минск и окрестности приходятся 2 системы активных разломов – северо-западного и северо-восточного направления ([1]; Национальный атлас Беларуси, 2002 г.). Согласно карте общего сейсмического районирования, составленной А. Г. Ароновым, Р. Е. Айзбергом, Р. Г. Гарецким, А. К. Карабачевым и О. Н. Сафроновым, на территорию г. Минска направлена зона сотрясаемости по шкале MSK-64 в 7 баллов, совпадающая с Ошмянским разломом, а непосредственно через район Минска проходит активная зона нижнепротерозойского Минского разлома северо-восточного простирания.

Инженерно-изыскательские работы проводились согласно требованию технологического комплекса практики (ТКП) 45-3.02-108-2008 (02250) ВЫСОТНЫЕ ЗДАНИЯ Строительные нормы проектирования п. В.1.1.

Среди требований указанного ТКП большое внимание уделяется необходимости оценки сейсмической опасности района строительства с уточнением интенсивности сейсмических сотрясений в баллах шкалы MSK-64 (балльности) по результатам изучения данных геологических изысканий и микросейсмического районирования [5]. В свою очередь, при проведении сейсмомикрорайонирования необходимо определение скоростных характеристик и плотности грунтов, а так же прочностных параметров модуля деформации $E_{\text{деф}}$, удельного сцепления грунтов C и угол внутреннего трения φ [2].

Для решения поставленных задач были проведены геофизические исследования методами высокоразрешающей сейсморазведки на поперечных волнах (ВСПВ), вертикального сейсмического профилирования в скважинах (ВСП), радонометрии, гелиометрии и гравиразведки.

Гравиразведочные работы согласно техническому заданию выполнены на площадке высотной части объекта по пяти профилям с шагом 10 м, а в её окрестностях – по трём профилям шагом 20 м. Гравиметрические измерения выполнены с использованием гравиметров ГНУ-КВ. Поправки за рельеф, ввиду его незначительного влияния, не вводились. Смещения нуля-пункта учитывались математически прямо пропорционально времени наблюдений.

При **радонометрических исследованиях** в почвенном воздухе определялась объёмная активность ^{222}Rn – (ОАР) с целью выделения зон повышенного содержанием радона, предположительно связанных с тектонически активными зонами. Пробы отбирались на участке работ, а их анализ (измерение ОАР) с целью исключения помех, проводился в лаборатории с использованием портативного радиометра РРА – 01М – 01 «Альфарад».

Содержания гелия в почвенном воздухе проводилось с использованием аппаратуры АХТ-ТИ (автоматический хроматограф термokatалитический). Целью этих исследований, как и в предыдущем случае, было обнаружение активных разломов.

Высокоразрешающей сейсморазведка на поперечных волнах (ВСПВ), проводилась для изучения особенностей строения верхней части разреза (первые сотни метров) с помощью отраженных поперечных SH-волн. Эти исследования выполнены для изучения положения горизонтов разреза и их характеристик, в междускважинном пространстве, а также для выявления деформаций разреза характерных для активных тектонических нарушений [2].

Полевые работы выполнены с помощью сейсморазведочного комплекса «Лакколит 24-М2» по трём профилям (520 точек). Наземные наблюдения выполнялись по схеме Y-Y. Регистрация сейсмических колебаний осуществлялась в режиме накопления сейсмического сигнала, используемого для подавления помех. Применение такой системы обеспечивает возможность эффективного устранения регулярных волн-помех с вектором поляризации в вертикальной плоскости (продольных и поперечных SV-волн).

Вертикальное сейсмическое профилирование в скважинах (ВСП) является важной составной частью методики ВСПВ. С его помощью надёжно и достоверно осуществляется сейсмогеологическая идентификация отраженных волн, зарегистрированных при наземных наблюдениях. Это обстоятельство обеспечивает уверенную геологическую интерпретацию временных и глубинных разрезов. Метод ВСП используется также в качестве самостоятельного метода исследований для оценки прочностных свойств. При проведении скважинных сейсмических наблюдений ВСП также использовалась сейсмостанция Лакколит 24-М2 [2].

При ВСП, как и при ВСПВ, регистрации поперечных SH-волн возбуждение сейсмических колебаний осуществляется в режиме накопления. Сейсмические записи, зарегистрированные на вертикальном сейсмоприемнике от разнонаправленных серий ударов, суммировались, а сейсмические записи, зарегистрированные на горизонтальных сейсмоприемниках – вычитались. Подобный способ обработки позволил надёжно выделять на сейсмических записях как продольные P-волны, так и поперечные SH-волны. Шаг перемещения зонда по скважине равнялся 0,5 м.

Обработка полученных данных ВСПВ и ВСП осуществлялась с помощью обрабатывающего комплекса «RadExProPlus». В процессе обработки использовались стандартные процедуры обработки сейсмического сигнала, такие как вычитание, сложение, фильтрация, коррекция амплитуд, пересчёт временного разреза в глубинный с приведением к абсолютным отметкам земной поверхности.

По результатам проведенных работ установлено, что гравитационное поле на рассматриваемой площади спокойное и изменяется от 23,6 мГл на юго-востоке до 23,9 мГл на севере площади. Указанный минимум, а также минимум на северо-западной оконечности здания, имеют величину несколько больше 0,14 мГл и могут быть обусловлены плотностными неоднородностями грунта (юго-западный минимум) и влиянием расположенного рядом здания (минимум на северо-западном торце ЖК). На картах локальных аномалий поля силы тяжести с радиусами 50 и 260 м значимых аномалий не выявлено. На карте полного горизонтального градиента гравитационного поля отмечается широкая аномалия пониженного градиента слабой интенсивности. Все эти данные свидетельствуют об отсутствии элементов гравитационного поля, которые можно было бы связывать с разрывным нарушением.

В некоторых местах наблюдается повышения гелия. Результаты бурения в этих точках, не подтверждают наличие активных нарушений.

Объёмная активность радона на профилях с ненарушенным грунтом обычна для Минска и составляет 5 000–15 000 Бк/м³, достигая в отдельных точках 26 000 и 33 000 Бк/м³. На площадке жилого комплекса «Лазурит», где снят естественный грунт и на поверхность выведен грубый техногенный грунт большой мощности, ОАР радона ниже средних значений по Беларуси. Это связано с интенсивным газообменом между техногенным грунтом и атмосферой. Таким образом, нет оснований для выделения активных зон разлома по данным радонометрии.

По данным ВСПВ прослежено строение горизонтов на северной и восточной границах площадки строительства, а также выполнен поиск активного разлома Ошмянский-2 от площадки строительства в северном направлении. Выполнено расчленение разреза сожского, днепровского, березинского моренных горизонтов и разделяющих их песков. Уверенно прослежена кровля наровских отложений (костюковичского горизонта) и отражающих границ внутри девонских отложений.

По данным сейсморазведки на разрезах не установлено оснований для выделения деформаций разреза, которые могут быть связаны с активными разрывными нарушениями.

По исследованиям в связи со строительством МФК Газпрома в 2014 г. предполагалось наличие вблизи от площадки ЖК «Лазурит» активного разлома Ошмянский-2. Сейсморазведкой установлено, что на самой площадке и на протяжении 1 км к северу от нее нет разлома, смещающего наровские отложения (по данным бурения и переинтерпретации наземной геофизики предположено, что этот разлом проходит на расстоянии 2-х км к северу от площадки строительства).

Скорости поперечных V_s и продольных V_p , определенные по ВСП, пересчитаны по установленным зависимостям в модуль деформации ($E_{деф}$), удельное сцепление (C) и угол внутреннего трения грунтов (ϕ).

По каждой компоненте $E_{деф}$, C , ϕ построены разрезы, данные которых явились исходными для построения прочностных и деформационных разрезов по ВСП.

Данные по модулю деформации показали, что наиболее прочными выглядят песчаные отложения сожского горизонта, имеющие $E_{деф}$ более 60 МПа. Значения 40 МПа и ниже характерны для моренных и суглинистых отложений нижнесожского горизонта. Пород с $E_{деф}$ 20 МПа и ниже не отмечено. Удельное сцепление песчаных разностей изменяется в пределах 2–10 кПа у моренных и глинистых она составляет 18–24 кПа; угол внутреннего трения изменяется от 24° до 40°.

Таким образом, по данным ВСП и ГИС установлено отсутствие малопрочных грунтов на площадке. Данные плотностного и нейтронного каротажа указывают на отсутствие грунтов с органикой. При построении геологических и прочностных разрезов установлено отсутствие деформаций, входящих в верхние горизонты осадочного чехла.

Построенная карта сейсмического микрорайонирования (для высотной части здания) (составлена «Центром геофизического мониторинга» НАН Беларуси), выделяет одну аномальную зону в районе скв. 1 ВСП, в которой приращение балльности равна 1. Несмотря на это, площадка под высотной частью здания целиком оказывается в зоне незначительных величин, при осреднении которых мы получили ноль. Учитывая этот факт, а также данные инженерно-геологического районирования, по которым вся площадка является однородной и не подлежит более детальному разбиению, можно дать нулевую оценку приращения балльности для объекта строительства.

В целом сейсмогеологическое изучение территории, с применением геофизических методов показывает, что стройплощадка ЖК «Лазурит» выбрана в пределах благоприятного, с геологической точки зрения, тектонического блока, в контурах которого отсутствуют активные разрывные нарушения и породы низкой прочности, а приращение балльности по данным сейсмического микрорайонирования равна нулю.

1. Махнач А. С., Гарецкий Р. Г., Матвеев А. В. и др. Геология Беларуси. Мн.: Институт геологических наук НАН Беларуси, 2001. 815 с.

2. ТКП 17.04-26-2011 (02120). Правила проведения сейсморазведочных работ. Мн., 2011. С. 6–66.

3. Кензера А. В., Пронишин Р. С., Вербитский С. Т. и др. Сейсмические сотрясения в Минске при карпатских землетрясениях / Белорусский сейсмологический бюллетень. Мн.: Изд-во ИГиГ НАН Беларуси, 1992. С. 169–184.

4. Оценка влияния грунтовых условий на сейсмическую опасность. Методическое руководство по сейсмическому микрорайонированию. М.: Наука, 1988. 224 с.

5. ТКП 45-3.02-108-2008. Высотные здания. Строительные нормы проектирования. М., 2008. 85 с.

СИСТЕМА ЛАНДШАФТНЫХ ИНДИКАТОРОВ ГРОДНЕНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ И СРЕДНЕНЕМАНСКОЙ НИЗИНЫ И ВОЗМОЖНОСТЬ ЕЁ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ

Т. А. Жидкова

Белорусский государственный университет, географический факультет, пр. Независимости 4,
220030 Минск, Республика Беларусь; zhydkova@tut.by

Индикационное ландшафтоведение изучает теорию и практику определения различных природных и антропогенных явлений и процессов по внешним особенностям ландшафтов [1]. Данное научное направление, сформировалось в середине прошлого столетия, после опубликования в 1966 г. С. В. Викторовым научного труда [2], в котором были сформулированы основные понятия ландшафтной индикации, а так же заложены основы теории и методики изучения природных явлений и процессов посредством ландшафтно-индикационных связей.

Основные компоненты природных территориальных комплексов (ПТК): рельеф, почвы, растительные сообщества, являющиеся объектом исследования при ландшафтно-индикационном изучении ПТК, в значительной мере формируются и определяются литогенной основой исследуемой территории, а также хозяйственной деятельностью человека. В то же время, основной задачей инженерной геологии является изучение геологической среды под влиянием антропогенных факторов. Таким образом, возможность комплексирования индикационных методов для решения задач инженерной геологии не вызывает сомнения.

Проводимые индикационные исследования ПТК в пределах Гродненской возвышенности и Средненеманской низины предполагали решение широкого круга задач, основными из которых явились: оптимальный выбор используемой системы иерархически соподчиненных ландшафтных единиц; выделение морфологических единиц в ранге эктоярусов урочищ; изучение сопряженности ПТК и их морфологических частей; исследование индикационных свойств физиономических компонентов ПТК относительно генезиса четвертичных отложений, их литологических особенностей, условий обводнённости; составление ландшафтно-индикационных схем и карт.

При выборе системы таксономических единиц для индикационной характеристики ПТК учитывались следующие факторы: изученность исследуемой территории, масштаб проводимых работ, особенности отражения выделяемых ПТК на материалах дистанционных съемок и связанные с ними пределы максимальной информативности комплексов-индикаторов.

В границах выделенных холмисто-моренно-озёрных, холмисто-моренно-эрозионных, камово-моренно-озёрных, камово-моренно-эрозионных ландшафтов Гродненской возвышенности, а также водно-ледниковых с озёрами и озёрно-ледниковых ПТК в пределах Средненеманской низины с учётом масштаба исследований (1 : 100 000) была разработана система классификационных единиц эктоярусов урочищ.

Под «эктоярусом урочища» понимался ПТК, связанный с частями мезоформ рельефа, характеризующийся одинаковым литологическим составом отложений, одним генетическим типом почв, определенным интервалом уровней грунтовых вод (УГВ), которым соответствуют группы фитоценозов, сходных по условиям обитания и физиономическим характеристикам. В свою очередь, типологический ряд эктоярусов урочищ выглядит следующим образом: класс–тип–род.

В основе выделения *эктоярусов классов урочищ* ведущим признаком являются элементы мезоформ рельефа. Внутри классов урочищ проявляется четкая дифференциация территории по группам растительных формаций и их сочетаний, а также хозяйственному использованию территории, которые были положены в основу обособления *типов эктоярусов*. В обособлении *эктоярусов родов урочищ* были положены крупные группы растительных ассоциаций (в лесной растительности им соответствуют серии типов лесов), дополнительным признаком выделения рода выступает направленность хозяйственной освоённости территории (род агроландшафтов подразделяется на распаханые и мелиорированные агрокомплексы).

В ходе проведенных исследований установлено, что эктоярусы родов урочищ являются основными индикаторами почв, литологии четвертичных отложений и уровней залегания грунтовых

вод, характеризуются устойчивой взаимосвязью с объектами индикации и неизменностью признаков дешифрирования, по которым может быть опознан тот или иной индикатор.

Составление ландшафтно-индикационной карты изученной территории (масштаб 1 : 100 000) стало завершающим этапом исследований. Оно базировалось на сопряжённом анализе информации, получаемой при проведении полевых исследований, использовании тематических карт и материалов дистанционного зондирования Земли. Легенда карты была составлена в табличной форме. В ней по вертикали таблицы указывалось название ПТК, принадлежность его к определенной ландшафтной провинции, району; по горизонтали раскрывалось его содержание. Индикационная составляющая проявлялась в изучении типа и характера связей изображаемого явления с другими компонентами природы. Преимущество этого варианта легенды состоит в обозримости, удобстве для сравнения геосистем по любому признаку: ландшафтно-генетической принадлежности, геоморфологической приуроченности, особенностях литологического строения поверхностных отложений, отличительных чертах почвенного и растительного покрова, распределении уровней залегания грунтовых вод.

Детальность выделенных индикаторов отражена в составленной индикационной схеме эктоярусов с естественной растительностью с расшифровкой деципиентных компонентов [3]. Достоверность проведенных исследований подтверждается наличием четких корреляционных взаимосвязей между классификационными единицами эктоярусов урочищ в ранге классов, типов и родов.

Таким образом, впервые разработанная классификация эктоярусов урочищ с позиций ландшафтной индикации для территории Гродненской возвышенности и Средненеманской низины позволила выявить типичные и уникальные для территории природные комплексы, изучить литологические, гидрогеологические и другие особенности ПТК, заложить базу для оценки природных ресурсов и разработки инженерно-геологического каркаса территории.

1. *Викторов С. В.* Ландшафтная индикация и её практическое применение. М.: Изд-во МГУ, 1990. 200 с.
2. *Викторов С. В.* Использование индикационных географических исследований в инженерной геологии. М.: Недра, 1966. 120с.
3. *Обуховский Ю. М., Жидкова Т. А.* Система ландшафтно-индикационных характеристик природных территориальных комплексов Гродненской возвышенности и Средненеманской низины // Природопользование. 2013. Вып. 23. С. 100–105.

УДК 556.3 (476)

ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ БЕЛАРУСИ И ИХ АГРЕССИВНОСТЬ

Г. А. Колпашников

Белорусский национальный технический университет, строительный факультет, пр. Независимости 65,
220013 Минск, Республика Беларусь; geotechnika@bntu.by

На территории Беларуси, на основе структурно-тектонического различия строения платформы, выделяются водоносные системы – бассейны: Оршанский, Прибалтийский, Брестский и Припятский. Основные водоносные комплексы заключены в толще осадочного чехла, в котором представлены три зоны, отличающиеся друг от друга степенью закрытости водоносных горизонтов: верхняя зона активного водообмена – пресные и солоноватые гидрокарбонатные воды; средняя зона замедленного водообмена – солёные воды и рассолы хлоридно-натриевые и хлоридно-кальциевые; нижняя зона весьма замедленного водообмена с участками застойного режима – термальные рассолы, хлоридно-кальциевые.

В объёме поставленных задач нами рассматривается верхняя зона активного водообмена, к которой приурочены различные по мощности и водообильности водоносные горизонты и комплексы.

Грунтовые воды и водоносные горизонты современных и четвертичных отложений, которые представляют верхнюю часть зоны активного водообмена, имеют гидро-карбонатный тип и повсеместное территориальное распространение. Водовмещающими породами служат песчаные, песчано-гравийные, валунно-гравийные отложения ледниковых, водно-ледниковых, озёрно-аллювиальных отложений, а также торфяно-илистые отложения болотных образований. Мощность указанных водовмещающих пород варьируется в широких пределах, достигая на отдельных участках 60–70 м и более. Глубины залегания уровней грунтовых вод в районах их повсеместного площадного распространения

(поймы и надпойменные террасы рек, аллювиальные равнины) колеблются от 0 до 3 м, составляя в среднем для первых 0,5–1,0 м. На водораздельных пространствах и склонах долин мощность зоны аэрации значительно возрастает (до 5–10 м и более).

На части территории республики, за исключением южных и юго-восточных районов, в пределах развития моренных возвышенностей и гряд широкое распространение имеют воды спорадического залегания без выдержанных границ по глубине, мощности и площади залегания. Внутриморенные водоносные отложения имеют преимущественно безнапорный или слабонапорный характер.

Первым от поверхности водоупором, отличающимся значительной невыдержанностью границ как в разрезе, так и до площади распространения, являются суглинистые моренные отложения: в северных районах – валдайского (поозерского), в средних – московского (сожского), в южных – днепровского оледенений.

Количество водоносных горизонтов, заключенных в разрезе четвертичной толщи, определяется числом стратиграфических подразделений водовмещающих и водоупорных (в основном моренных) пластов и составляет в среднем: 3–4 – для поозёрского оледенения, 2–3 – для зоны сожского, 1–2 – для зоны днепровского оледенений. Наличие многочисленных гидрогеологических окон в водоупорных отложениях в сочетании с их относительно высокой водопроницаемостью и незначительной мощностью обуславливает тесную гидравлическую взаимосвязь водоносных горизонтов всей четвертичной толщи и близость их гидродинамического, уложенного и химического режима.

Дочетвертичные водоносные горизонты, заключенные в песчаных отложениях, палеоген-неогена, песчаных и карбонатных отложениях мела, юры, триаса и девона, составляющие нижнюю часть зоны активного водообмена, характеризуются значительно большим постоянством литологического состава, выдержанностью границ распространения. Разделяющие указанные водоносные горизонты водоупорные отложения имеют повсеместно моноклиальное, а зачастую и горизонтальное залегание.

Грунтовые воды, распространенные на территории страны, являются преимущественно пресными, гидрокарбонатно-кальциевого типа с минерализацией до 0,6–0,8 г/л, за исключением участков, где имеет место разгрузка глубоких подземных вод. Такие участки приурочены к долинам рек Западная Двина (район г. Полоцка), Улла (район г. Чашники), Птичь (район д. Поблин и д. Берёзовка), Припять (район г. Наровля и др.).

Здесь воды представлены сульфатно-гидрокарбонатным и хлоридно-гидрокарбонатным типом с минерализацией от 1 до 10–20 г/л и более.

В целом отмечается приуроченность фунтовых вод к области избыточного увлажнения, что определяет характерный для Республики Беларусь гидрокарбонатно-кальциевый тип вод с минерализацией от 0,1 до 1 г/л, и сезонные и годовые колебания уложенного и химического состава пресных водоносных горизонтов.

В пределах Республики Беларусь выделяются пять геолого-гидрохимических зон, характеризующихся определёнными закономерностями распространения грунтовых вод с выраженными показателями агрессивности по отношению к бетонным конструкциям (рис.).

Приведённые данные подтверждают факт влияния мелиоративных работ на метаморфизацию степени и вида агрессивности грунтовых вод на территории Полесья.

Современные условия распределения подземных вод в бассейнах, гидродинамическая зональность, агрессивность грунтовых вод, темпы водообмена являются результатом исторической перестройки водонапорных систем и служат важнейшими поисковыми критериями на питьевые, лечебные, промышленные воды, на скопление углеводородов, а также воздействие агрессивных вод на железобетонные основания.

Сложная трёхзональная Припятская система вмещает в отложениях девона терминальные промышленные рассолы (J, Br, редкие металлы – Li, Rb, Cs), месторождения нефти.

Исследованиями влияния мелиорации (в частности, осушения) на изменение химического режима грунтовых вод установлен некоторый рост их общей минерализации за счёт как усиления притока напорных подземных вод, так и поступления в грунтовые воды продуктов окисления органического вещества торфа, что приводит к росту концентрации в грунтовых водах ионов HCO_3^- и Ca^{2+} (в меньшей степени – ионов Mg^{2+} , Na^+ , Cl^-) и росту величины pH. В дальнейшем при сельскохозяйственном использовании следует ожидать усиления роста минерализации грунтовых вод вследствие применения удобрений.

Двухзональные протерозойско-девонские Оршанская и Прибалтийская системы характеризуются положительными показателями лечебных и промышленных вод.

Двухзональная протерозойско-кембрийская Подляско-Брестская система содержит большие запасы пресных и минеральных вод, широко используемых в хозяйствах республики.

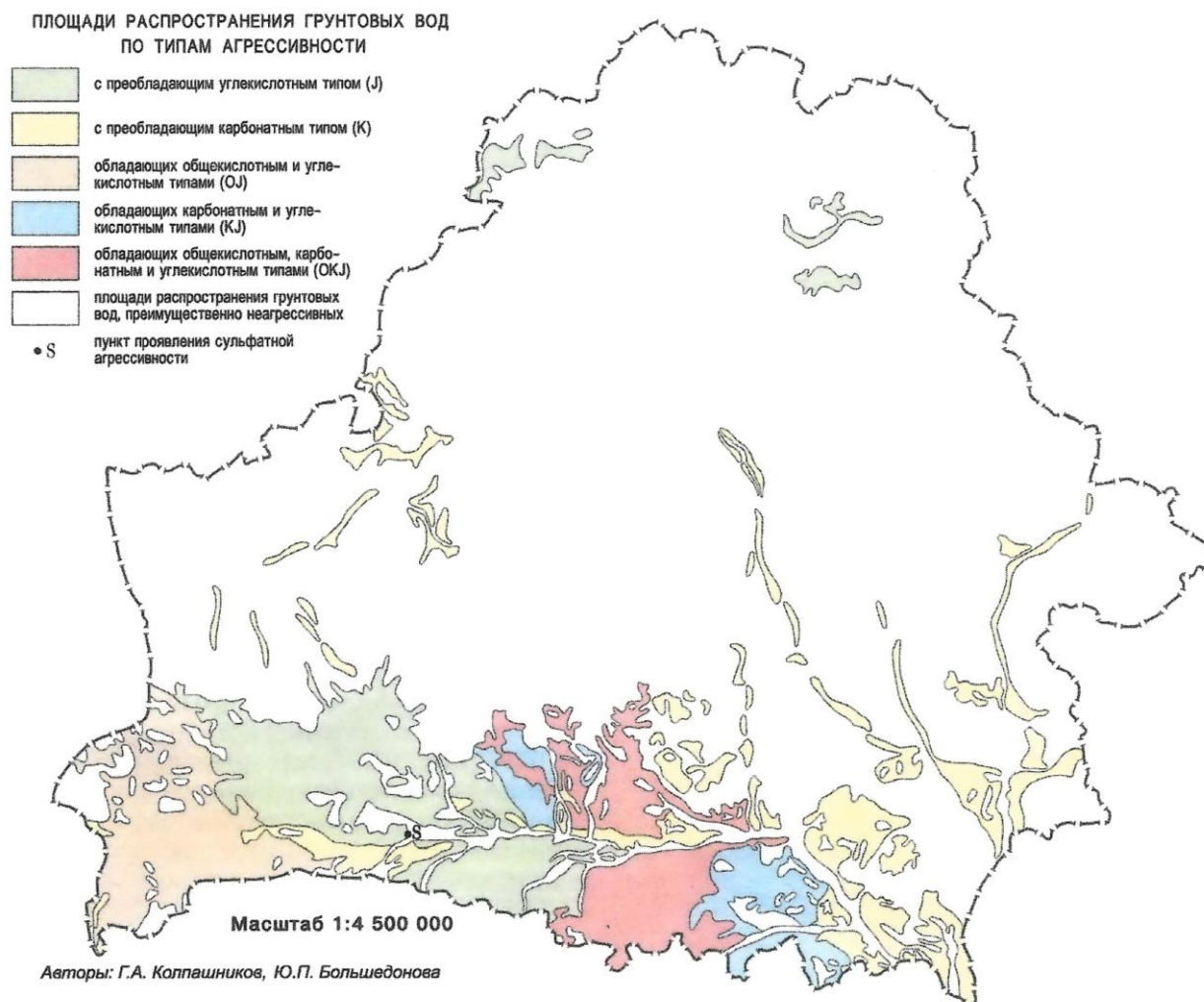


Рисунок – Карта-схема агрессивности грунтовых вод Беларуси

В настоящее время в стране эксплуатируется более 60 месторождений минеральных вод. Химический состав минеральных вод весьма разнообразен:

- хлоридные натриевые воды – 39 месторождений;
- сульфатно-хлоридные натриевые – 12;
- хлоридно-сульфатные натриевые – 5;
- сульфатно-хлоридные кальциево-натриевые – 4;
- сульфатно-хлоридные магниевые-кальциевые и гидрокарбонатно-хлоридные натриевые – по 2;
- сульфатно-хлоридные кальциево-магниевые – 1.

Минеральные воды используются в лечебных целях в лечебно-санитарных и профилактических учреждениях – санатории, санатории-профилактории, дома и базы отдыха, детские санаторные лагеря, водно-спортивные комбинаты, поликлиники, бальнеолечебницы. Кроме этого, организован бутылочный розлив (около 60 заводов и цехов розлива) лечебно-столовых минеральных вод.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОРАДИОЛОКАЦИОННОГО МЕТОДА ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ В МЕСТАХ СКЛАДИРОВАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ

А. С. Леонтьев, М. В. Решетников

Саратовский национальный исследовательский государственный университет, геологический факультет,
ул. Астраханская 83, 410012 Саратов, Российская Федерация; rnv85@list.ru

На территории, прилегающей к г. Дзержинску (Нижегородская обл. России) в течение многих десятилетий функционирует несанкционированная свалка жидких и пастообразных отходов, получившая название «Чёрная дыра».

Химический состав и объёмы этих отходов долгое время были не известны.

Нами на данной территории были проведены инженерно-геологические изыскания.

В состав работ входило проведение геофизических исследований для определения объёма жидких и пастообразных отходов, а также бурение инженерно-геологических скважин с отбором проб грунтов и воды для проведения лабораторных исследований.

В настоящей работе представлены результаты геофизических исследований (георадиолокационной съёмки).

Георадиолокационная съёмка выполнена по сети параллельных профилей с пересечением хранилища. Шаг между профилями составил 10–15 м.

Полевые работы проводились георадаром серии «ОКО-2» (ООО «Логис», г. Раменское) с антенным блоком АБ-150 и центральной частотой зондирующих импульсов в воздухе 150 МГц. Антенный блок георадара был установлен на надувной матрас и на пенопластовый плот. Запись радарограмм по профилям производилась в пошаговом режиме с постоянным шагом между георадиолокационными трассами 0,5 м и накоплением сигналов 256, что позволило улучшить соотношение сигнал/шум в 16 раз.

По результатам георадиолокационного обследования объекта «Черная дыра» установлено, что: действительная часть комплексной относительной диэлектрической проницаемости ϵ' пастообразных и битумизированных отходов не превышает 8,5 ед.; действительная часть комплексной относительной диэлектрической проницаемости ϵ' подстилающих грунтов не ниже 10 ед.

По карте рельефа контакта пастообразных отходов с битумизированными вычислен объём пастообразных отходов, который составил $\sim 9\,696\text{ м}^3$. По карте рельефа контакта слоя пастообразных и битумизированных отходов с подстилающим грунтом вычислен объём слоя пастообразных и битумизированных отходов, который составил $\sim 65\,284\text{ м}^3$. Чтобы вычислить объём только битумизированных отходов, из объёма пастообразных и битумизированных отходов следует вычесть объём пастообразных отходов. Максимальная суммарная мощность пастообразных и битумизированных отходов по данным георадиолокационной съёмки установлена в зоне пересечения ПР 6 и ПР 9 ($H_{\text{сум.}} = 19\text{ м}$). Расчётный объём битумизированных отходов составляет $\sim 55\,588\text{ м}^3$.

АРМИРОВАННЫЕ ГРУНТЫ

А. А. Лопушко

Гомельский государственный университет, геолого-географический факультет, ул. Советская 104, 246019 Гомель,
Республика Беларусь; lopushko97@mail.ru

Армированный грунт – составной материал, включающий в себя чередующиеся слои насыпного грунта и армирующих элементов.

Армирование грунта является одним из методов преобразования свойств, когда в грунтовую среду вводятся элементы, обеспечивающие восприятие повышенных сжимающих и растягивающих

напряжений. Его применение в основании или геомассиве должно быть обосновано технико-экономическими расчётами путём сравнения вариантов с другими традиционными решениями, применительно к конкретным инженерно-геологическим условиям.

В качестве арматуры применяют сетки, решётки, каркасы и стержни. Благодаря арматуре, армированные грунты выдерживают значительно бóльшие, по сравнению с обычными грунтами, растягивающие напряжения. Грунты армируют для повышения несущей способности слабых оснований, устройства искусственных откосов насыпей повышенной крутизны и для предотвращения плоскостной эрозии на открытых грунтовых поверхностях природных склонов и бортов искусственных выемок (рис. 1) [1].

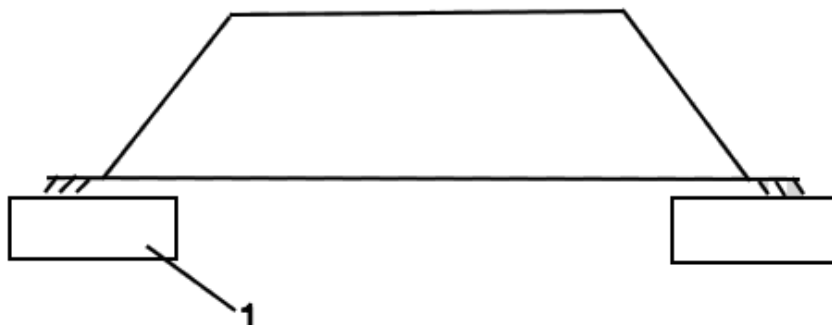


Рисунок 1 – Фундамент для насыпи в виде опор (1), конструкция которых представляет собой грунт, армированный сетками либо решётками

Армогрунтовая конструкция насыпи предназначена для увеличения угла заложения откосов с целью уменьшения поверхности, занимаемой самой насыпью (рис. 2).

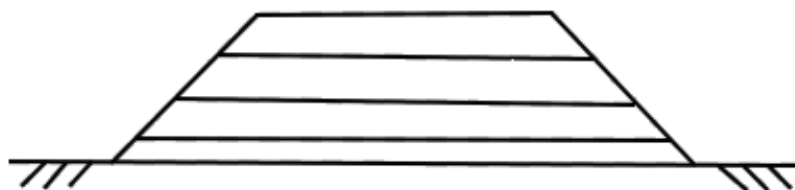


Рисунок 2 – Армогрунтовая конструкция насыпи

Армирование применялось на стекольном заводе в п. г. т. Костюковка при помощи цемента, в 17 микрорайоне г. Гомеля грунты армировали щебёночными сваями.

Армирование грунта подразделяется: 1. По текстурным признакам – анизотропное и изотропное. 2. По виду армирующих элементов – набивными, буронабивными, забивными и грунтовыми сваями; буроинъекционными сваями; анкерами; металлическими стержнями и полосами; геотекстилем; полимерными плёнками; волокнами, нитями, кордовой тканью. 3. По характеру расположения армирующих элементов – вертикальное, горизонтальное, наклонное в одном, двух и более направлениях; ячеистыми структурами; объёмно-дисперсное. 4. По способу производства работ – забивкой, задавливанием и вибропогружением; устройством скважин и инъектированием; заведением в скважины с последующей заливкой и инъекцией; растилкой и раскладкой; с применением струйной технологии; заливом и засыпкой.

При вертикальном направлении армирующих элементов располагаются с таким расчётом, чтобы ограничить деформации грунтов, как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях, и при этом повысить устойчивость основания в целом. При горизонтальном расположении – располагаются в пределах песчаной подушки, на которой возводится здание или сооружение.

Буронабивной фундамент подходит для следующих типов грунтов: пески (средние, мелкие, пылеватые и т. д.); суглинок; супесь; глина; грунты с большим слоем торфа. При большом слое торфа заглубление свай делается до несущих грунтов [2].

Существует много технологий устройства свай. Но наиболее распространённые – технология непрерывного перемещаемого шнека с подачей бетона под избыточным давлением и технология устройства буронабивных свай под защитой обсадной трубы.

Чтобы в кратчайшие сроки завершить работы по устройству буронабивных свай выполняются сваи по технологии непрерывного перемещаемого шнека с подачей бетона под избыточным давлением – CFA (НПШ). Буронабивные сваи по технологии CFA, как правило, используются, в грунтах I–IV категории (кроме вечномёрзлых, скальных и крупнообломочных), допускающих проход шнека [3]. Технология непрерывного перемещаемого шнека использовалась при строительстве штаб-квартиры Национального Олимпийского Комитета Республики Беларусь, Нижнетуриной ГРЭС, аквапарка «Лебяжий» в г. Минске, ТЭЦ-16 в г. Москве.

В основе устройства буронабивных свай под защитой обсадной трубы лежит метод бурения скважины и дальнейшего заполнения её бетоном. Для крепления стенок скважины ниже уровня грунтовых вод или в слабых грунтах используется обсадная труба [4]. Данный метод использовался при строительстве Белорусского металлургического завода, мост через р. Сож в г. Гомеле, стеклозавода в п. г. т. Костюковка, Антипинского нефтеперерабатывающего завода в г. Тюмени.

1. Армированный грунт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.knowledge.su/a/armirovannyy-grunt> (02.05.2016)

2. Технология устройства буронабивных свай под защитой обсадной трубы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tekhnosfera.com/armirovannye-gruntovye-podushki-kakosnovaniya-gidrotehnicheskikh-sooruzheniy-meliorativnyh-sistem-v-torfah> (02.05.2016)

3. Современные технологии сооружения буровых свай [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bkdelta.by/ru/articles> (02.05.2016)

4. Технология устройства буронабивных свай под защитой обсадной трубы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geo-park.by/Content-View-12.html> (02.05.2016)

УДК 624.131.3 (486)

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Т. М. Миненкова¹, А. В. Дубман², А. Ф. Ковалёва²

¹ Белорусский государственный университет, географический факультет, пр. Независимости 4, 220030 Минск, Республика Беларусь; coshakevich@gmail.com

² НИИ «Белгипрогаз», пер. Домашевский 11А, 220036 Минск, Республика Беларусь; belgiprotogaz@bgtg.by

Природный газ как топливо имеет ряд положительных свойств, в частности высокую теплотворную способность, транспортабельность, большую, по сравнению с нефтью и углём, экологичность. Важную технологическую функцию при транспортировке данного вида топлива выполняет трубопроводный транспорт – как магистральные трубопроводы, так и местные системы газоснабжения. Последние играют важную роль в обеспечении потребителей природным газом для его применения в хозяйстве и бытовых нужд.

На современном этапе строительству и развитию газовой отрасли в Республике Беларусь уделяется особое внимание, а это предполагает то, что будет идти дальнейшее увеличение объёмов строительно-монтажных работ. Соответственно, будет расти потребность в проведении инженерно-геологических исследований на проектируемых трассах газопроводов.

На основании данных, получаемых в ходе выполнения инженерно-геологических исследований, выбираются лучшие, наиболее оптимальные со всех точек зрения условия и глубина заложения трасс систем газоснабжения с учётом всех вероятных факторов, влияющих на процесс строительства и эксплуатации. Учитывается состав грунтов, слагающих территорию изысканий, а также осложняющие факторы при прокладке газопровода, такие как пучинистость грунта, неоднородность по составу и плотности, а также неравномерные просадки трубопровода, повреждения и разрушения инженерных сетей, необратимые деформации и их полный выход из строя.

Особенности инженерно-геологических условий при проектировании систем газоснабжения рассмотрим на примере двух объектов Гомельской обл.: в пределах г. Жлобин и агрогородка Дуброва

Светлогорского р-на. В ходе исследований изучались: геологическое и геоморфологическое строение участков, гидрогеологические условия и физико-механические свойства грунтов, слагающих четвертичную толщу. Изыскания на данной территории проводились в НИИ «Белгипротопгаз».

В геоморфологическом отношении территория в г. Жлобине, по которой проходит газопровод, расположена на моренной равнине. Рельеф пологоволнистый. Участок изысканий находится в пределах застроенной территории. Поверхность сложена насыпным грунтом, который образовался в ходе строительства зданий и прокладке коммуникаций.

Участок изысканий в агрогородке Дуброва приурочен к Озаричской водно-ледниково-моренной равнине, занимающей междуречье рек Неначи, Иппы, Тремли, Птичи и Орессы [1]. Неблагоприятные физико-геологические процессы и явления на участках изысканий в Жлобине и Дуброве, не выявлено.

Геологическое строение участков обусловлено общими чертами строения четвертичной толщи. Средняя глубина скважин – 4 м. В результате бурения на участке г. Жлобин были вскрыты следующие четвертичные отложения: техногенные (искусственные) образования, голоценовые пески и морена днепровского возраста. Техногенные (искусственные) образования представлены насыпными грунтами мощностью до 0,8 м. Насыпной грунт – своеобразные накопления, состоящие из песка пылевато-го тёмно-бурого цвета с включением до 10 % гравия и гальки. Моренные отложения (ИГЭ-2) залегают почти по всей трассе под техногенными образованиями. Они представлены суглинком тугопластичной консистенции серо-бурого цвета с включениями гравия и гальки до 10 %. Моренные отложения залегают с глубины 2 м.

Геологическое строение на территории прокладки газопровода в агрогородке Дуброва представлено следующими генетическими типами отложений: техногенные (искусственные) образования, пески, флювиогляциальные отложения, морена днепровского горизонта.

По результатам инженерно-геологического бурения, полевых и лабораторных исследований был составлен обобщенный инженерно-геологический разрез и выделены следующие инженерно-геологические элементы (ИГЭ):

ИГЭ-1: грунт насыпной (tIV), средняя мощность 0,5 м;

ИГЭ-2: песок пылеватый (fIIdn), средняя мощность 2 м;

ИГЭ-3: песок мелкозернистый (fIIIdn), обводнённый, мощность 1 м;

ИГЭ-4: песок среднезернистый (fIIIdn), встречается в виде линз мощностью до 1 м;

ИГЭ-5: супесь моренная, твёрдая (gIIIdn), встречается в виде линз мощностью до 1,7 м, пластичная в отдельных разрезах;

ИГЭ-6: суглинок моренный, твёрдый (gIIIdn), средняя мощность 1,5 м.

Все исследования физико-механических параметров грунтов проводились в лаборатории НИИ «Белгипротопгаз». Здесь определяются их свойства, играющие ключевую роль в выборе уровня заложения газопровода (гранулометрический состав грунтов, водонасыщенность, коэффициент фильтрации, плотность, пористость и другие). Характер пространственной изменчивости основных показателей физико-механических свойств грунтов незакономерный. Стоит отметить, что насыпные грунты на первом участке исследований характеризуются неоднородностью по составу и плотности, с включениями строительного мусора. Пески пылеватые, которые выделяются в строении трассы газопроводы в Дуброве, также обладают неоднородностью состава и плотности. В связи с этим возникает необходимость учитывать их водонасыщенность. Суглинки, супеси моренные на обоих участках с учётом влажности и естественного сложения обладают пучинистыми свойствами в зоне сезонного промерзания. Это определяет выбор основания и глубину укладки газопровода.

Гидрогеологические условия участка прокладки газопровода в г. Жлобине характеризуются отсутствием грунтовых вод во вскрываемой толще четвертичных пород до глубины 3,0 м, и это предполагает, что дополнительные меры по защите газопровода от воздействия воды проводиться не будут.

В агрогородке Дуброва первый от поверхности водоносный горизонт приурочен к голоценовым и водно-ледниковым плейстоценовым отложениям. Водовмещающие породы сложены, в основном, песками различного гранулометрического состава. Моренные супеси и суглинки являются водоупорами, разделяющие межморенные водоносные комплексы и препятствуют водообмену. К первому водоупору в окрестностях Дубровы отнесены днепровские моренные отложения. По данным химического анализа воды, в основном, не агрессивны по отношению к бетону различных марок и по отношению к арматуре железобетонных конструкций.

По результатам проведённых инженерно-геологических исследований на территории г. Жлобин и агрогородке Дуброва Гомельской обл. при проектировании систем газоснабжения можно сделать следующие выводы:

1. С учётом предполагаемой глубины укладки труб газопровода в г. Жлобин их естественным основанием будет служить суглинок моренный (ИГЭ-2); в агрогородке Дуброва основанием будут служить пески флювиогляциальные и суглинки моренные (ИГЭ-3 – ИГЭ-6).

2. Насыпной грунт не рекомендуется использовать в качестве естественного основания без изучения по специальной программе, без преобразования строительных свойств грунта, конструктивных мероприятий, снижающих нагрузку и предотвращающих неравномерные осадки.

3. На участках с высоким положением установившегося и прогнозируемого уровня грунтовых вод, рекомендуется предусмотреть водоотливы из траншей и конструктивные мероприятия, предотвращающие всплытие газопровода, а сами строительные работы производить в сухой период года.

4. При проектировании следует учесть присутствие в разрезе водонасыщенных песков, которые при динамических воздействиях, в том числе и при земляных работах, могут разжижаться, т. е. переходить в плавучее состояние.

5. На участках укладки газопровода, где основанием будет служить песок обводнённый, необходимо принять меры, по защите газопровода от возможного воздействия воды (применить специальные газовые футляры).

6. Если трасса газопровода сложена грунтами с пучинистыми свойствами, рекомендуется укладывать газопровод ниже глубины сезонного промерзания грунтов.

7. При строительстве должны применяться методы работ, не приводящие к ухудшению свойств грунтов при замачивании. При проектировании систем газоснабжения следует предусмотреть возможность размыва перекрывающих отложений поверхностными водами, промерзания, повреждения механизмами и транспортом.

1. Матвеев А. В. История формирования рельефа Белоруссии. Мн.: Навука і тэхніка, 1990. 144 с.

УДК 504(476)

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЗОНЕ ОТВАЛОВ ФОСФОГИПСА ГОМЕЛЬСКОГО ХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА КОМПОНЕНТЫ ЛАНДШАФТА

А. И. Павловский¹, А. П. Гусев¹, А. Н. Галкин²

¹ Гомельский государственный университет, геолого-географический факультет, ул. Советская 104,
246019 Гомель, Республика Беларусь; aipavlovsky@mail.ru

² Витебский государственный университет, биологический факультет, пр. Московский 33,
210038 Витебск, Республика Беларусь; galkin-alexandr@yandex.ru

В техногенных геосистемах, для которых характерно создание крупных положительных форм рельефа (техноморф), часто происходит активное развитие современных инженерно-геологических процессов. Наиболее серьезно такая проблема имеет место в токсичной техногенной среде, где невозможно (или затруднено) развитие растительного покрова. Характерным примером техногенно-спровоцированных процессов является водная эрозия, развивающаяся на отвалах фосфогипса.

Фосфогипсовый комплекс, даже среди других техногенных ландшафтов, выделяется особой «безжизненностью». Главная причина этой «безжизненности» – токсичная среда. А именно грунты, поверхностные и подземные воды вблизи отвалов фосфогипса имеют высокую минерализацию и очень низкий pH (табл. 1).

На открытой поверхности отвалов в первые десятилетия их накопления активно протекают водно-эрозионные процессы. В результате образуется ручейковая сеть в виде промоин, длинной 10–40 м и достигающих ширины от первых десятков сантиметров до 1–2 м. Через ручейковую сеть на прилегающие территории выносятся с твёрдым стоком значительное количество фосфогипса с отвалов (рис. 1).

Таблица 1 – Характеристика компонентов ландшафта в зоне влияния отвалов

Показатель	Грунты зоны аэрации (вблизи отвалов)	Поверхностные воды (отвалы)	Грунтовые воды (отвалы)
pH	3,5–5,5	1,5–2,5	2–3
Сухой остаток, г/дм ³	1,3–1,6	5,0–25,0	5,0–25,0
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	500–1 000	1 000–6 000	3 000–5 000
PO ₄ ³⁻ , мг/дм ³	1,6–70	1 000–5 000	100–4 000
F ⁻ , мг/дм ³	2–25	100–1 000	20–1 000
Al ³⁺ , мг/дм ³	0,5–10	10–200	1–500

Постепенно фосфогипс теряет влагу, его поверхность выветривается и появляются растения-пионеры. Такими пионерами являются вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth), иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) и другие. Через 10–20 лет сукцессии нижняя часть склона зарастает, и эрозия прекращается (рис. 2).

Прилегающая к отвалам территория представляет собой слабоволнистую флювиогляциальную и плоскую аллювиальную равнину, где в техногенном комплексе зоны влияния отвалов фосфогипса интенсивно протекает процесс подтопления минерализованными водами. Подтопление развивается по берегам водоёма, являющегося приемником поверхностного и грунтового стока с отвалов фосфогипса. Общая минерализация вод здесь составляла 6,55–9,79 г/дм³ (содержание SO₄²⁻ – 3,229–4,088 г/дм³; PO₄³⁻ – 1,528–2,063 г/дм³; F⁻ – 0,219–0,354 г/дм³; NH₄⁺ – 3–23 мг/дм³; Al³⁺ – 60–78 мг/дм³). Воды характеризуются крайне кислой реакцией (pH = 2,07–2,35). В период увеличения дождевого стока имеет место подтопление луговых и кустарниковых экосистем, примыкающих к водоёму.



а

б

Рисунок 1 – Вынос фосфогипса из отвалов

а – подножие отвала с промоинами; б – вынесенный с отвалов материал

В почвах, подтопленных загрязнёнными водами, отмечается увеличение минерализации (в 9,6 раза по сравнению с фоном), содержания SO₄²⁻ (в 9,1 раза), PO₄³⁻ (в 50 раз), NH₄⁺ (в 4,8 раза), Al³⁺ (в 5 раз). pH снижается (в 1,29 раза).

Процесс подтопления загрязнёнными водами диагностируется с помощью фитоиндикации (табл. 2).

В зоне подтопления проективное покрытие снижается до 30–40 %, падает видовое богатство. Растительный покров имеет мозаичное строение: часть подтопленных почв полностью лишена растений. На рис. 3 видно усыхание травянистой и древесно-кустарниковой растительности в местах выхода загрязнённых вод на земную поверхность (т. е. в понижениях нано- и микрорельефа). Это подтверждается геохимическими исследованиями (табл. 3). Так, в зоне подтопления снижается pH почв (в 1,5 раза), возрастает содержание SO₄²⁻ (в 8,2 раза), NH₄⁺ (в 10,3 раза), PO₄³⁻ (в 53,4 раза) и сухого остатка (в 7 раз).

Таким образом, геориски в техногенном комплексе отвалов фосфогипса, обусловлены развитием двух инженерно-геологических процессов – водная эрозия и подтопление,– негативные последствия которых на прилегающей территории усугубляются токсичным составом вод.



Рисунок 2 – Нижняя часть отвалов фосфогипса, заросшая пионерной растительностью

Таблица 2 – Фитоиндикаторы подтопления загрязнёнными водами

Показатель	Зона подтопления	Луговые экосистемы, вне зоны подтопления
Общее проективное покрытие, %	30–40	88–90
Видовое богатство, видов на 100 м ²	7,8	13,8
Кислотно-щелочные условия по шкале Х. Элленберга	4,6	5,6
Солевое богатство по шкале Х. Элленберга	0,65	0,42

Таблица 3 – Результаты геохимического опробования почв в зоне подтопления

Показатель	Градиент воздействия		
	1	2	3
pH	4,67	5,80	6,98
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	553,4	137,7	67,2
NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	4,1	0,9	0,4
PO ₄ ³⁻ , мг/дм ³	74,8	2,6	1,4
Сухой остаток, мг/дм ³	1327,5	302,0	189,0



Рисунок 3 – Зона подтопления загрязнёнными водами

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Лукашѐв О. В.</i> Академик АН БССР Константин Игнатьевич Лукашѐв.....	3
ГЕОЛОГИЯ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ	
<i>Алименко Т. Г., Мележ Т. А.</i> Борисовское месторождение нефти: стратиграфия и литология.....	6
<i>Артеменко Г. В., Самборская И. А., Гоголев К. И., Стеценко М. Е., Высоцкий А. Б.</i> Возраст двуполовошпатовых гранитов Вишневецкого массива Славгородского блока (Среднеприднепровский мегаблок Украинского щита).....	8
<i>Воронкова Н. Ф.</i> Экономическая эффективность минерально-сырьевой базы строительных материалов Республики Беларусь.....	11
<i>Гарецкий Р. Г., Каратаев Г. И.</i> Сутурные зоны Восточно-Европейской платформы и полезные ископаемые.....	13
<i>Гледко Ю. А., Буяков И. В.</i> Гидродинамический режим грунтовых вод бассейна р. Днепр.....	16
<i>Грибик Я. Г., Айзберг Р. Е.</i> Геологические исследования территории Беларуси по региональному профилю «Восточный».....	18
<i>Губин В. Н.</i> Глубинные разломы флюидално-газовой активизации в земной коре и их связь с нефтегазоносностью.....	20
<i>Зуй В. И., Ильин В. П., Дубаневич М. А., Василѐнок Е. А.</i> Геотермический мониторинг в районе Краснослободского разлома Припятского прогиба.....	23
<i>Карабанов А. К., Камышенко Г. А.</i> Институт природопользования НАН Беларуси: основные результаты исследований в области наук о Земле.....	26
<i>Каримова Л. А., Клименко З. М., Лемешевская И. В.</i> Типовой разрез мезозойских отложений западной части Воронежской антеклизы (Клинцовский грабен).....	29
<i>Кирикович А. В.</i> Карналлитовые залежи северной зоны Припятского калиеносного бассейна.....	32
<i>Коломиец В. Л., Шатковская Л. В.</i> Стратиграфия кайнозоя Восточного Прибайкалья и Западного Забайкалья.....	34
<i>Крошинский В. А.</i> Геологическое картирование северного участка Минской возвышенности на основе ГИС-технологий.....	36
<i>Кручек С. А., Обуховская В. Ю.</i> Живетский этап осадконакопления на Жлобинской седловине и Северо-Припятском плече и его литологические и палинологические маркеры.....	39
<i>Кутырло В. Э., Самодуров В. П., Еленский Ю. Н.</i> Использование энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии в полевых условиях разведки месторождений калийных солей.....	41
<i>Левашов С. П., Якимчук Н. А., Корчагин И. Н., Божежа Д. Н.</i> Опыт обнаружения вертикальных каналов миграции глубинных флюидов при поисках нефти и газа в различных регионах.....	44
<i>Махнач В. В.</i> Морские моллюски семейства Astartidae Orbigny востока Беларуси и их палеогеографическое значение.....	46
<i>Мурашко Л. И.</i> Вклад В. А. Москвича в развитие белорусской геологии.....	48
<i>Обуховская В. Ю.</i> К вопросу о палинотратиграфии нижнедевонских (эмских) отложений юго-востока Беларуси.....	51
<i>Озерский А. Ю., Караулов В. А.</i> Гидрогеологическая структура водонепроницаемых кристаллических пород в южной части Енисейского кряжа.....	53
<i>Петрова Н. С., Денисова Н. Ю.</i> О создании Атласа осадочных пород платформенного чехла Беларуси.....	56
<i>Плакс Д. П.</i> Іхтыяфаўна з ніжне- і сярэднедэвонскіх адкладаў беларускай часткі Балтыйскай сінеклізы.....	58
<i>Плакс Д. П., Григоревич А. К.</i> О находках мезозойской и палеогеновой ихтиофауны на территории Беларуси.....	61
<i>Пуланова С. А., Мухаметшин Р. З.</i> Преобразования микроэлементного состава нефтей зоны гипергенеза... Рудько Г. И. Проблемы формирования углеводородов на больших глубинах территории Украины.....	63
<i>Саченко Т. Ф., Кручек С. А.</i> Органогенные нефтеперспективные отложения елецкого надгоризонта нижнего фамена юго-востока Беларуси: особенности формирования и распространения.....	67
<i>Скакальська Л. В., Назаревич А. В., Струк Е. С.</i> Применение прогнозной методики для поиска углеводородов в разрезах скважин.....	70
<i>Толстошеев В. И., Кручек С. А., Сахарук П. О.</i> Геологическое развитие Гомельской структурной перемены и сопредельных структур в коренѐвское время раннего триаса.....	73
<i>Унукович А. В.</i> Эффективность использования природных энергетических ресурсов.....	76
<i>Шевелев Е. И.</i> Ресурсная оценка потенциала нефтеносности в нетрадиционных коллекторах Припятского прогиба на примере Савичско-Бобровицкого объекта.....	78
<i>Шелютто А. В.</i> Применение гидродинамических методов исследований для оценки изменения филътрационных характеристик коллекторов в процессе разработки нефтяных месторождений.....	82

<i>Шкодин С. Д., Добролюбов А. И., Решетников М. В.</i> Особенности распределения петромагнитных характеристик почвенного покрова над Смельовским нефтяным месторождением (Саратовская область).....	84
<i>Шпак С. Е.</i> Детализация зоны разлома Прибугского локального поднятия.....	85
<i>Шустер В. Л., Пуланова С. А.</i> Геолого-геохимические аспекты освоения нетрадиционной нефти (газа) в Западной Сибири.....	88
<i>Юдаев С. А.</i> Минерально-сырьевая база горнодобывающей отрасли как один из главных факторов развития промышленности Республики Беларусь.....	91
<i>Юрченко Д. Н.</i> Методика исследования скважин радоновым индикатором.....	93
<i>Siamak Mansouri-Far.</i> Geothermal energy in Iran.....	95

ЧЕТВЕРТИЧНАЯ ГЕОЛОГИЯ

<i>Вашиков А. А., Заяц Ю. И., Жолнерович А. П., Бадак Р. Ю., Виленчик Л. Г., Грузевская Е. В., Червоник Н. С., Суrowицкий А. А.</i> Строение надпойменной террасы долины р. Западной Двины у д. Барвин Витебского района Беларуси.....	99
<i>Карабанов А. К., Маркс Л., Нитихорук Е., Богдасаров М. А., Грядунова О. И., Гречаник Н. Ф., Крживицки Т., Маецка А., Мамчик С. О., Похоцка-Шварц К., Рихель И., Воронко Б., Рылова Т. Б., Збуцки Л., Новацки Л., Пиелак М.</i> О границе днепровской стадии припятского оледенения в приграничном польско-белорусском регионе.....	101
<i>Коломиец В. Л., Лбова Л. В.</i> Геоархеологические объекты бассейна р. Уда: литология, стратиграфия и ландшафтно-климатические реконструкции (Западное Забайкалье).....	106
<i>Кухарик Е. А.</i> Эволюция озёрных палеоводоёмов территории Белорусского Полесья в позднем плейстоцене и голоцене.....	109
<i>Мурашко Л. И.</i> Основные итоги исследований золотонности четвертичных отложений Беларуси.....	111
<i>Панин П. Г., Тимирева С. Н.</i> Микроморфологическое строение палеопочв позднего и среднего плейстоцена на примере разреза Чумбур-Коса.....	114
<i>Санько А. Ф.</i> Корреляция отложений корчёвского межледниковья Беларуси и августовского интергляциала Польши.....	116
<i>Трифонов Ю. Ю.</i> Типизация водотоков Беларуси по классификации Розгена.....	119
<i>Хилькевич Е. В.</i> О структуре и природе ложбины Должа (северо-западная Беларусь).....	122
<i>Ямских Г. Ю.</i> Возраст торфяных отложений южной лесостепи (Южно-Минусинская котловина).....	124
<i>Frączek M., Kalicki T., Wawrusiewicz F., Sanko A. F., Zieliński A., Ziętek J., Strzępowicz A.</i> Paleogeographical interpretation of paleochannel fill in the Biebrza river valley at Lipowo site (NE Poland).....	128
<i>Kalicki T., Frączek M., Wawrusiewicz A.</i> Architecture and age of Wizna Basin bottom (NE Poland) – new results.....	131
<i>Khusakiewicz E., Kalicki T., Horák J., Domboroczki L., Kozłowski J. K.</i> The geochemical features of Zagyva floodplain deposits near multicultural site at Apc-Berekalja (Northern Hungary).....	133
<i>Przepióra P., Kalicki T., Frączek M., Horák J., Khusakiewicz E.</i> Spatial spreading of industrial alluvia on Kamionka river flood plain (Polish Uplands).....	134

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

<i>Галкин А. Н., Павловский А. И.</i> Оценка степени благоприятности инженерно-геологических условий Гомельской агломерации.....	136
<i>Глонти Ю. А.</i> Пример расчёта неопределённости при определении влажности грунта методом высушивания.....	137
<i>Жидков О. А.</i> Опыт проведения и результаты комплекса инженерной геофизики при изысканиях для строительства жилого комплекса «Лазурит» в г. Минске.....	140
<i>Жидкова Т. А.</i> Система ландшафтных индикаторов Гродненской возвышенности и Средненеманской низины и возможность её применения при инженерно-геологических изысканиях.....	143
<i>Колпашиников Г. А.</i> Грунтовые воды Беларуси и их агрессивность.....	144
<i>Леонтьев А. С., Решетников М. В.</i> Результаты применения георадиолокационного метода при инженерно-геологических изысканиях в местах складирования нефтепродуктов.....	147
<i>Лопушко А. А.</i> Армированные грунты.....	147
<i>Миненкова Т. М., Дубман А. В., Ковалёва А. Ф.</i> Инженерно-геологические исследования при проектировании систем газоснабжения на территории Гомельской области.....	149
<i>Павловский А. И., Гусев А. П., Галкин А. Н.</i> Особенности развития инженерно-геологических процессов в зоне отвалов фосфогипса Гомельского химического завода и их влияние на компоненты ландшафта.....	151

Научное издание

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ГЕОХИМИИ, ГЕОЛОГИИ
И ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

МАТЕРИАЛЫ

Международной научной конференции,
посвящённой 110-летию со дня рождения
академика

Константина Игнатьевича Лукашёва
(1907–1987)

23—25 мая 2017 г., Минск

Ответственный за выпуск *Т. Е. Янчук*

Компьютерная вёрстка *О. В. Лукашёва, Д. Л. Твороновича-Севрука*

Технический редактор *В. Г. Гавриленко*

Подписано в печать 17.05.2017 Формат 60х84_{1/8} Бумага офсетная

Гарнитура Roman Печать цифровая Усл. печ. л. 19,5 Уч. изд. л. 19,8

Тираж 50 экз. Заказ № 2392

ИООО «Право и экономика» 220072 Минск Сурганова 1, корп. 2

Тел. 284 18 66, 8 029 684 18 66

E-mail: pravo-v@tut.by; pravo642@gmail.com Отпечатано на издательской системе

KONICA MINOLTA в ИООО «Право и экономика»

Свидетельство о государственной регистрации издателя,

изготовителя, распространителя печатных изданий, выданное

Министерством информации Республики Беларусь 17 февраля 2014 г.

в качестве издателя печатных изданий за № 1/185