

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «НПЦ ПО ГЕОЛОГИИ»
БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ ЦЕНТР НАУК О ЗЕМЛЕ
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ БГУ
ОО «БЕЛОРУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО»
КАФЕДРА ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ
КАФЕДРА ДИНАМИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ**

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ

CONTEMPORARY PROBLEMS OF GEOLOGICAL MAPPING

МАТЕРИАЛЫ

X Университетских геологических чтений

Минск, 14-15 апреля 2016 г.

Спонсоры:

**Белорусский государственный университет
Государственное предприятие «НПЦ по геологии»**

**МИНСК
ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР БГУ
2016**

УДК 55(476)(06)+ 550.8:528

ББК 26.3(4Бел)я431

П78

Редакционная коллегия:

В.Н. Губин, В.И. Зуй (ответственный редактор), О.В. Лукашёв, С.О. Мамчик, А.Ф. Санько

Рецензенты:

доктор геолого-минералогических наук *В.Н. Астапенко*
кандидат геолого-минералогических наук *В.И. Пашкевич*

Современные проблемы геологического картирования: материалы
X Университетских геол. чтений, 14-15 апр. 2016 г., Минск, Беларусь / В.И. Зуй (отв.
ред.) [и др.]. – Минск: Изд. центр БГУ, 2016. – 182 с.
П78 ISBN 78-985-553-110-5

В сборнике материалов X Университетских геологических чтений отражены проблемы геологического картирования, рассмотрены аспекты региональной геологии и геодинамики, гидрогеологии, поисков месторождений полезных ископаемых, а также проблемы стратиграфии, четвертичной геоэкологии, геотермии и рационального недропользования.

Адресуется научным работникам, аспирантам, преподавателям, студентам вузов и специалистам производственных организаций геологического профиля.

УДК 55(476)(06)+ 550.8:528

ББК 26.3(4Бел)я431

ISBN 978-985-553-110-5

© Коллектив авторов, 2016

© БГУ, 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

Очередные X Университетские геологические чтения по существу стали ежегодным мероприятием, проводимым на географическом факультете Белорусского государственного университета кафедрой инженерной геологии и геофизики и кафедрой динамической геологии. Организационная работа, связанная с программой настоящих чтений сформирована, в основном, кафедрой инженерной геологии и геофизики. Оргкомитет с удовлетворением отмечает, что интерес к тематике, связанной с геологическим картированием, проявили не только состоявшиеся ученые - кандидаты и доктора наук, но и молодые геологи - магистранты и аспиранты. Ряд докладов поступило от молодых геологов из других университетов страны.

Геологическое картирование территории Беларуси состоялось, в основном, в 70-80 годы прошлого столетия. Наступило время для его возобновления на современном уровне, используя достижения геологической науки. Результаты предстоящего геологического картирования будут играть важную роль в практической деятельности геологов, поскольку будут служить методическими подходами к региональному изучению недр Беларуси и прогнозированию полезных ископаемых. Уделено внимание геологии четвертичных отложений, на настоящих чтениях представлены доклады, посвященные изучению отложений верхней части платформенного чехла, инженерной геологии, гидрогеологии, региональной гидрогеологии, вопросам гидрогеодинамики, геотермии, гидрогеохимии, геологии нефти и газа, геоэкологии.

Ставшие традиционными X Университетские геологические чтения проводятся под эгидой Белорусско-российского центра наук о Земле. Они отражают достижения в геологическом изучении не только территории Беларуси, но и отдельные аспекты геологических исследований в Российской Федерации. На конференцию также представлены доклады от геологов Польши, Китая, Ирана и Бельгии.

В адрес Оргкомитета поступило свыше 60 тезисов докладов. Эти материалы отражают достижения последнего времени не только в геологическом картировании, но и в других областях геологической науки, включая проблемы изучения геологического строения, вещественного состава, геохимических и геофизических исследований, стратиграфии, тектоники, геоэкологии и других направлений геологической науки.

Оргкомитет
X Университетских геологических чтений

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

О.К. Абрамович

Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины, Гомель, Беларусь

Один из видов техногенного воздействия на недра связан с освоением их углеводородных ресурсов. До начала 1990-х гг. были созданы геодинамические полигоны, которые занимали весь Припятский прогиб, постоянно обновлялись утраченные репера, соблюдался режим периодичности наблюдений. В настоящее время уделяется внимание геодинамическим исследованиям в пределах Речицкого месторождения нефти.

Речицкая структура выявлена в 1949 г. Белорусской комплексной геофизической экспедицией по поверхности соленосных и подсолевых отложений. Разведочные работы в пределах Речицкой площади начаты в 1961 г. С марта 1967 г. Речицкое месторождение нефти находится в промышленной разработке. В геологическом строении Речицкого месторождения принимают участие породы кристаллического фундамента архейско-нижнепротерозойского возраста и осадочного чехла (верхнепротерозойские, девонские, каменноугольные, пермские и мезокайнозойские образования), разделенными между собой крупными перерывами в осадконакоплении.

Промышленно-нефтеносными горизонтами являются: воронежский, саргаевский и семилукский. Отложения саргаевского горизонта залегают согласно на подсолевой терригенной толще, имеют повсеместное распространение и представлены доломитами коричневато-серыми и зеленовато-серыми, доломитизированными известняками органогенно-водорослевыми и мергелями, встречаются прослои сульфатно-карбонатных пород и ангидритов. Доломиты пелитоморфные, неравномерно пористо-кавернозные, с единичными кавернами, заполненными нефтью, известковистые, иногда слоистые, являются коллекторами саргаевской залежи нефти. Местами доломиты переходят в доломитовые известняки. Мергели доломитовые и известково-доломитовые, залегают в виде тонких прослоев среди доломитов и известняков. Глинистое вещество часто битуминизировано. В верхней части горизонта преобладают известняки со стилолитами. Вскрытая толщина отложений изменяется от 31 до 52 м.

Породы семилукского горизонта залегают согласно на отложениях саргаевского горизонта, представлены метасоматическими доломитами серыми, коричневато-серыми и известняками. Коллектор семилукской залежи представлен доломитами микро- и мелкокристаллическими, органогенными, сильно трещиноватыми и кавернозными. В пустотах отмечается нефть. Хорошие коллекторские свойства пород этого горизонта подтверждаются наличием большого количества макро- и микротрещин, пор и даже крупных каверн в керне; кавернозность пород также подтверждается катастрофическими поглощениями бурового раствора и провалами бурового инструмента в процессе бурения на Речицкой структуре. В нижней части горизонта породы слабоглинистые, известковистые до известняков с глинистыми прожилками, переходящие в мергели в основании горизонта, серые, пелитоморфные, часто доломитистые. Как в известняках, так и в доломитах наблюдается примесь глинистого вещества, пирита. Изредка среди глинистых известняков и доломитов встречаются тонкие прослои зеленоватой глины, местами с прослойками черного битуминозного вещества. Толщина отложений изменяется от 21,5 до 39,1 м. Семилукский и воронежский горизонты разделяются пачкой глинисто-мергелистых пород с прослоями

туфодоломитов и туфомергелей речицкого горизонта. Толщина отложений речицкого горизонта изменяется от 18,4 до 35,5 м.

Породы воронежского горизонта залегают на размытой поверхности речицкого. По литологическим и фаунистическим особенностям воронежский горизонт делится на стреличевские (II пачка) и птичские (I пачка) слои, граница между которыми легко устанавливается по промыслово-геофизическим данным. Стреличевские отложения имеют глинисто-мергельный состав и сложены в основном доломитами, неравномерно перекристаллизованными, участками известковистыми, ангидритизированными, участками пористо-кавернозными, трещиноватыми. В нижней части породы неравномерно глинистые, переходящие в мергели. Толщины горизонта изменяются в широких пределах от 76,4 до 99,3 м.

Основным методом геодезических работ, выполняемых на месторождении с целью геодинамических исследований, являлось повторное нивелирование II класса. Были проанализированы данные нивелирования, суммарные объёмы добычи нефти из скважин и закачки технической воды в пласт. На основании визуального анализа комплексного профиля можно установить корреляционную зависимость интенсивности движения земной коры от объёмов суммарной добычи нефти и закачки технических вод в пласт:

- скважины с большой отдачей углеводородов вызвали локальные опускания территории до 9 мм в год в радиусе нескольких километров от добывающей скважины;

- закачка технических вод в скважины позволяет компенсировать отрицательную динамику колебания уровней территории, в ряде случаев при интенсивной закачке вод может вызвать локальное поднятие поверхности до 3-4 мм.

Динамика колебаний земной поверхности на Речицком месторождении проявляется неоднозначно во времени и пространстве. Отдельные участки территории опускаются на 7-10 мм, есть стабильные участки при тех же техногенных условиях, есть территории, испытывающие поднятия до 5 мм. При закачивании воды в продуктивные пласты в первую очередь изыскиваются высокопродуктивные подземные водные источники, так как повышенный температурный режим подземных вод положительно сказывается на извлечении нефти. В результате повторных геодезических измерений установлено, что регионы, где добывается нефть, а для поддержания пластового давления закачивается вода из поверхностных источников (озер, рек, болот), не испытывают современных вертикальных движений земной коры техногенного характера.

Современные вертикальные движения земной поверхности имеют свои особенности для каждого региона расположения нефтяных и газовых месторождений. Закономерность современных вертикальных движений земной коры хорошо обнаруживается в результате повторных многократных нивелирных измерений, которую необходимо учитывать при обустройстве, проектировании и строительстве в этих регионах.

УДК 37.091.3:55:378.4(476.2-21)

УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА ПО ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СЪЁМКЕ И КАРТОГРАФИРОВАНИЮ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕНИЙ

А.А. Абрамович, А.Ф. Акулевич, М.Г. Верутин, Л.Л. Федосенко

Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины, Гомель, Беларусь

Учебный план специальности 0107 «Гидрогеология и инженерная геология» СССР в 1964 г. включал учебную практику по геокартированию продолжительностью 10 недель. В соответствии с планом 1975 г. учебная практика по геокартированию и геофизическим

методам была продолжительностью 8 недель. В 1995 г. учебный план специальности «Геология и разведка полезных ископаемых» Республики Беларусь включал практики по геологической съемке 4 недели и по геофизике 4 недели. Образовательный стандарт РД РБ 02100.5.067-98 этой же специальности сократил практику по геологической съемке и картографированию до 6 недель. Дальнейшее сокращение учебной практики специальности «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» до 4 недель произошло в ОСРБ 1-51 01 01-2008, что было принято при переходе на 4-летний срок обучения в ныне действующем образовательном стандарте подготовки геологов Беларуси ОСВО 1-51 01 01-2013. Также сократилась продолжительность рабочего дня во время практики: так если распорядок дня студентов МГУ на практике в 1974 г. предусматривал 7 астрономических часов полевых работ и 1,5 часа камеральных, то ныне в г. Гомеле учебный отдел ГГУ не разрешает выходить за 36 академических часов в неделю, что составляет при пятидневной рабочей неделе только 5,6 астрономического часа в день. При затратах более 2 часов на оргвопросы (сборы, прибытие и убытие с места проведения практики), возникают трудности с проведением ежедневных камеральных работ.

Авторы этого сообщения хорошо знакомы с классической учебной практикой по геокартированию в Крыму на полигонах Московского и Ленинградского университетов. На протяжении 1970-1990-х гг. мы общались во время практики с преподавателями и студентами этих вузов, видели их работу, проживали на их базах и работали на их полигонах. Особенности Крымской практики обуславливаются контрастностью рельефа, высокой обнаженностью территории и выходом геологических границ на поверхность земли. Даже геофизические исследования проводились на объектах имеющих выход на поверхность земли (дайки, интрузии). Геофизические исследования продолжительностью 1 неделя там играют вспомогательную роль для картирования. Иная ситуация отмечается для учебной практики возле г. Гомель: закрытость территории (только четвертичные отложения хорошо индентифицируются по геоморфологическим признакам), сложное блоковое строение Гомельской структурной перемычки. В таких условиях для изучения одноярусного, двухъярусного или трехъярусного строения территории необходимо бурение и широкий спектр геофизических методов.

Район учебной практики возле Гомеля включает полигон «Осовцы» и ряд ключевых участков и профилей. По ним имеются материалы геолого-гидрогеологической и магнитной съемок масштаба 1 : 200 000. Их дополняют материалы гидрогеологической и инженерно-геологической съемки для целей мелиорации масштаба 1 : 50 000, ряд глубоких скважин на минеральные воды, отдельные из них вскрыли кристаллический фундамент, а также - данные поисковых и разведочных работ на питьевые воды. Последние включают литологическую характеристику и ряд структурных карт до глубин 200-250 м, выполнены работы геофизиков и нефтяников вблизи Северо-Припятского разлома.

Ключевой участок «Большевик-Костюковка» позволяет рассмотреть моренную равнину и ложбины стока на ней. Здесь ложбина стока занята долиной реки Беличанка, ранее заболоченной, заторфованной, а сейчас - мелиорированной. В откосе придорожной выемки на протяжении 50 м хорошо картируются моренные и перекрывающие их водноледниковые отложения днепровского возраста.

Ключевой участок «Устье реки Ипути» на протяжении 100 м дает прекрасную картину разреза центральной поймы: русловые отложения с разнообразной слоистостью и пойменные отложения с четкой границей между ними.

Ключевой участок «Борец» на левом берегу р. Сож является единственным, где естественными процессами вскрываются дочетвертичные (палеогеновые) отложения.

Опыт учебной практики на полигоне «Осовцы» изложен в [1]. Ниже рассмотрены отдельные методические наработки при проведении практики одновременно на полигоне «Осовцы» и в других окрестностях г. Гомеля, особенно - по гравиметрии и магнитометрии,

которая стала возможна после приобретения современных приборов. Основная задача практики - обучение методам полевых геологических исследований.

Современная геологическая съемка и картографирование невозможны без привлечения геофизических методов. Прежде всего, это относится к региональной геологической съемке, где исследуемые структуры погружены на относительно большие глубины. Учебная практика предусматривает приобретение навыков применения геофизических методов при региональном картировании. Нами выбраны два профиля протяженностью 25-30 км, пересекающие г. Гомель: Большевик–Чёнки (север–юг) и Берёзки–Борщёвка (восток–запад). Цель исследований - выяснение глубинного строения территории и его отражения в геофизических полях. Профили пересекают крупные региональные разломы – Лоевский, Урицкий, Северо-Припятский прибортовой.

При проведении практики применяли методы магниторазведки и гравиразведки. Расстояние между пикетами 250 м. Для введения поправок за рельеф местности в данные гравиразведки, измерения сопровождали определением абсолютных отметок точек наблюдения нивелированием. Одновременно с этими исследованиями выполняли радиометрию вдоль профиля для оценки радиационного загрязнения и его мониторинга.

По данным исследований вдоль профиля строили графики изменения модуля индукции магнитного поля Земли, приращения силы тяжести в редукции Буге относительно нуля-пункта, расположенного на территории университета, интенсивности гамма-излучения. На графиках (особенно приращений силы тяжести) в отдельных случаях четко выделяются зоны разломных нарушений. Показательно поведение магнитного поля на территории города, отражающее влияние техногенной нагрузки.

Для решения задач геологического картирования четвертичных отложений на полигоне проведения практики, в комплекс геофизических методов включены: методы электроразведки на постоянном токе - вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ) и электрическое профилирование (ЭП). ВЭЗ проводили для уточнения геологического строения разреза по вертикали. Для этого была выбрана сеть профилей привязанных в основном к грунтовым дорогам и просекам. Каждый профиль наблюдений в среднем содержал 6-8 точек ВЭЗ. Максимальный полуразнос питающей линии АВ/2 составлял 150 м, что обусловлено незначительной мощностью источника питания и чувствительностью регистрирующего прибора. В качестве источника питания использовали блок из десяти последовательно соединённых гальванических элементов (плоских батареек по 4,5 В каждая), а в качестве регистрирующего прибора - автокомпенсатор АЭ-72.

Кривые ВЭЗ построенные по полевым данным в основном являлись 3- и 4-слойными типа КQ, КН, КНК, КQH. Тип КQ характерен для пойменных отложений, тип КQH - для отложений озёрно-болотного типа, тип КНК – для пород надпойменной террасы и эоловых отложений. С уменьшением мощности последних и увеличением водонасыщенности пород проявляется тип КН. В ходе количественной интерпретации кривых ВЭЗ были построены геоэлектрические разрезы по изучаемым профилям.

Электрическое профилирование проводили с целью уточнения геологического строения разреза по горизонтали. При измерениях использовали четырёхэлектродную симметричную установку, так как полигон сложен сравнительно простыми геологическими толщами с незначительными изменениями сопротивлений перекрывающих отложений. Для увеличения информативности симметричного электропрофилирования использовали установку с двойными питающими разносами А'АМNBВ' (АВ/2 = 10 м и А'В'/2 = 20 м). Графики электропрофилирования показывают хорошую степень дифференцированности пород по величине удельного электрического сопротивления. На них уверенно выделяются участки залегания аллювиальных, озёрно-болотных, эоловых и моренных отложений. Наиболее существенными помехами при электроразведочных работах являлись утечки тока в питающей линии, а также высокие величины сопротивлений заземления питающих

электродов, обусловленные низкой влажностью пород дневной поверхности в сезон сухой и жаркой погоды.

Одним из важных видов работ при геологическом картировании является бурение, относящееся к прямым методам изучения геологического строения. Поэтому проведение буровых работ является обязательным при проведении учебной практики для студентов по геологической съемке и картографированию. В ходе практики использовали шнековое бурение комплектом «Ручной бур геолога». Для выполнения этих работ создавали буровую бригаду из 5-7 студентов. В ее составе назначали ответственных за выполнение отдельных видов работ: бурильщик, помощник бурильщика и геолог. Осуществлялась ротация участников бригад. Организационно бурильщик отвечал за: контроль над доставкой бурового оборудования на полигон «Осовцы» и обратно, организацию работы бригады, получение бурового и сдачу оборудования на складе в начале и конце рабочего дня, выбор типа породоразрушающего инструмента, отслеживание процесса бурения. Помощник бурильщика проводит сборку ручного бура, следит за его исправностью и совместно с остальными членами бригады осуществляет бурение. Геолог осуществляет геологическое документирование пород вскрытых в процессе бурения.

Большинство скважин располагали возле точек, где выполняются ВЭЗ. Это позволяет при интерпретации результатов ВЭЗ выполнить геологическую привязку геоэлектрических горизонтов. Максимальная глубина при ручном бурении не превышала глубины залегания зеркала грунтовых вод. В процессе бурения геолог делает описание извлекаемых из скважины горных пород и определяет мощность вскрытых отложений. Вся информация заносится в буровой журнал, который затем прилагается к отчету. Кроме этого отбирают образцы горных пород для их последующего анализа.

В камеральный период по данным бурения строят геологические колонки по каждой скважине и геологические разрезы по профилям, делается их подробное описание.

Выводы. В условиях практикоориентированного обучения, рекомендованного Президентом, имеет смысл увеличить продолжительность практики по геологической съемке и картографированию, до 6 недель за счет сокращения студенческих летних каникул. Такой положительный опыт в истории советской школы уже имелся.

Литература

1. *Трацевская Е.Ю., Акулевич А.Ф., Федосенко Л.Л., Верутин М.Г.* Опыт проведения учебных практик по геологическим дисциплинам в УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины» // *Літасфера*. 2012. № 2(37). - С. 5-82.

УДК 553.048(476)

ПРОБЛЕМА КЛАССИФИКАЦИИ ЗАПАСОВ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Д.В. Барбиков, А.М. Гречко, В.Э. Кутырло
ОАО «Беларуськалий», ОАО «Белгорхимпром», Минск, Беларусь

Основными стандартами в области оценки ресурсов и запасов (а это основная цель геологов) являются система РКЗ/ГКЗ, рамочная классификация ООН; индийская система 4Р и сходные между собой международные системы, соответствующие Денверскому союзу 1997 г. В эту последнюю группу входят австралийский JORC (Joint Ore Reserves Committee), европейский Reporting Code; канадские CIM (Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum) и NI-43101, американский SME (Society for Mining, Metallurgy and Exploration) и

южноафриканский SAMREC (South African Code for Reporting of Mineral Resources and Mineral Reserves) [1-4].

Существует ли необходимость сближения белорусского стандарта классификации запасов твердых полезных ископаемых с международными системами в настоящее время? В чем основные отличия системы РКЗ (Республиканской комиссии по запасам) Минприроды РБ (Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь) и МСДС (международные системы Денверского союза 1997 г)?

Сравнив кодексы отчетности международных систем и нормативно-правовые акты Республики Беларусь в части регулирования горно-геологической деятельности можно констатировать, что система РКЗ/ГКЗ не уступает МСДС, а кое в чем превосходит в детальности предъявляемых требований. В наследство от СССР в Республике Беларусь осталась жесткая система контроля проведения и качества геологических работ - нормативно-правовые акты охватывают почти все сферы деятельности недропользования. В качестве примера можно привести перечень НПА для оценки запасов твердых полезных ископаемых по результатам детальной разведки калийных солей:

1. Инструкция по отбору, документированию, обработке, хранению, сокращению и ликвидации керна скважин колонкового бурения, утвержденная Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 14.06.2006 № 38. - Минск, 2006.

2. Инструкция о проведении геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые по этапам и стадиям, утвержденная Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 11.05.2007 № 52. - Минск, 2007.

3. Инструкция о содержании, оформлении и порядке представления в Республиканскую комиссию по запасам полезных ископаемых Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь технико-экономических обоснований кондиций на минеральное сырье, утвержденная Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 11.05.2007 №48. - Минск, 2007.

4. Инструкция о содержании, оформлении и порядке предоставления в Республиканскую комиссию по запасам полезных ископаемых Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь материалов по подсчету запасов твердых полезных ископаемых, утвержденная Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 11.05.2007 № 50. - Минск, 2007.

5. Инструкция о порядке комплексного изучения месторождений и подсчета запасов попутных полезных ископаемых и компонентов, утвержденная Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 11.05.2007 № 51. - Минск, 2007.

6. Инструкция об установлении критериев оценки качества и эффективности геологоразведочных работ и геологических отчетов с подсчетом запасов полезных ископаемых, утвержденная Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 14.05.2007 № 56. - Минск, 2007.

7. Инструкция о порядке составления отчетов о геологическом изучении недр, утвержденная Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 14.05.2007 № 58. - Минск, 2007.

8. Правила безопасности и охраны труда при геологоразведочных работах, утвержденные Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и Министерством по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь 05.07.2007 № 71/64. - Минск, 2007.

9. Правила применения классификации запасов к месторождениям ископаемых солей, утвержденные Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 31.12.2008 № 14-Т. - Минск, 2008.

10. Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, утвержденная Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 25.01.2002 № 2. - Минск, 2002.

11. ТКП 17.04-16-2009 (02120) Правила построения, изложения и оформления отчета о геологическом изучении недр - Минск, 2009.

Главным отличием системы РКЗ и МСДС является то, что непосредственная классификация запасов и ресурсов осуществляется определенным экспертом – компетентным лицом (competent person). Как правило, это сертифицированный специалист в области геологии и оценки запасов определенного вида полезного ископаемого, чьи специальные рапорты котируются на инвестиционных биржах (LSE, TSE, NYSE etc). В своей работе компетентные лица руководствуются собственным большим опытом и конкретными геологическими условиями: в некоторых случаях возможен перевод выявленных ресурсов в вероятные запасы и при минимальном количестве геологоразведочных работ. Широко используют компьютерные технологии, что значительно детализирует и ускоряет расчеты. *Подпись компетентного лица признается инвестиционными биржами и является одним из основных условий получения недропользователем кредита в банках, выхода на IPO.*

Практикой активное продвижение международных систем классификации запасов в белорусскую действительность пока что не затребовано. За 25 лет независимой Беларуси ни одно из наших горнодобывающих предприятий не выходило на IPO, не брало кредиты либо займы в тех банках, где требовался отчет компетентного лица. Вместе с тем белорусские геологи в настоящее время изучают недра не только своей страны, но и активно проводят работы за рубежом - в Туркменистане, Исламской Республике Иран, Боливарианской Республике Венесуэла, Республике Эквадор и других странах. В связи с этим особо остро проявилась необходимость соответствия проводимых работ международным стандартам (так как местные в большинстве своем отсутствуют). Кроме того предприятия калийной и нефтедобывающей промышленности Республики Беларусь можно было бы в перспективе вывести на IPO.

Мы видим следующие сценарии развития ситуации по проблеме классификации запасов в нашей стране:

1) *Консервативный сценарий*, по-существу, предполагает сохранение status quo – с консервированием системы РКЗ. В случаях острой необходимости (например, при выводе компании на IPO) в этом сценарии предполагается привлечение зарубежных компетентных лиц.

2) *Революционный сценарий* предполагает коренные преобразования в сфере недропользования. По-существу, необходимо будет упразднить РКЗ Минприроды - ведь все его функции перейдут к компетентным лицам, отказаться либо существенно упростить геологическую нормативно-правовую базу. Также необходимо будет «вырастить» национальных компетентных лиц по различным видам полезных ископаемых, так как привлечение консалтинговых и аудиторских геологических компаний к оценке месторождений будет весьма затратно.

3) *Комбинированный сценарий* представляется нам наиболее оптимальным - он не «ломает через колено» устоявшуюся и в целом рабочую систему РКЗ, однако и не консервирует Беларусь в качестве «последнего могиканина» в условиях глобальной неопределенности. Система РКЗ должна быть оставлена для оценки запасов всех видов полезных ископаемых. Вместе с тем для ряда ископаемых, таких как, например, калийные соли, нефть, необходимо предусмотреть наличие в составе комиссии по запасам соответствующего компетентного лица. Это необходимо во избежание казусов, как например, в калийной промышленности, когда зарубежные аудиторы проверяют расчеты у «законодателей моды» (ОАО «Беларуськалий», ОАО «Белгорхимпром», Государственного предприятия «НПЦ по геологии») в изучении и добыче калийных руд. «Незнаковое» для

Беларуси сырье, например, угли, сланцы, т.е. то, по которому у белорусов отсутствует опыт – может оцениваться консалтинговыми и аудиторскими геологическими компаниями (SRK consulting, IMC Montan etc), по отдельным договорам.

Получение белорусскими специалистами-геологами статуса компетентного лица – это многостадийный и сложный процесс, который включает много аспектов. Одним из последних является членство в определенной геологической организации, которая бы подтверждала профессиональные качества эксперта. В мире существует много подобных организаций, как национальных, так и международных. Например, по данным австралийской биржи ценных бумаг (Australian Securities Exchange), компетентными лицами, могут являться члены более 24 организаций [1].

Пошаговый механизм получения статуса компетентного лица (титованного геолога) озвучен и получил одобрение со стороны экспертов ГКЗ РФ, НАПР в рамках Первого Евразийского горно-геологического форума, состоявшегося 2-4 февраля 2016 г. в Минске.

Литература

1. The JORC Code. [Electronic resource]. <http://www.jorc.org/> (date of access: 08.03.2016).
2. Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum. [Electronic resource]. <http://www.cim.org/> (date of access: 08.03.2016).
3. Society for Mining, Metallurgy and Exploration. [Electronic resource]. <http://www.smenet.org> (date of access: 08.03.2016).
4. European Federation of Geologists. [Electronic resource]. <http://www.eurogeologist.org> (date of access: 08.03.2016).
5. European Federation of Geologists. [Electronic resource]. <http://www.eurogeologist.de> (date of access: 08.03.2016).

УДК 550.4

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕЖСОЛЕВОГО КОМПЛЕКСА ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА НА ПРИМЕРЕ НИКУЛИНСКОЙ ПЛОЩАДИ

Е.В. Бибикова

Государственное предприятие «НПЦ по геологии», Минск, Беларусь

Введение. Никулинская площадь расположена на приподнятом крыле Червонослободско-Малодушинского разлома, в центральной части одноимённой ступени. Никуленко Е.Ф. по геохимическим критериям выделила Червонослободско-Малодушинскую зону нефтенакопления, которая относится к Василевичскому сектора Червонослободско-Малодушинского очага нефтегазообразования [1]. Яшин И.А. характеризует данную площадь как зону органогенных образований, однако характер образований до конца не изучен. Эта территория представляет нефтепоисковый интерес, здесь зафиксированы нефтепроявления в виде выпотов нефти и битума, получен приток нефти в скв. 10 Ю-Домановичская в межсолевых отложениях Припятского прогиба.

Результаты исследования. Выполнены определения органического углерода ($C_{орг}$, вес. %) методом Тюрина, пиролитических параметров с помощью установки на базе масс-спектрометра MX7304AM (аналитик Клименко В.Г.) в Государственном предприятии «НПЦ по геологии» [2].

На основе комплексного анализа результатов битуминологических, пиролитических исследований пород и геолого-геофизической информации выявлены нефтематеринские отложения в породах, отображённые на схеме корреляции по линии скв. Цидовская 1 - Притокская 12 - Никулинская 7 - Никулинская 5 - Притокская 13 (рис. 1).

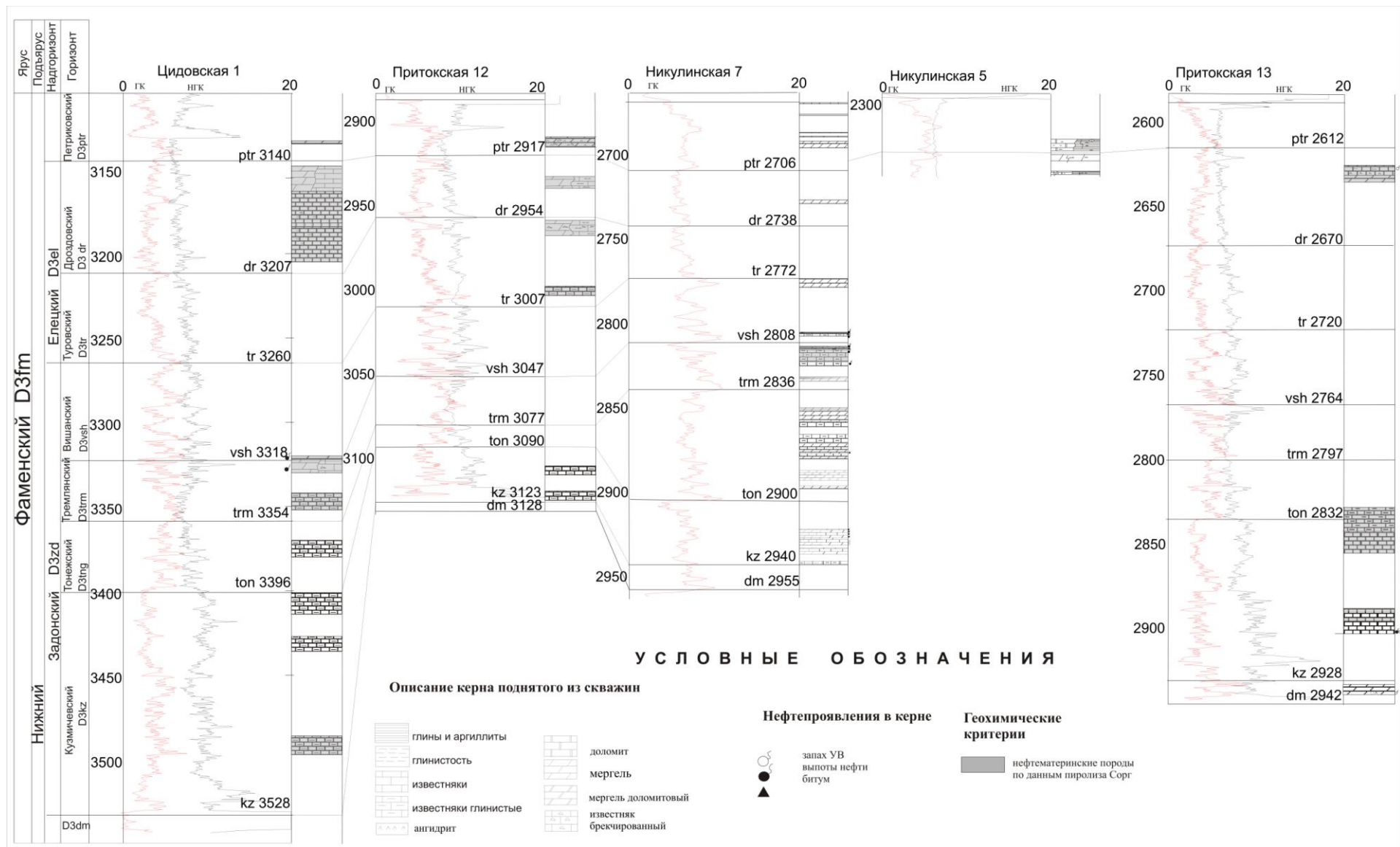


Рис. 1. Схема корреляции по линии скв. Цидовская 1 - Притокская 12 - Никулинская 7 - Никулинская 5 - Притокская 13.

Построена модель распределения органического углерода в породах межсолевого комплекса на Никулинской площади (рис. 2). Наиболее изучены детально отложения задонского надгоризонта. Для центральной части Никулинской площади характерно пониженное содержание органического углерода (0,35-0,5%) в породах, однако оно возрастает по периметру территории и достигает 1,1% в скв. 6 Никулинская, 1,78-1,73% далее в скв. 13 и 2 Притоцких; на юго-западном фланге Никулинской площади содержание органического углерода в скв. 7 Никулинская и 12 Притоцкая возрастает до 1,6 и 2,6%, соответственно, в породах межсолевой толщи. Такое распределение органического углерода, вероятно, связано с палеогеоморфологией бассейна и условиями захоронения органического вещества. По мнению Б. Тиссо и Д. Вельте, органическое вещество может сохраняться в условиях «отсутствия» кислорода, в тонкодисперсном осадке, в спокойной обстановке осадконакопления [3]. Таким образом, наибольшее количество органического углерода сохранилось в наиболее погруженных отложениях на Никулинской площади.

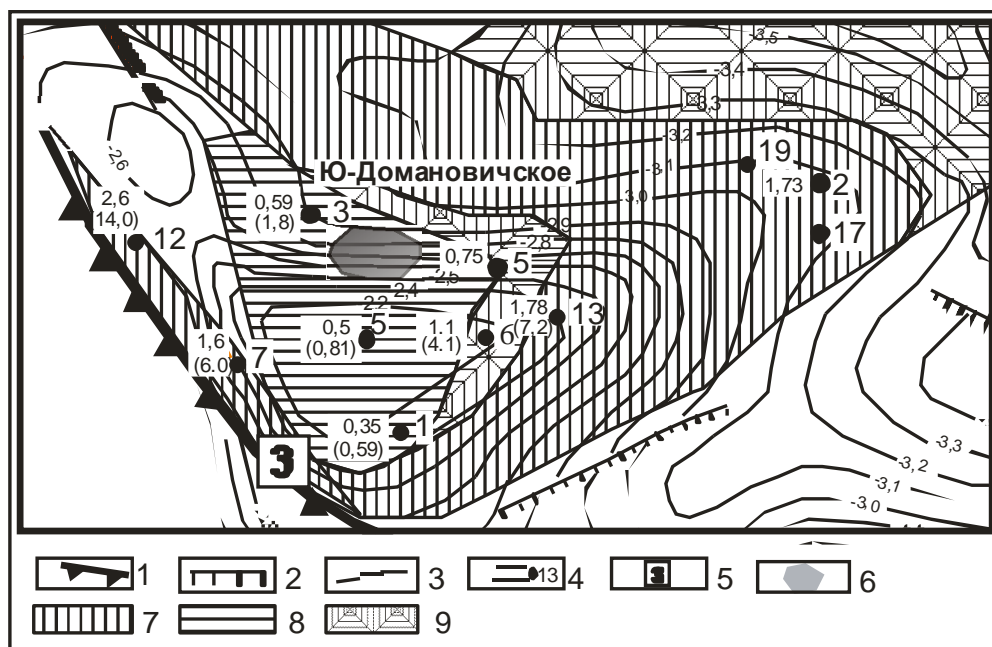


Рис. 2. Карта-схема распределения органического углерода в межсолевых отложениях на Никулинском участке. 1 – региональный разлом, 2 – локальный разлом, 3 – горизонталь по поверхности межсолевых отложений, 4 – скважина, слева от знака среднее по комплексу содержание органического углерода, в скобках остаточный генерационный потенциал, 5 – Червонослободско-Малодушинский разлом, 6 – непромышленное скопление нефти, 7 – область распространения богатых нефтематеринских пород, $C_{орг}$ от 1,6% и выше, 8 – область распространения бедных нефтематеринских пород, $C_{орг}$ от 0,8% и ниже, 9 – область распространения нефтематеринских пород среднего качества, $C_{орг}$ от 0,8 до 1,6%.

Заключение. Нефтематеринские породы приурочены к глинистым либо глинисто-карбонатным породам домановичских, кузьмичевских, тонежских, тремлянских, вишанских, туровских, дроздовских, петриковских отложений межсолевого комплекса нижнефаменской девонской толщи. Распределение органического вещества в межсолевых верхнефаменских отложениях на Никулинской площади связано с геоморфологией палеобассейна.

Литература

1. Бескопильный В.Н., Никуленко Е.Ф., Айзберг Р.Е., Грибик Я.Г. Районирование по условиям нефтегазообразования подсолевого и межсолевого комплексов Припятского нефтегазоносного бассейна. – Гомель: РУП «ПО «Белоруснефть», 2013. - 184 с.

2. Методические рекомендации по применению пиролитического метода в органической геохимии / сост.: В.Н. Меленовский. – Новосибирск: СНИИГиМС, 1985. – 41 с.

3. Тиссо Б., Вельте Д. Образование и распространение нефти. - М.: Мир, 1981. – 501 с.

УДК 550.834 (476)

ПРОБЛЕМЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ НЕФТИ В УСЛОВИЯХ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

В.Е. Бобков

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Сейсморазведка 2D и 3D являются основными методами, используемыми для построения моделей геологических сред с продуктивными пластами, она широко распространена при проведении геологоразведочных работ на нефть в Припятском нефтегазоносном бассейне.

Несмотря на свою эффективность, как и в любом методе, здесь существует ряд проблем, не учет которых приводит к искажению конечного результата. Первостепенная причина - это отсутствие сформированной единой технологической цепи в изучении горных массивов, что приводит к возникновению неточности и погрешности в интерпретации и моделировании месторождений.

Однако, в сейсморазведке есть уже и решенные вопросы, что является результатом многолетнего труда в различных областях. Так, задачи, связанные с поглощением и эффектом рассеяния отраженных волн, практически решены. Как пример в работах Гуревича Б. и Зырянова В. [1] исследовано влияние тонкой слоистости на затухание продольной волны, в работе Карпенко А.В. и Мельмана А.Г. [2] была предложена методика определения характеристик рассеяния, на основе, которой был разработан соответствующий алгоритм и пакет программ SCATTER. В пределах Припятского прогиба, решенные проблемы в сейсморазведке возникающих при проведении метода общей глубинной точки связывают с именем Сергея Валентиновича Клушина [3].

Итогом работы сейсмиков-обработчиков является временной разрез, в котором будут выполнены следующие условия: 1) привести отражающие горизонты определенной геологической цели; 2) по возможности очистить разрез от регулярных и нерегулярных помех; 3) добиться максимального разрешения записи, сохранив высокочастотную составляющую спектра. Для решения этих задач необходимо учитывать большое число взаимозависимых факторов. Оптимальная методика работ должна быть адаптирована к сейсмогеологическим условиям, меняющимся, обычно, по площади работ, чтобы обеспечить наилучший результат. К тому же, применяя различные специальные процедуры подавления регулярных помех, неизбежно изменяются характеристики полезных отражений. Поэтому итоговый временной разрез во многом является результатом компромисса при решении этих, зачастую взаимоисключающих задач. На сейсмограмме всегда присутствуют волны от других границ, так же необходимо учитывать фильтрацию и миграцию записей, все это влияет на волновую картину, усложняя временной разрез, в результате интерференции волн различного генезиса.

Вертикальная ось временного разреза сейсмической обработки представлена временем отражения в секундах, но необходимо, чтобы данные сейсмической интерпретации имели нормальный глубинный масштаб. На временном разрезе отражающий горизонт имеет время пробега до отражающей границы и обратно, тогда при известной средней скорости до границы глубина в простейшем случае (при горизонтальной границе) вычисляется

произведением скорости на половину времени пробега до границы и обратно: $V(t)/2$. Остается рассчитать эту скорость. Для этого применяют ряд методов [1], одним из которых является метод общей глубинной точки (ОГТ).

Как известно при проведении работ по методу ОГТ на каждой точке наблюдения получают N сеймотрасс. N сеймотрасс сейсмограммы ОГТ заменяют одной новой сеймотрассой, на которой однократные волны преобладают по интенсивности над многократными и всеми другими видами нерегулярных и регулярных волн-помех. Другими словами интенсивность слабых волн ослабляется по сравнению с однократными. При отсутствии скважин на площади сейсмической съемки основным источником информации являются результаты скоростного анализа сейсмограмм ОГТ. Зависимость эффективной скорости от времени отражения $V(t)$ рассчитываются либо по результатам переборных скоростей для суммирования, либо непосредственно по спектрам скоростей.

Скоростной анализ сейсмограмм выполняют с определенным шагом по профилю или площади наблюдений. Затем полученную матрицу эффективных скоростей до анализируемого горизонта используют для перестроения карты изохрон в карту глубин. Однако эффективные скорости практически всегда выше средних, и рассчитанные таким образом глубины могут быть несколько больше реальных. Получается, что реальный годограф отраженной волны для такой среды имеет меньшую кривизну и более «спрямлен» по сравнению с годографом, рассчитанным для однородной среды со средней скоростью. Главная причина в том, что в реальной среде луч большую часть пути «проходит» в слоях с более высокими скоростями за счет преломления. А в модели средней скорости отдельные отрезки луча в слоях пропорциональны мощности слоев. При этом при нормальном падении времена отражений для обеих моделей совпадают [4].

В связи с вышеизложенным, следует вводить корректирующие коэффициенты для того, чтобы перевести эффективные скорости в средние для пересчета времен в глубины. Однако сделать это более или менее корректно при отсутствии скважин сложно. Если на площади наблюдений имеется хотя бы одна скважина, где выполнено вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП) то по вертикальному годографу «время-глубина» можно «напрямую» привязать отражающий горизонт к глубине в точке скважины. При этом после расчета по сейсмограммам ОГТ эффективных скоростей в этой же точке появляется возможность ввести в них корректирующие множители. А поскольку эффективные скорости могут оцениваться только по сейсмическим данным, то после их корректировки по ВСП получают матрицы средних скоростей до соответствующих горизонтов [1]. В условиях сонахождения соленосных и нефтегазоносных комплексов в Припятском прогибе, на сегодняшний день проблема деконволюции остается актуальной.

В настоящее время 3D сейсморазведка приобрела большую популярность, но как показывают исследования, этот метод не так уж надежен. Так при рассмотрении 3D сейсморазведки по сравнению с 2D можно сделать следующие выводы:

1. Сейсморазведка 3D, по сути, отличается от сейсморазведки 2D лишь возможностью учета пространственного сейсмического сноса;
2. Глубинность 2D и 3D сейсморазведки одинакова;
3. Применяемая на практике горизонтальная детальность съемки 3D чрезмерна и не соответствует физически обоснованным параметрам;
4. Горизонтальная детальность сейсмической съемки 3D впоследствии не используется при геологическом и гидродинамическом моделировании месторождений;
5. Для того чтобы покрыть участок детальной сейсморазведкой 2D требуется на порядок меньше средств по сравнению с выполнением на нем сейсморазведки 3D;
6. Выявленные по сейсмическим данным структуры целесообразно опосредованно выявлять скважинами и затем проводить детальные сейсморазведочные работы.

Однако после приведенных фактов можно сделать заключение о том, что в настоящее время детализационные работы можно проводить и в модификации 3D, но, только при определенных сейсмогеологических условиях, это является весьма желательным. Тем не менее, при наличии средств детальные работы на наиболее ответственных и недостаточно изученных бурением участках месторождений все же лучше выполнять в модификации 3D, т. к. общая информативность и надежность интерпретации при правильном подходе может быть на 20-30 % выше, что и было подтверждено при исследовании автором Северного структурного ареала Припятского прогиба (Судовицко-Березинская зона).

Существует возможность того, что в скором времени появится более дешевый и информативный метод, нежели сейсморазведка. Однако на сегодняшний день, сейсморазведка является безальтернативным методом, применяемом при геологоразведочных работах на нефть в Припятском прогибе.

Литература

1. *Косянчук О.Н.* Неоднозначность интерпретации данных сейсморазведки при дистанционном изучении структуры земной // Молодой ученый. 2012. - Т. 1, № 1. - С. 18-21.
2. *Карпенко И.В., Карпенко С.Г., Мельман А.Г.* О возможности изучения неупругих свойств и особенности неоднородной среды по спектрам рассеянных волн // Геофиз. журн. 1984. № 1. С. 61-70.
3. *Клушин С.В.* Особенности методики сейсмических исследований методом общей глубинной точки (МОГТ). - Минск: Наука и техника, 1990. - С. 5-10.
4. *Ампилов Ю.П.* О сейсмической интерпретации к моделированию и оценке месторождений нефти и газа. - М.: Спектр, 2008. - С. 49-51.

УДК 55(1/9)

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАЙОНЫ И ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ СИСТЕМА КИТАЯ

Ван Шивэй

*Белорусский государственный педагогический университет им. Максима Танка,
Минск, Беларусь*

Наибольшее значение для рельефа Китая имеет столкновение Индо-Австралийской и Евроазиатской литосферных плит, результатом чего явилось образование местной части Средиземноморского складчатого пояса, а значит и Тибетского нагорья. Памир и горы Куньлунь находятся на территории этого же пояса, а Тянь-Шань относится уже к Урало-Алтайскому складчатому поясу. При столкновении литосферных плит образуются не только горы, но и впадины, так, между Куньлуном, Памиром и Тянь-Шанем образовалась Таримская платформа, на территории которой располагается несколько впадин, одна из которых (Таримская) занята пустыней Такла-Макан, а другая - Турфанская - является самой низкой точкой Китая (-155 м). Несмотря на то, что Китайско-Корейская и Южно-Китайская платформы имеют кристаллический фундамент и осадочный чехол, они испытывают сильное давление как со стороны Индо-Австралийской, так и со стороны Тихоокеанской литосферных плит, большей частью покрытых горами и нагорьями. Они тянутся от Тибета до самого побережья Тихого океана (плато Ордос, Шеньси-Шаньсийское плато, горы Циньлин, горы Наньлин и т. д.). Между этими горами и нагорьями и расположились китайские равнины: Северо-Китайская равнина, Великая Китайская равнина, долина реки Хуанхэ, долина реки Янцзы (среднее течение и дельта), Северо-Восточная Маньчжурская равнина, бассейн реки Сицзян. Образование хребтов Большого и Малого Хингана, по основаниям которых проходит граница с Россией, объясняется давлением Тихоокеанской литосферной плиты на Евроазиатскую.

Нагорья, среднегорья и низкогорья Центрального Китая на плато Ордос, Шэньси-Шаньсийское плато, горы Циньлинь, горы Наньлин, находятся к югу от Внутренней Монголии, к востоку от Тибетского нагорья. Диапазон высот изменяется от 200 до 2000 м. От провинции Ганьсу на западе до провинции Аньхой на востоке тянутся горы Циньлинь, создавая границу двух главных водосборных бассейнов рек Хуанхэ и Янцзы. Шэньси-Шаньсийское плато расположено севернее гор Циньлин от Тибетского нагорья на западе, до низменностей Северо-Китайской равнины на востоке. Плато покрыто лёссом мощностью до 75 м, в значительной мере маскирующим первоначальный рельеф. Крутые склоны холмов во многих местах искусственно террасированы. Лёссы подвержены водной эрозии, в результате чего этот район глубоко изрезан овражной сетью. Севернее на высотах 1500 м расположено плато Ордос, на котором распространены песчаные дюны. Горы Наньлин представляет собой невысокий пояс гор, разделяющий бассейны рек Янцзы на севере и Сицзян на юге. Самой распространенной горной породой здесь является лёсс. Горы Наньлин сложены кристаллическими породами богатыми вольфрамом, сурьмой, свинцом, цинком, медью.

Сино-Тибетские горы (Сычуаньские Альпы, Хэндуаньшань) находятся к востоку от Тибетского нагорья. От верховьев Хуанхэ на севере, до среднего течения Янцзы и до границы с Мьянмой. Длина 750 км, ширина 400 км. Горы представляют собой сильно расчленённую окраину Тибетского нагорья на границе с равнинами и низкогорьями Восточного Китая и состоят из нескольких хребтов, которые разделены глубокими долинами рек. Глубина ущелий достигает 3000 м. Основные горные породы - гнейсы, песчаники, известняки.

Тибетское нагорье (Цинхай-Тибетское): хребет Тангла, хребет Кукушили, хребет Баян-Хара-Ула – это большая часть Западного Китая, его площадь 2 млн км². Средняя высота – 4877 м. На окраинах Тибетского нагорья высота равнин уменьшается до 3500 м и они часто приобретают вид межгорных впадин. На севере Тибета распространены карбонатные породы, перекрытые на больших пространствах меловыми красноцветными породами. На юге распространены песчано-сланцевые толщи, граниты и вулканические породы.

Горы Кунь-Лунь (Лунные горы) включают хребты: Кашгарский, Русский, Алтынтаг, Аркатаг, Кукушили, Баян-Хара-Ула, Циляншань. Проходят от Памира на западе до Сино-Тибетских гор на востоке окаймляют Тибет с севера. Длина 2500 км. Ширина – 150 км на западе и 600 км на востоке. Присутствуют потухшие вулканы. Северные склоны крутые, обращены к Таримской, Алашаньской и Цайдамской котловинам. Преобладают островеишинные гребни, глубокие ущелья с крутыми осыпными склонами. Южные склоны постепенно переходят в Тибетское нагорье. Преобладают пологие склоны и уплощённые вершины, покрытые каменными развалами. Это каледонская складчатая область.

Средиземноморский складчатый пояс. Горы Памир находятся Северо-восточнее Куньлуня, граничат с Киргизией, Афганистаном. Китайская часть Памира – это древняя среднегорная область, богатая поверхностями выравнивания. Они состоят из гнейсов, кристаллических сланцев, мрамора, песчаника.

Урало-Алтайский (Урало-Монгольский) складчатый пояс. Горы Тянь-Шань располагаются на Северо-западе, на границе с Казахстаном и Киргизией. В китайском Тянь-Шане представлены две параллельные горные цепи высотой от 4 до 5 тыс. м, разделённые впадинами на высоте 2000 до 3000 м. Для этих мест характерны поднятые на высоту 3–4 м выравненные поверхности - сырты. Они состоят из метаморфизированных сланцев, песчаников, гнейсов, известняков, вулканических пород.

Алтай расположен на крайнем северо-западе, на границе с Монголией, Казахстаном и Россией. Имеет несколько разделённых долинами хребтов. Вершины хребтов имеют платообразную форму и покрыты ледниками. Кристаллические сланцы, порфиры, порфириты, граниты.

Впадины Северо-Востока Китая: Таримская впадина (пустыня Такла-Макан), Цайдам, Алашаньская располагаются на Северо-востоке Китая, севернее гор Куньлунь. Впадина

Цайдам находится на высотах 2700-3000 м. Впадиной образуется бассейн внутреннего стока. Таримская впадина имеет высоты от 610 м в центральной части до 1525 м по периферии. На границе Таримской впадины и Тянь-Шаня находится Турфанская впадина - самая низкая поверхность суши в Восточной Азии (-154 м). Джунгарская впадина находится севернее Тянь-шаня. Она ниже Таримской на 600 м. Большую часть впадин занимают пустыни. Поэтому основная горная порода - песок.

Внутренняя Монголия занимает китайскую часть Монгольской впадины с пустыней Гоби в центре. Впадина простирается дугой от Синьцзян-Уйгурского района до границ с Россией. Большая часть Внутренней Монголии имеет высоты 900-1500 м и состоит из осадочных и вулканических горных пород. Она находится на Монгольской впадине.

Аккумулятивные равнины Китая: Северо-Китайская равнина, Великая Китайская равнина, долина реки Хуанхэ, долина реки Янцзы (среднее течение и дельта), Северо-Восточная Маньчжурская равнина, бассейн реки Сицзян. Северо-Китайская равнина, долина р. Хуайхэ и дельта Янцзы смыкаются вблизи морского побережья, образуя единую полосу равнин, протянувшихся от Пекина на севере до Шанхая на юге. На севере узкая прибрежная полоса соединяет Северо-Китайскую равнину с Северо-Восточной.

Хинган: Большой Хинган, Малый Хинган Северо-восток Китая, расположены на границе с Россией и Монголией. Горообразные возвышенности. Песчаные наносы простираются не только до подошвы Хингана, но даже далеко заходят в его долины и покрывают местами оба склона хребта чуть ли не до вершин. Они представлены гранитами, гнейсами и кристаллическими сланцами, кварцитами и мраморами, красными песчаниками. Вулкано-плутонический складчатый пояс Хингана - часть Тихоокеанского огненного кольца.

Юньнинь-Гуйчжоуское нагорье находится на Юге Провинция Юньнань. Гуйчжоу, длина нагорья 1000 км, ширина до 400 км. Площадь 500 тыс. км². Наиболее высокие хребты располагаются в западной части (средняя высота - 2000 м, максимальная - 4000 м). На востоке расположены низкие массивы и небольшие хребты с высотами до 1200 м, разрезанными ущельями рек. Разнообразные кристаллические породы, известняки, обуславливающие карст - восточная окраина платформы Янцзы.

Таким образом, изучая движение литосферных плит, мы находим объяснение рельефу территории Китая. Если на некоторой поверхности разместить литосферные плиты, установить направление их движения и понять к каким деформациям приводит их столкновение, то есть, построить геологическую модель территории, то можно прийти к ответу на вопрос, почему на рассматриваемой территории представлен тот или иной рельеф. В частности, для читателя может явиться открытием то, что территория Китая представляет собой не только плодородные равнины, с которыми его традиционно принято ассоциировать, так как большая часть населения страны живет именно там. Однако это вовсе не так, большую часть территории Китая составляют покрытые степями и пустынями горы и нагорья.

Литература

1. Атлас мира. Новейший информационный справочник. - М.: Астрель: АСТ, 2014. - С. 68-69.
2. Ван Цзинай. География Китая: природа, экономика, культура. – Межконтинент. изд-во Китая, 2015. - С. 42-57.

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВАЛДАЙСКОЙ МОРЕНЫ ЮЖНОГО ПРИИЛЬМЕНЬЯ

А.А. Вашков¹, О.Ю. Носова², С.Л. Сушкевич³

¹Белорусский государственный университет, ²Государственное предприятие «НПЦ по геологии», ³Государственное предприятие «Белгипродор», Минск, Беларусь

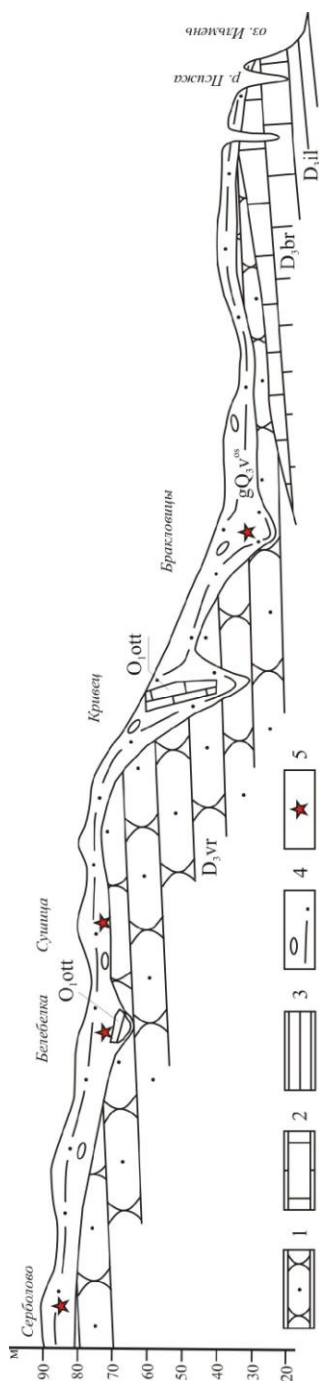
Территория Приильменской низменности, расположенная к югу от оз. Ильмень, представляет собой плоскую, террасированную морфоструктуру, которая унаследует равнинный погребенный рельеф Главного девонского поля Восточно-Европейской равнины. Кровля коренных пород ильменского, бургского и воронежского горизонтов верхнего девона расположена здесь на абсолютных отметках 40-80 м. Погребенная равнина расчленена ложбинами и котловинами ледниково-экзарационного и водно-эрозионного генезиса с глубиной вреза до 30-50 м [1].

Поверхность коренных пород морфоструктуры покрыта маломощным плейстоценовым покровом ледниковых отложений. Эти аккумуляции имеют мощности в среднем 15-25 м, уменьшаются до 2-5 м в пределах террасы у южного берега оз. Ильмень и увеличиваются до 40-55 м в пределах ледниковых ложбин.

С участками повышенной мощности плейстоценовых аккумуляций связано присутствие средних и крупных отторженцев карбонатных пород ордовикского возраста [2]. Ледниковые отложения представлены одним горизонтом моренных красных и красно-бурых суглинков. В отдельных случаях они перекрыты лимногляциальными ленточными глинами, алевритами и мелкозернистыми песками. Достаточно простая стратиграфическая позиция моренных отложений позволяет отнести эти аккумуляции к осташковскому горизонту валдайского надгоризонта [3] (рис.).

Как девонские, так и плейстоценовые отложения Южного Приильменья повсеместно вскрываются в долинах рек Ловать, Порусья, Полисть, Псижа и др., а также в береговом уступе оз. Ильмень (Ильменский глинт). В ходе экспедиции 2012 г. по долине реки Полисть, нами были получены новые данные о петрографическом составе грубообломочной фракции валдайской морены региона (табл.). Отбор и определение грубообломочного материала производились согласно апробированной на территории Беларуси методики [4].

Рис. Схема условий залегания валдайского ледникового горизонта в Южном Приильменье: 1 - песчаники; 2 - известняки; 3 - глины и аргиллиты; 4 - суглинки моренные; 5 - места опробования моренного материала



В составе грубообломочной фракции валдайской морены отчетливо преобладают осадочные горные породы (66%). Среди их доминируют известняки девонского и

ордовикского возраста, преимущественно органогенные, принесенные с участков ледниковой экзарации на Балтийском и Ильменском береговых уступах (глинтах).

Характерной отличительной чертой валдайской морены является её насыщенность песчаниками девонского возраста. Песчаники преимущественно красноцветные, разной степени цементации, состоят из обломков, принесенных с территории девонского поля к северу и северо-западу от оз. Ильмень, а также из местных песчаников воронежского горизонта. Особенности геологического строения региона и содержание песчаников в грубообломочной фракции морены показывают, что наиболее сильное насыщение местными терригенными породами воронежского горизонта ледник испытывал на склоне террасы с абсолютными отметками 80-90 м в районе н. п. Кривец–Бракловицы (рисунок). В результате, к югу от этого участка доля песчаников постепенно возрастает (пробы Сушица и Белебелка) до 8-16 %. Слабая устойчивость обломков песчаника к механическому разрушению приводит к тому, что южнее по ходу движения ладожского потока валдайского ледника доля песчаников постепенно убывает. Так, в пределах краевых образований на территории Беларуси она составляет всего около 1–2 % [5].

Для валдайской морены региона характерно неравномерное насыщение доломитами, которое увеличивается к северо-востоку (проба Бракловицы) до 23,6 %. Такая особенность может быть связана с приносом местных доломитизированных известняков восточной части Ильменского глинта и доломитов с участков повышенной экзарации карбонатных пород верхнего девона в северо-восточной части котловины оз. Ильмень.

Табл. Петрографический состав грубообломочной фракции (5–50 мм) моренных отложений Южного Приильмения (%)

Группы пород и минералов	Точки опробования				Среднее значение
	Серболово	Белебелка	Сушица	Бракловицы	
Кристаллические породы:	29,64	33,14	19,5	31,11	28,35
Гранит розовоцветный	12,79	10,24	8,67	21,55	13,31
Гранит сероцветный	6,73	9,04	3,71	4,24	5,93
Кварц	1,68	3,61	2,17	0,71	2,04
Полевой шпат	1,01	1,2	-	1,41	0,91
Магматические основные и средние	5,72	4,22	2,79	1,41	3,53
Гнейс и кристаллический сланец	3,37	9,04	2,48	1,77	4,17
Кварцит	1,01	0,6	1,86	2,12	1,39
Осадочные породы:	67,67	59,04	77,71	61,12	66,39
Песчаник	8,75	16,87	5,57	3,89	8,77
Аргиллит и алевролит	0,67	0,6	0,93	0,71	0,73
Известняк	53,87	39,2	64,7	32,5	47,57
Доломит	4,04	2,41	4,95	23,67	8,77
Мергель	0,34	-	1,55	0,35	0,56
Лимонит и охра	-	-	0,31	-	0,08
Карбонатные новообразования	-	3,01	0,31	5,65	2,24
Всего зерен (шт.)	297	166	323	283	267

Содержание кристаллических пород в грубообломочной фракции валдайской морены в среднем составляет 28,3 %. Выделенные группы магматических и метаморфических пород характеризуют участие далекоприносной провинции в насыщении льдов ладожского ледникового потока обломочным материалом. Относительно высокое содержание

сероцветных гранитов (5,9 %), основных и ультраосновных магматических пород (3,5 %), гнейсов и кристаллических сланцев (4,2 %) в целом совпадает с данными, полученными по валдайской морене ладожского потока в северо-восточной Беларуси [5, 6].

Обращает на себя внимание неравномерное содержание в валдайской морене почковидных и лепешковидных светло-бурых карбонатных новообразований. Их доля варьирует от 0 до 5,6 %. Интересно, что повышенное содержание новообразований характерно пробам (Бракловицы, Белебелка), отобранным из морены относительно большой мощности (до 20–30 м, Бракловицы), насыщенной отторженцами древних пород (Белебелка).

Таким образом, нами были установлены особенности петрографического состава грубообломочной фракции валдайской морены в Южном Приильменье. Отмечены доминирующие в её строении группы пород и сделаны выводы о возможных источниках их приноса. Исследование указывает на высокую роль (более 50 %) местной питающей провинции в насыщении морен обломочным материалом. Сравнение полученных данных с результатами аналогичных исследований в северо-восточной Беларуси позволяет сделать вывод об однородном содержании дальнеприносных кристаллических пород в моренах одного ледникового потока. Таким образом, полученные результаты могут использоваться при корреляции ледниковых образований при геологической съемке четвертичных отложений.

Литература

1. Васильева Н.В., Субетто Д.А., Вербицкий В.Р., Кротова-Путинцева А.Е. История формирования Ильмень-Волховского бассейна // Изв. Российского Гос. педагог. ун-та им. А.И. Герцена. 2012. № 153-2. - С. 143–149.
2. Малаховский Д.Б., Саммет Э.Ю. Ледниковые отторженцы и гляциодислокации северо-запада Русской равнины // Матер. гляциолог. исслед. Хроника, обсуждения. 1982. № 44. - С. 121–128.
3. Малаховский Д.Б., Спиридонов Е.А., Котлукова И.В. и др. Валдайский горизонт // Геоморфология и четверт. отложения северо-запада Европейской части СССР. - Л.: 1969. - С. 133–177.
4. Комаровский М.Е., Хилькевич Е.В. Движение льдов Припятского и Поозерского оледенений на Западе Беларуси // Літасфера. 2015. № 1. - С. 71-80.
5. Гуминский И.Л., Громыко И.Ж. Петрографические особенности морен Витебской возвышенности // Краевые образования материк. оледенений. - Минск: Наука и техника, 1990. - С. 44–45.
6. Вашков А.А., Комаровский М.Е. Петрографический состав грубообломочной фракции моренных отложений в карьере «Гралево» // Геология и полезные ископаемые четверт. отложений. - Минск: Цифровая печать, 2014. Ч. I. - 82 с.

УДК 550.8:528.94:378.147

ОПЫТ СОСТАВЛЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ СТУДЕНТАМИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ДИПЛОМНЫХ РАБОТ

М.Г. Верутин, Е.Ю. Трацевская

Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины, Гомель, Беларусь

Написание дипломной работы, представляет собой создание комплекта взаимосвязанных графических и словесно-логических моделей, соответствующих заданной теме.

На протяжении многих лет содержание дипломной работы мы разделяем на два уровня геологического изучения территории: региональный и локальный. При работе с информацией первого (регионального) уровня создается база – моделируется геологическое строение с

учетом стратиграфии и магматизма, тектоники и неотектоники, истории геологического развития, геоморфологии и гидрогеологической характеристики района, наличия месторождений полезных ископаемых в соответствии с рекомендациями [1]. Это позволяет на втором (локальном) уровне продуманно решать специальные задачи: выбирать методы и методику исследований; определять объемы работ; обосновывать организацию производства, систему контроля и соответственно - требования по охране труда; давать характеристику и оценку объекта и т. д.

В статье рассматривается работа на первом (региональном) уровне. Графические модели в этом случае представляются в виде ряда карт, в том числе и геологической карты, которая включает в себя собственно геологическую карту дочетвертичных отложений района исследований, сводную стратиграфическую колонку, геологический разрез, условные обозначения и элементы оформления. Словесно-логическая модель – в форме пояснительной записки. Все материалы в основном соответствуют установленным стандартам [2, 3 и др.].

Составление графических моделей геологической среды начинается с ее образного представления. Затем модель воспроизводится полностью или наиболее сложные ее фрагменты на бумаге. И только после этого студенты в состоянии построить определенные графические материалы с использованием программных пакетов и компьютерных технологий.

Выбор масштаба. Геологическая карта строится на основе геологической карты дочетвертичных отложений 1 : 500 000 [4]. При наличии геологических карт более крупных масштабов они используются в виде основы или с их помощью уточняется геологическое строение изучаемого участка.

Границы участка. Участок, как правило, выбирается в границах одной структуры I порядка платформенного чехла, выраженной в фундаменте. Площадь исследований принимается приблизительно равной 10 000 км². Поэтому границами могут служить не только упомянутые выше, а также границы структур II, III порядков или разломы различного иерархического уровня, не являющиеся границами указанных структур. При необходимости участок может находиться в границах нескольких структурных элементов; выходить за государственную границу Беларуси.

Геологическая карта дочетвертичных отложений строится в соответствии с требованиями [2]. На геологической карте показываются: поля распространения образований платформенного чехла и выходящих на подчетвертичную поверхность образований кристаллического фундамента; разрывные нарушения, линия геологического разреза; гидрографическая сеть, населенные пункты, государственная границы республики Беларусь и участка непосредственного проведения работ, а также другая необходимая по теме работы информация. Разрывные нарушения переносятся с тектонической карты [5], а также из других источников. Дизъюнктивные нарушения на карте разделяются по достоверности и по иерархическому уровню. Разломы кристаллического фундамента отличаются на карте от разломов платформенного чехла, например, по цвету. Геологические структуры и разломы, имеющие собственные названия, надписываются.

При необходимости студенты вместо геологической карты дочетвертичных отложений могут строить карту кристаллического фундамента или четвертичных отложений.

Для построения геологических карт используется векторная геоинформационная система Mapinfo. В данной ГИС реализован послойный способ организации пространственных данных, что позволяет на каждый слой наносить определенный тип данных. Применение графических редакторов (Surfer, CorelDraw и др.) позволяет нарисовать карту.

Выбранный участок исследований с геологической карты, например, путем сканирования переводится в растровое изображение. Полученное растровое изображение регистрируется в программе Mapinfo в проекции «План – схема» или «Долгота - широта».

Затем с помощью соответствующих инструментов программы Mapinfo осуществляется векторизация зарегистрированного изображения. В первую очередь векторизируются объекты площадного типа, которым на геологической карте соответствуют области распространения пород различного возраста. При этом площадные объекты, соответствующие разным геологическим системам, располагаются на отдельных слоях. Цветовая заливка осуществляется в соответствии со стандартом [6]. В «Список» соответствующего слоя вносится информация о возрасте горных пород в виде буквенных обозначений с соответствующими индексами. После этого наносятся объекты линейного типа, которым на геологической карте соответствует гидрогеологическая сеть и точечные объекты (населенные пункты, скважины и др.). Подписи геологических объектов на электронной карте могут создаваться автоматически (путем вставки из «Списка») или наноситься вручную как отдельный слой.

На построенную векторную геологическую карту наносятся элементы тектоники района. Для этого используют соответствующий участок из тектонической карты [5] в виде растрового рисунка. Полученный растровый рисунок регистрируется к уже имеющейся векторной карте в той же самой проекции. После регистрации проводится векторизация разломов в виде линейных объектов и границ тектонических структур в виде линейных или площадных объектов. При этом элементы тектоники располагаются на отдельных слоях.

Непосредственно нарисовать разрез в программе Mapinfo очень сложно. Поэтому сначала он строится вручную на миллиметровой бумаге по линии, обозначенной на геологической карте, в соответствующих масштабах и полностью увязывается с ней контурами, цветом, индексами, наклонами слоев и мощностью подразделений [2]. Мощности отложений определяют как по тектонической карте, так и по другим материалам, например [3]. При возможности при построении разреза используются данные бурения. Если это предусмотрено темой работы, то показывается положение полезной залежи, с которой связаны исследовательские работы второго этапа. Затем путем сканирования он переводится в растровый рисунок. Полученный рисунок регистрируется в программе Mapinfo по уже имеющейся векторной геологической карте. Зарегистрированное растровое изображение векторизируется с помощью соответствующих инструментов Mapinfo.

Построение сводной стратиграфической колонки включает создание скелета таблицы, внесение текстовой и индексной информации о литологии пород, а также нанесение крапа соответствующего литологическому описанию пород и цветовой заливкой. Для удобства сводная стратиграфическая колонка строится на новом слое. Для создания скелета таблицы используется встроенная в Mapinfo программа MapСА, которая включает в себя чертежные и оформительские инструменты. После создания скелета таблицы в нее вручную вносится текстовая информация. Индексы выбираются из набора стилей символов точечных объектов, штриховка и цветовая гамма выбираются из стилей площадных объектов. Кроме этого в программе Mapinfo имеется возможность создания собственных стилей символов, линий и штриховок с помощью встроенных в этот пакет программ.

При создании условных обозначений к геологической карте используются та же методика и инструменты, что и при создании стратиграфической колонки.

Завершающим этапом построения электронной геологической карты является создание рамки карты со штампом. Так как размер карты должен быть формата А1, то для построения рамки необходимо создать новый слой с областью векторизации немного больше чем размеры листа формата А1 в масштабе карты. На созданном слое с помощью инструментов программы MapСА наносится рамка со штампом.

Пояснительную записку студенты пишут, увязывая текст и построенную геологическую графику в соответствии с требованиями нормативных документов [1 и др.].

На наш взгляд, такие методические подходы в организации выполнения дипломных работ позволяют повысить уровень профессиональной подготовки студентов-геологов выпускного курса.

Литература

1. Трацевская, Е.Ю., Акулевич А.Ф., Верутин М.Г. [и др.]. Руководство по подготовке дипломных работ. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2015. - 40 с.
2. ТКП 17.04-27-2011 (02120). Охрана окружающей среды и природопользование. Недра. Правила составления и подготовки к изданию листов Государственной геологической карты Беларуси масштаба 1 : 200 000. – Минск: Минприроды, 2012. - 41 с.
3. Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси. Объяснительная записка / С.А. Кручек, [и др.]. - Минск: ГП «БелНИГРИ», 2010. 258 с.
4. Геологическая карта дочетвертичных отложений Белоруссии / гл. ред. А.С. Махнач. М 1 : 500 000. – Л.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 1983. 1к. (4 л.).
5. Тектоническая карта Белоруссии / гл. ред. Р.Г. Гарецкий. М 1 : 500000. – М.: ГУГК СССР, 1977. 1 к.(4 л.).
6. СТБ 17.04.02-02-2013 Охрана окружающей среды и природопользование. Недра. Геологические карты. Условные обозначения. - Минск: Госстандарт, 2013. - 75 с.

УДК [551.241:550.8.015](476)

РАЗЛОМЫ ЛИТОСФЕРЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ БЕЛАРУСИ

Р.Г. Гарецкий, Г.И. Каратаев

Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Геология – обширный комплекс наук о литосфере и Земле в целом, ее составе, строении, движениях, истории развития и размещении в ней полезных ископаемых. В соответствии с конкретными задачами и направленностью исследований геология подразделяется на ряд более узких научных дисциплин: динамическая геология, историческая, структурная, инженерная, угольная, космическая, экономическая и т. д. В последнее время в самостоятельное направление стала оформляться экологическая геология и как ее разделы – экологические геофизика и геохимия. «Принципиально новое направление геологических наук – экологическая геология. Задача сохранения природной среды требует специального изучения геологических процессов, связанных с развитием биосферы и техногенного воздействия человека на природу. Не менее важно рациональное использование минерально-сырьевых ресурсов...» [1, стр. 543]. Геологические исследования, связанные с решением проблем экологии, составляют предмет экологической геологии.

В проблеме экологической геологии можно выделить два аспекта: *прямой* – воздействие человека на среду его обитания, приводящее к нарушению геологической, геофизической, геохимической и гидрогеологической обстановок, и *обратный* – воздействие естественных и искусственных физических полей и современных космических и глубинных тектонофизических процессов на человека и продукты его хозяйственной деятельности.

Мы живем и трудимся на земле древнейшей Восточно-Европейской платформы (ВЕП). По современным тектоническим представлениям ВЕП сформировалась примерно 2 млрд лет назад в результате конвергенции трех литосферных плит – Фенноскандинавской, Сарматской и Волго-Уральской. Местом их сочленения стала ныне территория Беларуси. В результате тектонофизических процессов субдукции и коллизии земная кора территории Беларуси была разбита системой крупных и мелких разломов, проникающих до глубин астеносферы. В

особенности ярко выделяется Центральнорусская сутурная (шовная) зона северо-восточного простираия, проходящая через Минск и Полоцк [2].

До примерно шестидесятых годов прошлого столетия считалось, что докембрийская ВЕП в тектонофизическом смысле стабильна. Но с 70-80-х гг. XX-столетия на территории Беларуси и Прибалтики были поставлены специальные геофизические наблюдения, которые показали, что в глубинах литосферы и астеносферы запада ВЕП протекают современные тектонофизические процессы, вызывающие нестабильность тектонической обстановки, в особенности в зонах глубинных разломов литосферы. Более того, было установлено, что современные глубинно-физические процессы, протекающие в тектонофере Беларуси, наиболее интенсивно, отрицательно воздействуют на состояние человека и продукты его хозяйственной деятельности в зонах глубинных разломов мантийного заложения, разделяющих крупные блоки земной коры с различным типом ее глубинного строения, и четко фиксируются в вариациях во времени геофизических полей (тектонофизический фактор). На территории Беларуси - это глубинные разломы мантийного заложения, которые проходят в пределах или вблизи крупных городов: Минск, Гомель, Витебск, Мозырь, Новополоцк, Могилев, Брест, Гродно и др. В пределах сети глубинных разломов разных направлений и геофизической интенсивности расположены Государственные Национальные парки, в том числе ГНП «Беловежская пуща». Особый геологический и экологический интерес вызывают Полоцкая и Припятская системы глубинных разломов широтного простираия.

Было также установлено специфическое течение в зонах глубинных разломов по разрезу современных электромагнитных потоков, с одной стороны, обусловленных проникновением на большие глубины в литосферу электромагнитного поля ионосферы Земли (возмущенной процессами взаимосвязи магнитосферы Земли, солнечного ветра и космических лучей) и, с другой стороны, встречных индуктивных полей, возбуждаемых от глубинных электропроводящих слоев (космотектонический фактор).

К настоящему времени установлено, что человек в целом, а также отдельные его органы являются генераторами «внутричеловеческих» физических полей (будем называть их хомофизическими), которые вступают во взаимодействие с внешними геофизическими полями (в том числе космического, тектонофизического и техногенного происхождения). Разумеется, если геофизическая среда, в которой мы живем, изменяет во времени свои параметры, то это (как переменчивость климата) через посредство нашего собственного хомофизического поля оказывает влияние на стабильность функционирования наших внутренних органов и может, как показывают исследования, нанести вред нашему здоровью. Так, например, всем хорошо известно влияние магнитных бурь на человеческий организм. Замечено, например, что продолжительное нахождение человека в зонах глубинных сквозькоровых разломов отрицательно сказывается на состоянии его здоровья: существенно увеличивается риск заболеть инфарктом миокарда, раком и другими опасными заболеваниями. В частности, отмечено, что на автотрассах в местах их пересечения такого рода разломными зонами отмечается воздействие на психику водителя, что может привести к ДТП [2].

Иначе говоря, жизнь и деятельность человека и других биологических объектов проходит не только в геологической, но и в сложно меняющейся в пространстве и времени структуре геофизической среды. Эта среда, как отмечено выше, обладает некими, будем говорить, «нормальными» и «аномальными» свойствами. Естественно, биологические и технические объекты будут нормально функционировать в геофизической среде с «нормальными» свойствами. Отклонение же геофизических полей от нормы приводит к нарушению нормального функционирования биологических и хозяйственных объектов. Изменяясь во времени и пространстве, геофизические поля воздействуют на биологические и технические объекты, как содействуя их развитию, так и разрушая их. Изучение характера

этого действия, поиск путей и способов исключения или смягчения отрицательного влияния изменчивости геофизических полей на человека, животных и флору, на прецизионную аппаратуру и оборудование, на безаварийную работу железнодорожного и автомобильного транспорта, на устойчивость таких ответственных сооружений, как атомные электростанции, химические заводы, метрополитен, высотные здания, нефте- и газопроводы, могильники радиоактивных и других опасных химических отходов и т.п. является предметом геологической и геофизической экологии.

Отклик физико-геологической среды на современные тектонофизические процессы может проявляться в длиннопериодных вариациях гравитационного и магнитного полей и в медленных вертикальных и горизонтальных смещениях земной поверхности, устанавливаемых геодезическими методами, а также - в быстрых высокочастотных колебаниях почвы, фиксируемых сейсмическими методами.

Говоря об экологической значимости геофизических полей, следует обратить внимание и на то, что деятельность человека – строительство крупных сооружений, разработка месторождений полезных ископаемых, в особенности железорудных, строительство ГЭС, каналов, мелиорация, создание радио-теле-радаров, высоковольтных ЛЭП, подземных силовых кабелей, теплотрасс, водопроводов и канализаций, карьеров, отвалов горных пород, уничтожение лесов в крупных масштабах и т.д. - приводят к существенному изменению гравитационного, магнитного и сейсмического полей Земли. Меняется их структура, динамика, характер взаимосвязей земного и техногенного физических полей. Что, несомненно, в конечном итоге отрицательно сказывается на экологической обстановке.

Изложенное позволяет заключить, что экологическая геология – раздел геологии, прежде всего, посвященный изучению негативных воздействий геологических, геофизических, геотектонических, геохимических, гидрогеологических факторов на биологические объекты и сооружения. Основа всех исследований экологической геологии – экогеологическое картирование, которое должно стать государственным, регулярным и охватывать всю территорию страны. Цель такого картирования – долгосрочный прогноз изменения геологической и геофизической среды и прогнозная оценка степени эколого-геологической опасности для рационального освоения территории, перспектив планирования хозяйственной деятельности человека и охраны его здоровья.

Одной из ведущих задач экологической геологии является изучение современной тектонической и геофизической динамики глубинных разломов: картирование разломов, характеризующихся активным проявлением современных вертикальных и горизонтальных движений земной поверхности, аномальной динамикой геофизических полей; выявление геопатогенных зон и участков особо опасного воздействия тектонофизического фактора на промышленные сооружения и прецизионное оборудование; создание на этих участках геолого-геофизического мониторинга [2].

Проведенные нами с коллегами теоретические и полевые экспериментальные многочисленные исследования дали основание сформулировать в аспекте медицинской геологии [3] – существование в природе уникального явления, существо которого определяется взаимодействием трех факторов: «в зонах современно активизированных разломов литосферы протекание геофизических и космофизических полей и геологических процессов носит аномальный характер, воздействующий на состояние здоровья человека и режим функционирования технических сооружений и аппаратуры» [2]. Такие разломные зоны на территории Беларуси должны быть поставлены в ряд особо важных экологических объектов, требующих к себе научного и практического внимания. Необходимо детальное изучение разломных зон для выяснения многих параметров: длины, амплитуды смещения (вертикальной и горизонтальной), глубины проникновения, ширины зоны влияния, густоты и интенсивности трещин и их систем, времени возникновения и развития и т.д. Особое значение имеет выяснение активности разлома в недавнее и настоящее время. Большую

опасность представляют разломы с горизонтальной составляющей тектонических движений – надвиги, шарьяжи, сдвиги, взбросы.

Цель дальнейших исследований в обсуждаемом геолого-геофизическом аспекте – выявить на территории Беларуси участки аномального поведения геофизических полей во времени и по площади, и на основе сравнительного анализа полученных материалов с данными о современных геологических процессах, тектонике и медико-статистических данных установить на территории исследования зоны опасного проявления геофизических полей и разработать мероприятия, снижающие отрицательные воздействия физико-геологического фактора на экологическую обстановку в данном районе. Первейшей задачей является комплексное обобщение и составление серии карт: экогеологической, глубинных разломов литосферы, распространения в литосфере глубинных электропроводящих зон, космогенной, неотектонической и опасных геологических явлений.

Литература

1. Горная энциклопедия. Т. 1. - М.: 1984. - 558 с.
2. *Гарецкий Р.Г., Каратаев Г.И.* Эколого-тектонифизическая среда Беларуси. – Минск: Беларус. навука, 2015. - 175 с.
3. *Esentials of Medical Geology.* – Elsevier Academic Press, 2005. – 812 p.

УДК 556.3+502/504(476)

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.А. Гледко, И.В. Буяков

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Мониторинг подземных вод Республики Беларусь является многоцелевой информационной системой, предусматривающей периодически повторяющиеся наблюдения за состоянием подземных вод, изменением их гидродинамического и гидрогеохимического режима для разработки мер по охране и рациональному использованию подземных вод, и входит в состав Национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС) Беларуси. Наблюдение за качеством и гидродинамическим режимом подземных вод осуществляется Отделом гидрогеологии и мониторинга подземных вод Государственного предприятия «НПЦ по геологии».

В Могилевской области расположено 7 гидрогеологических постов, из которых три трансграничные и четыре – национальные. Всего по состоянию на 01.01.2014 г. здесь имелось 30 наблюдательных скважин. Плотность наблюдательной сети составила 1,1 скважины на 1000 км², что ниже чем в целом по бассейну Днепра (1,26 скважины на 1000 км²). Характерной чертой области является отсутствие в системе мониторинга фоновых гидрогеологических постов, на которых изучается режим и качество подземных вод в ненарушенных эксплуатацией условиях (рис.) [1].

Таким образом, наблюдательная сеть в Могилевской области развита несколько хуже, чем в других административных областях Беларуси. Мониторинг подземных вод следует расширить, особенно в районах с радиоактивным загрязнением почвы и прилегающим к ним территориям.

Загрязнение подземных вод может быть обусловлено как природными, так и техногенными факторами. В целом территория области относится к геохимической

провинции пресных подземных вод с высоким содержанием железа. Это обусловлено гумидным климатом и заболоченностью территории.

В болотах формируются особые по химическому составу грунтовые воды, как правило, кислые с рН от 7,0 до 4,0, особенно на верховых болотах. В водах почти отсутствуют сульфаты и присутствует в больших количествах CO_2 (до 200 мг/л), фульвокислоты (100–300 мг/л) а также Fe^{2+} (10–30 мг/л) и марганец (0,5–0,8 мг/л). Кислород в болотных водах присутствует лишь в самых верхних слоях, а на глубинах 0,6–0,8 м он практически отсутствует из-за окисления органических веществ. Такая обстановка способствует накоплению в грунтовых водах железа в закисной форме (Fe^{2+}). В Могилевской области в среднем в 50 % проб содержание железа превышает предельно допустимую концентрацию (0,3 мг/л). Содержание железа свыше 0,3 мг/л придает воде желтовато-бурую окраску, а при содержании свыше 1 мг/л вода становится мутной и имеет характерный металлический привкус. Наибольшее содержание железа характерно для вод в Бобруйском, Осиповичском, Кличевском и Глусском районах, где на болотных массивах оно может составлять 15–17 мг/л.



Рис. Карта-схема расположения пунктов мониторинга подземных вод (по состоянию на 01.01 2014 г.)

В настоящее время значительное влияние на состав подземных вод оказывает антропогенное загрязнение: сельскохозяйственное, промышленное, коммунально-бытовое, радиоактивное, транспортное (табл.).

Сельскохозяйственное загрязнение характерно более чем для 60 % территории области. Особенно оно проявляется в местах, где вносятся минеральные и органические удобрения. В подземных водах резко растет содержание нитратов, хлоридов, сульфатов, натрия и калия. Общая минерализация вод возрастает с 215 до 356 мг/л, однако геохимический тип воды остается в основном гидрокарбонатно-кальциевым, но с повышенным содержанием NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} и Na^+ .

На осушенных торфяниках ситуация несколько иная. Осушение приводит к изменению режима грунтовых вод. Этот процесс сопровождается ростом минерализации этих вод за счет ионов SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} и реже HCO_3^- . На осушенных землях грунтовые воды часто приобретают сульфатно-кальциевый состав, не характерный для Могилевской области. На стадии сельскохозяйственного использования дальнейшая трансформация состава подземных вод связана с использованием удобрений [3].

Табл. Основные объекты в Могилевской области, загрязняющие подземные воды

Объект	Загрязняющие вещества
Крупные химические комбинаты	Хлориды, фториды, ионы натрия и тяжелых металлов, ПЭТФ, полиэтилен, полипропилен, фенолы.
Свиноводческие комплексы	Нитраты, хлориды, сульфаты, фосфаты, натрий, калий.
Животноводческие комплексы крупного рогатого скота	Нитраты, хлориды, сульфаты, калий и натрий.
Птицеводческие комплексы	Нитраты, аммонийный азот, сульфаты, калий, натрий.
Полигоны твердых промышленных отходов, шламонакопители	Тяжелые металлы 2 и 3 класса токсичности (хром, свинец, цинк, кобальт, молибден), нефтепродукты, органические вещества 2-4 классов опасности (ксилолы, толуол, этилбензол, фенолы)
Полигоны твердых бытовых отходов	Хлориды, нитраты, сульфаты, аммонийный азот, тяжелые металлы 2-3 класса опасности (цинк, свинец, марганец, кадмий), органические вещества 2-4 класса опасности (хлоруглеводороды, хлорбензол, спирты, кетоны, амины, сероуглерод)

Участками интенсивного сельскохозяйственного загрязнения являются территории, прилегающие к крупным животноводческим комплексам. Загрязнение здесь выражается в повышенном содержании нитратов (80–150 мг/л), аммония (5–18 мг/л), хлоридов (100–180 мг/л), тяжелых металлов и иных компонентов.

Коммунально-бытовое загрязнение распространено в пределах сельских населенных пунктов и городов. Оно формируется за счет утечек из выгребных ям и канализационных систем, поступления в подземные воды плохо очищенных или неочищенных стоков с полей фильтрации и свалок бытовых отходов. В среднем воды 82 % колодцев в сельской местности и малых городов содержат нитраты, превышающие ПДК. Часто минерализация в колодцах может превышать 1000 мг/л, а содержание хлоридов доходить до 350 мг/л.

Промышленное загрязнение актуально для крупных промышленных центров (Могилев, Бобруйск, Осиповичи, Кричев) и мест разработки нефти (Глусский район). Загрязнение концентрируется на небольших площадях вокруг территории промышленных предприятий, полигонов промышленных отходов и шламонакопителей, однако по интенсивности может превосходить сельскохозяйственное и коммунально-бытовое. Загрязняющие вещества, попадающие в подземные воды, различны в зависимости от специфики предприятия и технологического процесса. На предприятиях машиностроения в подземные воды могут попадать нефтепродукты и тяжелые металлы. На предприятиях строительной отрасли – сульфаты, хлориды, неорганические кислоты, нефтепродукты. На нефтепромыслах могут происходить утечки нефти, буровых растворов, попутных рассолов. На предприятиях химической отрасли в грунтовые воды чаще всего попадает ПЭТФ, полипропилен, полиэтилен, бензол, фенолы [2, 3].

Более 35 % территории области подверглось радиоактивному загрязнению. Наиболее опасными и долгоживущими радиоактивными изотопами являются Sr-90, Cs-137 и U-238. Радиоактивное загрязнение может быть обусловлено и природными факторами, например, поступлением радиоактивных изотопов из глубинных минерализованных вод. В Могилевской области преобладает техногенное радиоактивное загрязнение.

В области отмечены естественные выходы радона-222, однако активность подземных вод по этому изотопу составляет 1,1–4,5 Бк/м³, что не превышает естественный фон. В Могилевском районе выявлены отдельные колодцы, где активность радона составляет до 10 Бк/м³. Так, например, в Быховском районе есть колодцы, где активность по радону существенно выше и составляет 27,3–30,8 Бк/м³. Эти участки необходимо исследовать более детально, чтобы установить причины таких аномалий.

После аварии на Чернобыльской АЭС 10 районов области (Могилевский, Быховский, Бельничский, Чаусский, Чериковский, Климовичский, Кличевский, Славгородский, Костюковичский, Краснопольский) полностью или частично оказались загрязнены радионуклидами. В настоящее время основную роль играют Sr-90 и Cs-137.

На территории области расположено четыре захоронения отходов дезактивации в Краснопольском («Гацкевичи»), Костюковичском («Колодезская»), Чериковском («Лысовка») и Славгородском («Куликовка») районах, которые представляют потенциальную опасность для окружающей территории.

Таким образом, экологическое состояние подземных вод в Могилевской области не везде одинаково. Вблизи крупных городов и животноводческих комплексов наблюдается загрязнение сульфатами, хлоридами, тяжелыми металлами. В районах с сельскохозяйственным освоением наблюдается загрязнение нитратами, фосфатами, калием. Особенно остро стоит проблема загрязнения колодцев и неглубоких скважин нитратами и хлоридами. Ситуацию усугубляет и тот факт, что не во всех домах есть централизованное водоснабжение (районы селитебной индивидуальной застройки усадебного типа), где население пользуется колодцами или общественными колонками.

Литература

1. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2014 год). – Минск, 2015. - 120 с.
2. *Калинин М.Ю.* Современное использование и экологическое состояние подземных вод Могилевской области. – Минск: Белэнс, 1997. - 122 с.
3. *Кудельский А.В., Пашкевич В.И.* Региональная гидрогеология и геохимия подземных вод Беларуси. – Минск: Беларус. навука, 2014. - 271 с.

УДК 553.632:550.8(476)

ПРИНЦИПЫ И ТЕХНОЛОГИЯ МИНЕРАГЕНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ПРИПЯТСКОГО КАЛИЕНОСНОГО БАССЕЙНА

Д.И. Голушко

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Припятский калиеносный бассейн территориально приурочен к геодинамической системе рифтогенеза, в которой совместились благоприятные экзогенные и эндогенные факторы формирования крупных и уникальных по масштабам месторождений калийных и калийно-магниевого солей.

К комплексу благоприятных факторов, обуславливающих формирование промышленных залежей калийных солей относятся:

- тектонический и геодинамический режимы, обеспечивающие в разные временные интервалы интенсивный теплоперенос (поступление глубинного тепла, ряда ионов и других компонентов), а также меняющимися во времени режимы сжатия и растяжения;
- интенсивное преобразование вещества в процессе переотложения в результате активизации гидродинамического режима подземных и иных вод.

В любом случае формирование этих месторождений есть результат интенсивной дифференциации вещества вследствие воздействия подземных вод и глубинных флюидов в наиболее активных зонах литосферы под влиянием экзогенных и эндогенных факторов.

Методы прогнозирования и поисков месторождений калийных солей, залегающих, как правило, на значительных глубинах, базируются на комплексе геологических факторов, определяемых как прогнозно-поисковые предпосылки и признаки, которые выявляются в результате анализа проведенных исследований и геологоразведочных работ.

По степени значимости и информативности критерии подразделяются на:

– обязательные – реализация их свидетельствует о перспективности исследуемого объекта на калийные месторождения;

– характерные – подтверждающие возможность их обнаружения и нередко указывающие на конкретные площади локализации месторождений;

– типичные – дающие дополнительные свидетельства о наличии месторождения или развития залежей калийных пород; а также уточняющие возможные участки, либо стратиграфические интервалы их положения с учетом частных особенностей конкретной галогенной формации или соляной толщи [1].

Эффективность прогнозирования определяется комплексной интерпретацией всех выявляемых геологических факторов установленных на прогнозируемом объекте, в сопоставлении с характеристикой и параметрами эталонного объекта (модели) того же иерархического уровня.

Геолого-экономическая значимость калийных бассейнов и их перспективность определяется исходя из наличия эксплуатируемых и разведанных месторождений калийных солей, а при их отсутствии – масштаба и условий залегания залежей, по которым могут быть подсчитаны прогнозные ресурсы. Все геологические факторы, выявляемые в процессе оценки известных или перспективных объектов, отображаются на прогнозно-минерогенических картах, масштаб которых соответствует стадийности прогноза и поисков.

По мере расширения работ на калийные соли и нефть и роста информации о калиеносности различных площадей Припятского прогиба принципы районирования постоянно менялись, усложнялись и детализировались. На начальных этапах работ на калийные соли в регионе районирование территории выполнялось по принципу выделения перспективных и бесперспективных земель. Перспективными землями считались такие, на которых в какой-либо из скважин были встречены калийные соли. Позже районирование осуществлялось по принципу усложнения градаций и выделения многочисленных, в различной степени перспективных земель, а при оценке калиеносности той или иной территории учитывались параметры продуктивных пластов применительно к требованиям кондиций Старобинского или Петриковского месторождений калийных солей [2].

В настоящее время стоит вопрос о разработке новых принципов и критериев минерогенического районирования в Припятском прогибе начиная с легенды минерогенического картирования, базирующийся на системном подходе. В общем плане для месторождений калийных солей взаимное соотношение таких объектов определяется следующим рядом: система галогенных формаций (соленосная провинция) – галогенная формация (калиеносный бассейн, калиеносная область, зона) – калийная субформация или толща (калийный район, подзона, калийное поле) – калийный горизонт (калиеносная площадь, калийное месторождение) – калийный или калиеносный пласт, линза (калийное тело месторождения или его участков) [3].

Таким образом, Припятский калиеносный бассейн рассматривается как часть Восточно-Европейской соленосной (калиеносной) провинции, которая также включает систему галогенных формаций Московской синеклизы, Предуральского прогиба и Прикаспийской синеклизы, Днепровско-Донецкого и Припятского авлакогенов.

На более детальном уровне, в пределах бассейнов и областей, а в отдельных случаях и самостоятельно возможно выделение калиеносных районов (подзон) и полей.

Среди прогнозно-минерагенических подразделений – бассейнов, областей (зон), районов (подзон), полей выделены:

– промышленно-калиеносные – в пределах которых имеются эксплуатируемые месторождения,

– высокоперспективные – имеются разведанные (запасы по промышленным категориям) или крупные оцененные месторождения, перспективные – имеются средние и мелкие оцененные месторождения и объекты со значительными резервами и прогнозными ресурсами и потенциально-перспективные, минерагенический (калийный) потенциал которых базируется на кондиционных по мощности и содержанию солей калиепроявлений (например, в скважинах), а также установленных геофизическими, гидрохимическими показателями и другими признаками калиеносности.

К промышленно калиеносным в северной зоне Припятского прогиба отнесены территории, включающие эксплуатируемые, подготовленные и пригодные для эксплуатации месторождения калийных солей: Старобинское месторождение, примыкающие к ним Нежинский и Смолковский участки некоторые другие, расположенные на флангах; в центральной зоне – Петриковское месторождение с южной частью Копаткевичского участка.

Высокоперспективные территории включают районы, где имеются разведанные и разведываемые месторождения либо выявлены мощные (не менее 1,5-2 м) горизонты калийных солей на глубинах не более 1200 м. Такие территории выделяются в Старобинской, Октябрьской и Предсколодинской синклиналичных зонах. Основные запасы руд высокоперспективных территорий сосредоточены на Октябрьском месторождении, Любанском и Житковичском участках. В пределах высокоперспективных территорий промышленные руды залегают на глубинах от 600 до 1200 м, хотя основная часть их находится на глубинах 800-1200 м.

Перспективные земли охватывают пространства преимущественно в северной части Северной зоны Припятского прогиба, где выделяются Дроздовский, Осовецкий и Глусский участки с утвержденными запасами по категории P_1 по горизонтам IV и V. Также к перспективным можно отнести участки, прилегающие к Октябрьскому месторождению с перспективными горизонтами третьего калиеносного этажа.

К малоперспективным территориям отнесены земли, в пределах которых развиты непромышленные калийные залежи либо имеются показатели (палеогеографические, палеотектонические, гидрохимические и др.) возможной калиеносности.

К потенциально перспективным отнесены районы, в которых имеются продуктивные пласты мощностью 1,5-2 м, залегающие на глубинах более 1200 м. Разработка некоторых из них может быть рассмотрена с позиции применения метода подземного выщелачивания. Бесперспективные территории распространены за пределами площади развития соленосных отложений.

Оценка системных факторов калийного рудогенеза свидетельствует о том, что комплекс природных факторов и условий, контролирующий формирование и пространственное размещение залежей и месторождений настолько сложен, что при нем вряд ли можно ожидать разработки теории в степени, полностью исключаящей элементы случайности.

Литература

1. Минеральное сырье. Соли минеральные / Ю.В. Баталин, Р.Р. Туманов, И.Н. Тихвинский и др. // Справочник. – М.: ЗАО «Геоинформарк», 1999. - 73 с.
2. Калийные соли Припятского прогиба / Р.Г. Гарецкий. Э.А. Высоцкий, В.З. Кислик и др. – Минск: Наука и техника, 1984. - 182 с.

3. Количественная и геолого-экономическая оценка ресурсов неметаллических полезных ископаемых: Методическое пособие: в 3 т. – Казань: ЗАО «Новое знание», 2007. – Т. 1. – 208 с.

УДК. 550.83:553.98 (476)

СТАДИЙНОСТЬ КАРТИРОВАНИЯ НЕФТЕПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНОВ БЕЛАРУСИ

Я.Г. Грибик

Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь

На территории Беларуси установлено три осадочных бассейна: нефтеносный (Припятский) или возможно нефтеносные (Подляско-Брестский, Оршанский). К настоящему времени они находятся в разной степени изученности.

В соответствии с действующим в стране нормативным документом об этапах и стадиях геологоразведочных работ выделяются этапы: региональный, поисково-оценочный и разведочный. В каждом из них определяется соответствующая стадия характеризующаяся особенностями геологического изучения, целью, методами исследований и конечном результате. Составляющей конечной оценки является масштабность картирования основных нефтеперспективных или потенциально перспективных горизонтов. Региональный этап в зависимости от изученности подразделяется на две стадии: прогноза нефтегазоносности, оценки зон возможного нефтенакпления.

При настоящем анализе стадийности и степени геолого-геофизической изученности осадочных бассейнов Беларуси приняты во внимание такие наиболее информативные методы как сейсморазведка и буровая изученность. Во всех регионах выполнялась также гравиметрия, магнитометрия, электроразведка, дистанционные, геохимические исследования в разный период времени, они несут вспомогательную функцию.

Подляско-Брестская впадина занимает площадь на территории Беларуси около 6500 км² с максимальной мощностью осадочного чехла до 1700 м (табл., см. с. 35).

Регион слабо изучен как сейсмическими исследованиями, так и бурением, кроме западной части, в пределах которой сейсморазведкой методом КМПВ в 1967 и 1970 гг. подготовлены Кустинская и Прибугская локальные структуры.

По результатам бурения структурно-поисковых скважин, расположенных на трех региональных сейсмических профилях, а также на Кустинской (7 скважин), Прибугской площадях (4 скважины) и Высоковского структурного носа (2 скважины) установлены общие региональные черты геологического строения бассейна и отдельные локальные особенности [1]. Прибугская ловушка в кембрийских отложениях в настоящее время достаточно изучена бурением и используется в качестве подземного хранилища газа. Построены карты по поверхности фундамента и вышележающих горизонтов в масштабе 1 : 200 000 и 1 : 100 000. Бассейн находится на региональном этапе изучения в стадии прогноза нефтегазоносности.

Оршанская впадина занимает площадь до 24 000 км² с мощностью осадочного чехла до 1900 м.

В 1970-1980 гг. пробурено 8 структурных, одна опорная скважины, в 2006 г. - одна параметрическая скважина. Изученность региона бурением почти на порядок хуже чем в Подляско-Брестской впадине и составляет 2400 км² на 1 скважину. Отдельные участки региона в 1963-1974 гг. изучались сейсморазведкой методом КМПВ.

С 2002 г. регион изучается более информативным методом МОГТ по нескольким региональным профилям в общем объеме 452 км и сейсмическая изученность составляет около 0,02 км сеймопрофилей на 1 км² территории. Построены карты по поверхности

фундамента в масштабе 1 : 500 000 и 1 : 200 000. Бассейн находится на региональном этапе изучения в стадии прогноза нефтегазоносности. Учитывая выявленные признаки углеводородов в бассейне, в том числе прогнозируемых как нетрадиционные [2], изучение региона следует продолжить более активно.

Припятский прогиб занимает с Северо-Припятским плечом площадь до 35 000 км² с мощностью осадочного чехла до 6500 м.

В пределах анализируемой территории пробурено 1560 глубоких поисковых, разведочных, параметрических и отдельных опорных скважин. Средняя буровая изученность региона составляет 22,4 км² на 1 скважину. Сейсморазведкой территория изучалась в разные периоды методами: 2D – КМПВ, МОГТ, МОВ ОГТ и 3D. Геолого-геофизическая изученность наиболее высокая в северной части составляя до 7-10 км/км² снижаясь в центральной и южной частях до 3-5 км/км². Средняя буровая изученность бассейна составляет 22,4 км² на скважину. Подготовка нефтеперспективных структур выполняется в масштабе 1 : 25 000 и 1 : 10 000.

В последние годы в регионе применяется сейсморазведочный метод 3D, позволяющий детализировать глубинное геологическое строение нефтеносных и нефтеперспективных комплексов с изучением кроме структурных особенностей также внутренней структуры и элементов емкостных свойств пластов. Стадия изучения этих объектов детализационная.

Региональные работы с целью выявления зон нефтенакопления планируются в пределах Северо-Припятского плеча, Туровской депрессии, Лоевской седловины, Старобинской центриклинали.

Литература

1. *Зиновенко Г.В., Микуцкий С.П.* Нефтегазоносность Брестской впадины // Вопросы нефтяной геологии и геофизики БССР. – Минск: БелНИГРИ, 1973. - С. 235-242.

2. *Грибик Я.Г.* Перспективы освоения ресурсного потенциала нетрадиционного углеводородного сырья Беларуси // Литасфера. 2014. № 2(41). - С.99-116.

УДК 550.814.07:629.783(476)

КОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РЕГИОНАЛЬНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В.Н. Губин¹, В.Д. Коркин²

*¹Белорусский государственный университет, ²Государственное предприятие
«НПЦ по геологии», Минск, Беларусь*

Региональные геологические исследования (РГИ) выполняются с целью изучения строения земной коры на разных уровнях ее пространственной организации и служат основой для прогнозирования месторождений полезных ископаемых. В общем цикле современных РГИ и дальнейшего развития минерально-сырьевой базы Республики Беларусь всё возрастающую роль играют космические методы [1]. На основе комплексной интерпретации данных дистанционного зондирования Земли из космоса и материалов геолого-геофизических съемок достигается возможность выявления новых геологических закономерностей отдельных регионов страны и конкретных площадей, перспективных в минерагеническом отношении. Анализ космической информации обеспечивает получение значительного объема фактологического геологического материала на следующих стадиях проведения РГИ:

Табл. Состояние изученности осадочных бассейнов Беларуси

Бассейн	Осадочный чехол		Площадь, км ²	Изученность			Масштаб картирования	Этапы и стадии изучения	
	Стратиграфический разрез	Мощность, м		Сейсмо-разведкой	Бурением	Плотность сейсмо-профилей			В среднем, км ² /скв.
Подляско-Брестская впадина	Kz Mz S O C _{1,2} PR ₂	до 1 700	6 500	Региональные* 150 км, детальные КМПВ – 3 участка	28 скв.*, в т.ч. опорная, параметрическая и структурно- поисковые. Общая проходка – 34 339 м	0,023 км/км ²	232	Региональный 1:200 000 1:100 000	этап – региональный стадия – прогноз нефтегазоносности
Оршанская впадина	Kz D ₃ D ₂ PR ₂	до 1 900	24 000	региональные 452 км детальные КМПВ – 5 участков	10 скв., в т.ч. опорная, параметрическая и структурные. Общая проходка – 12 540 м	0,019 км/км ²	2400	региональный 1 : 200 000	этап – региональный стадия – прогноз нефтегазоносности
Припятский прогиб	Kz Mz P ₁ C _{1,2} D ₃ D ₂ PR ₂	до 6 500	35 000	2D – > 200 000 км 3D – 35 участков 3 500 км ²	1560 скв., в т.ч. опорные, параметрические, поисковые, разведочные. Общая проходка – 5 343 000 м	2D: 7-10 км/км ² северная часть, 3-5 км/км ² центральная + южная части	22,4	зональные 1 : 50 000 детальные: 1 : 25 000 1 : 10 000	северная часть – поисково- разведочный этап; центральная + южная части – поисковый этап; окраинные участки – региональный этап зональная стадия

*) - без Прибугского ПХГ

- 1 – региональные геолого-геофизические исследования масштаба 1 : 1 000 000 (1 : 500 000);
- 2 – геологосъемочные работы масштаба 1 : 200 000 (1 : 100 000);
- 3 – геологосъемочные работы масштаба 1 : 50 000 (1 : 25 000).

Инновации в космических методах РГИ тесно связаны с дистанционным зондированием Земли Белорусским космическим аппаратом, съемочная аппаратура которого позволяет в панхроматическом режиме получать космические снимки (КС) территории Беларуси с разрешением объектов на земной поверхности около 2 м, а в мультиспектральном – 10 м. В связи с решением геологических задач, следует отметить широкий спектральный диапазон съемки отечественным спутником, охватывающий как видимую часть спектра, так и ближний инфракрасный интервал электромагнитных волн.

Современные космические методы РГИ способствуют дальнейшему развитию космогеологического картирования, предусматривающего получение новых сведений о геологическом строении Белорусского региона в целом, крупных платформенных структур (Припятский прогиб, Оршанская впадина и др.) или отдельных площадей по листам в соответствии с номенклатурой топографических карт. При этом составляются космогеологические модели 2D и 3D, повышающие объективность геологических знаний о региональной структуре земной коры, новейшей геодинамике, закономерностях формирования и размещения месторождений полезных ископаемых. В зависимости от конкретных задач РГИ, решаемых на основе комплексирования космических и геолого-геофизических методов, выделяются следующие специализированные виды космогеологического картирования: космо тектоническое, космо структурное, космо минерогеническое и космо геоэкологическое.

Космо тектоническое картирование осуществляется с целью выяснения закономерностей глубинного строения и геодинамики земной коры. При этом особое внимание уделяется изучению разломов платформенного чехла и кристаллического фундамента, испытывающих новейшую активизацию и отражающихся на КС в виде систем линеаментов. Установленные в ходе картирования разрывные нарушения являются важнейшим критерием поисков полезных ископаемых.

В результате космо тектонического картирования западной части Восточно-Европейской платформы выделен суперрегиональный Балтийско-Украинский линеамент земной коры, отчетливо выраженный на КС и в геофизических полях, особенно по линии Барановичи-Кореличи-Воложин. Здесь он совпадает с системой полосовых гравитационных и магнитных аномалий и интенсивного магнитного минимума, охватывающего Бобовнянский выступ. В осевой части Барановичского гравитационного минимума суперлинеаменту соответствуют протяженные выдержанные зоны высоких горизонтальных градиентов гравитационного и магнитных полей. Балтийско-Украинский линеамент коры - структура древнего заложения и в целом совпадает с положением Белорусско-Прибалтийского гранулитового пояса в кристаллическом фундаменте.

Важную роль в тектонической делимости земной коры играют кольцевые структуры, отражающие блоковые и пликативные структурные формы платформенного чехла, включая соляные диапиры, а также поднятия, реже впадины по поверхности консолидированного фундамента. Кольцевые объекты обнаруживают связь с нефтеперспективными участками осадочных бассейнов.

К крупнейшим кольцевым структурам земной коры следует отнести Полесскую структуру, северный сегмент которой охватывает южную часть Припятского прогиба. Рассматриваемая мегаструктура относится к полигенному типу кольцевых образований, поскольку ее формирование происходило в течение длительного периода геологической истории под воздействием взаимообусловленных процессов метаморфизма, магматизма и тектогенеза. Полесская кольцевая структура активно проявилась на платформенном этапе

эволюции земной коры. В позднем девоне в эпоху герцинской складчатости в северном сегменте мегаструктуры формировался Припятский палеорифт.

Основной задачей космоструктурного картирования является оценка перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов древних платформ. Современный этап развития дистанционных методов при поисках нефти тесно связан с теорией неорганического генезиса углеводородов. Согласно главных положений учения Н.А. Кудрявцева [2] о глубинном мантийно-дегазационном происхождении нефтегазоносности платформенных бассейнов, поток углеводородных флюидов, поступающий из высокотемпературных зон Земли, устремляется по разломам, трещинным зонам и другим нарушениям вверх, достигая осадочного чехла, и образует многопластовые нефтегазовые месторождения. По данным космического зондирования возможно выявление глубинных разломов и зон трещиноватости, активных на новейшем этапе эволюции Земли.

В настоящее время космоструктурное картирование приобретает особую актуальность при региональной оценке нефтеносности и обосновании дальнейших поисковых работ на нефть в Припятском прогибе. С целью выяснения закономерностей глубинного строения земной коры, определяющих условия миграции углеводородов под воздействием глубинных флюидно-газовых потоков, важную роль играет комплексный анализ космических и геолого-геофизических данных, позволяющий выделить потенциальные нефтегазоносные структуры и ориентировать поисковые геофизические и буровые работы на нефть. В перспективе, установленные на спутниковых системах ИК-радиометры и газоанализаторы будут способствовать прямому выявлению углеводородов путем обнаружения аномалий теплового потока над залежами нефти и в зонах активных мантийных разломов, служащих путями миграции глубинных флюидов.

Космоструктурное картирование отдельных площадей Внутреннего грабена Припятского прогиба позволило провести корректировку существующих структурных карт по нефтеносным комплексам платформенного чехла и создать новые модели 2D. Прежде всего, обращено внимание участкам пересечения Малыньско-Туровским, Пержанско-Симоновичским и Первомайско-Заозерным доплатформенными разломами северного сегмента Полесской кольцевой структуры. Эти участки, возможно, связаны с глубинными очагами генерации углеводородов и с этой точки зрения являются нефтегазоперспективными.

Космоминерогеническое картирование ориентировано на прогнозирование твердых полезных ископаемых, преимущественно металлических, и включает анализ поисковых критериев по данным дешифрирования КС с выделением перспективных в минерогеническом отношении объектов. В пределах Балтийско-Украинского линеамента земной коры сосредоточены Околовское и Новоселковское месторождения магнетитовых руд, Рудьянское, Мирское, Рубежувичское, Пуховщинское, Раевщинское и др. (в основном колчеданные) рудопоявления. На данной площади выявлено наибольшее количество точек минерализации и геохимических аномалий цветных, редких и благородных металлов.

В области древнематерикового оледенения при поисках месторождений минерального строительного сырья в отложениях квартала особое внимание должно уделяться гляциотектоническим критериям [3]. На космоминерогенических картах важно отразить особенности пространственного распределения складчато-чешуйчатых дислокаций, выраженных на КС благодаря проявлению на земной поверхности фрагментов погружающихся скиб-чешуй и гребней скиб-складок. К поисковым критериям следует также отнести фрагменты ледниковых ложбин и отторженцы горных пород, достаточно отчетливо проявляющиеся в современном рельефе и на КС. Гляциотектонические критерии отличаются высокой информативностью при поисках песчано-гравийного материала и мергельно-меловых залежей на площадях, подвергшихся значительному гляцигенному воздействию.

Актуальным направлением в развитии космических методов РГИ является космогеоэкологическое картирование, играющее ведущую роль в оценке состояния и

изменений верхней части земной коры под воздействием горнодобывающей промышленности. На основе данных дистанционного зондирования Земли из космоса установлены пространственные закономерности распределения активных геодинамических зон в пределах разрабатываемого шахтным способом Старобинского месторождения калийных солей и центриклинальной депрессии Припятского прогиба в целом [4]. Выделенные на КС геодинамические зоны определяют развитие сложных деформационных процессов в массивах горных пород, происходящих в результате как естественных новейших тектонических движений, так и возмущений техногенного характера, вызванных подземной отработкой сальвинитовых руд. К активным геодинамическим зонам тяготеют эпицентры землетрясений, связанные с транзитными сейсмическими событиями, а также техногенные микроземлетрясения.

В ходе космогеоэкологического картирования выявлены пространственно-временные закономерности экзодинамики геологической среды в карьерных горнотехнических комплексах освоения месторождений минерального строительного сырья. Развитие экзогенных процессов вызвано нарушениями сплошности породного массива при извлечении продуктивной толщи полезного ископаемого открытыми горными работами. Последующее воздействие сил гравитации и водной эрозии приводит к разрушению горных пород, особенно на склонах карьеров, переносу обломков и отложению их в виде осадочных аккумуляций, а под воздействием грунтовых вод формируются карьерные водоемы. Проявления экзодинамики геологической среды устанавливаются на основе геоэкологического дешифрирования КС высокого разрешения.

Рассмотренные виды космогеологического картирования являются инновационными методами РГИ, приобретают особую актуальность в дальнейшем развитии минерально-сырьевой базы Республики Беларусь и обосновании мероприятий по рациональному недропользованию.

Литература

1. Губин В.Н., Коркин В.Д. Космическое зондирование земной коры запада Восточно-Европейской платформы // Спутниковые технол. в геодинамике. - Минск: Минсктиппроект. 2010. - С. 5-15.
2. Кудрявцев Н.А. Генезис нефти. - Л.: Недра, 1973. - 216 с.
3. Левков Э.А. Гляциотектоника. - Минск: Наука и техника, 1980. - 280с.
4. Губин В.Н. Сейсмоактивные геодинамические зоны Старобинского месторождения калийных солей по данным дистанционного зондирования Земли // Геоматика. 2015. № 3. - С. 56-62.

UDC 551.79 (476)

ADVANTAGES OF HIGH-RESOLUTION DIGITAL TERRAIN MODEL (DTM) ANALYSIS IN GEOLOGICAL CARTOGRAPHY

J. Dzierżek, J. Kaczorowski, M. Szymanek
Faculty of Geology, University of Warsaw, Poland

Light Detection and Ranging (LIDAR) becomes common and ideally suited method for geological and geomorphological investigations. Its principles are close to radar's mode of action; however, the light is being used instead of microwaves [1]. This technique may be applied twofold as a terrestrial (TLS) and airborne (ALS) scanning based on the point placement of a measuring system on the ground surface and making the measurement from a flying plane or a helicopter [2], respectively. In both methods the impulse of the laser beam send from the transmitter and the time of signal reflection from the surface to the receiver are measured. Received data, known coordinates

(XY) and elevation (Z) of broadcasting device allows to determine coordinates and elevation points from which the reflection took place [3], including several reflections from objects which come across the line of the laser beam. It is extremely important at vegetated areas, where it is possible to obtain the reflection from the surface beneath the plant cover. Replicate measurements allow achieving high-resolution cloud of points with known XYZ parameters representing terrain surface with land cover. The cloud of points is automatically classified and filtered on an account of object types by computer software of a specialist [4]. As the result of these process clouds of points representing different classes are obtained, like a class of soil, low, medium and high vegetation, buildings, roads etc. Single points located beneath and above ground surface should be marked as noise. Preparing set of points could be used to generate Digital Surface Model (DSM) and Digital Terrain Model (DTM). In DSM points from the first reflection are used and a terrain surface with the land cover is projected. It causes that usage of DSM in geological and geomorphological studies is limited. A considerably better source of data for analysis is DTM which is generated from ground class points representing a ground level without the land cover.

A lack of the vegetation cover and man-made constructions which mask the terrain relief is the main advantage in applying high-resolution LIDAR-based DTMs to geological mapping. The models of airborne scanning with 4 points per square meter density, usually presented in a grid cell of 0.5×0.5 m are often used in geomorphological analyses.

In mountains the DTM analysis is successfully used in the investigation of landslide areas. It allows to identify and describe the forms inside the landslide containing main and minor scarps, the toe and the landslide forehead often covered and it is rather hard to identify it in the field. The occurrence of minor secondary scarps allows distinguishing the following phases of development and rejuvenation of landslides, which is indispensable in monitoring of the intensity of slope processes. This method is successfully used in the Polish governmental Project SOPO – System of Anti-landslide Protection in the Polish Carpathians, where the DTM analysis is a great support of standard geomorphological mapping. In high mountains the DTM reveals the relief of mountain valleys with marks a glacial exaration being an useful tool in palaeogeographical reconstructions. DTM images are also used in morphotectonical investigations: in recognition of the style of geological structures, fold axes identification, inclination of the layers or faults zones. Computer programs allow indirect and simple way for determination of morphometric parameters of features, e.g. the slope angle, a relative height, cross-section creation in the whichever direction and scale. Analysis in 3D in any angle of exposure is a great advantage in the detailed recognition of small landscapes elements.

Besides studies on mass movements and slope processes, the DTM analysis is priceless in the characteristic of glacial and periglacial landforms. It enables recognition of drumlins, eskers, moraines, subglacial basins, outwash plains, subglacial and ice-marginal meltwater channels, and the interpretation based on high-resolution digital terrain models allows to wide geomorphological correlations (e. g. [5]). In many cases (e.g. in areas inaccessible for field geological reconnaissance) the DTM analysis is the only possibility to determination of geological borders on the map.

The DTM is widely used in geoarchaeological studies for the determination of locations of objects, ancient roads, remains of prehistoric steelworks and mines.

The digital geomorphological mapping is a very fast method and at least as accurate as traditional mapping, thus its combination with conventional geological filed works offers perspectives for wide and detailed geomorphological and palaeogeographical analyses. In spite of unquestioned advantages the high resolution DTM analyses cannot substitute the field work and conventional geological mapping.

References

1. *Jelalian A.V.* Laser radar systems. London: Artech House, Boston, 1992. - 292 p.
2. *Vosselman G., Maas H.G.* Airborne and terrestrial laser scanning. Dunbeath, Scotland: Whittles Publishing, 2012. - 336 p.
3. *Wehr A., Lohr U.* Airborne laser scanning - an introduction and overview // *ISPRS J. of Photogrammetry & Remote Sensing*. 1999. N 54. - P. 68–82.
4. *Tóvári D., Vögtle T.* Classification methods for 3D objects in laserscanning data // *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sci.* 2004. N 35(3B). - P. 408-413.
5. *Beckenbach E., Müller T, Seyfried H., Simon T.* Potential of a high-resolution DTM with large spatial coverage for visualization, identification and interpretation of young (Würmian) glacial geomorphology a case study from Oberschwaben (southern Germany) // *Quaternary Sci. J.* 2014. N 63 (2). - P. 107-129.

UDC 551.79 (476)

GEOPHYSICAL METHODS IN SURVEY OF GEOLOGICAL CARTOGRAPHY - EXAMPLES FROM POLISH LOWLAND

J. Dzierżek, R. Mieszkowski, M. Szymanek
Faculty of Geology, University of Warsaw, Poland

Geophysical methods since ages proclaim an important supporting tool in geological cartography. Nowadays, owing to significant technological progress, the new opportunity of investigation of geological structures, geological-engineering and archaeological objects, and others occurs. A significant improvement of the accuracy of geophysical research results in the recognition of geological objects with a centimeter-scale precision, which is indispensable in detailed geotechnical studies including recognition of empty spaces, cracks and cables in walls. Ground-penetrating radar and geoelectrical methods are successfully applied to control the infrastructure, runways in airports and the tightness of levees. In geological cartography the centimeter resolution is usually not required, but this non-invasive technique becomes priceless when the conventional geological methods fail. This happens, for example, in correlation of geological layers between boreholes, the estimation of sediment thickness, drawing the geological boundaries below the surface, position of the water table, location of faults, caves and others.

Application of some of wide geophysical methods in geological cartography in Poland is presented below.

Vertical electrical sounding (VES) method was commonly used in the serial Detailed geological map of Poland in the scale 1 : 50 000. This method is based on the estimation of electrical conductivity of bedrock in points located along the geological cross-section. Principles of this method are described in detail in e.g. [1]. Geoelectrical sounding in the sheet Skepe of the Detailed geological map of Poland [2] were conducted in symmetrical electrodes spacing (800-1000 m) at every 500 m. This methodology enabled measurement of an apparent resistance of geological layers to the depth of 200 m. Geophysical measurements were calibrated with the lithology of nearest boreholes and then, after the cartographical boreholes were made, the geoelectrical cross-section was verified in the line of the geological one. The geoelectrical cross-sections were indispensable to achieve the run of layers in parts devoid of geological data.

Electrical resistivity tomography (ERT) (or electrical resistivity imaging, ERI) method is based on measurements of the resistivity variations of different lithologies along selected horizontal directions in 2D dimension. The method is particularly effective for media with highly diverse geoelectrical properties, for example clay (<20 Ωm), till (30-80 Ωm) and sand with gravel (> 150 Ωm).

The ERT method has been applied to recognize the pattern of pseudomorphs after frost wedges infilled by sands occurring in the morainic plateau, site of Wierzchuca Nagórna, in the East Poland [3]. The survey utilizes a distinct geoelectrical contrast between the glacial till and structures composed of sand that has been recognized earlier in the gravel pit wall [4]. Rectangular and concentric arrays were applied in the survey. The spacing of electrodes supplying A0 was 1 m, with the second supplying electrode (B) located at a significant distance from the survey profile. The measuring electrodes M0 and N0 were spaced at 0.3 m distance. Measurements were conducted along 7 longitudinal profiles (60 m) and 17 transverse profiles (25 m) and along concentric 16 profiles (10 m) [3]. The spacing was 1 m for both longitudinal and transverse profiles. Such measurement array allowed detailed geoelectrical penetration of the ground circa 1.5 m beneath the surface. The results have been presented as graphs and resistance distribution maps. The obtained geological image was not complete, although it showed an oriented course of the largest lineaments and traces within a network with a small mesh size (1.5–2 m).

GPR Ground Penetrating Radar method is based on the emission of electromagnetic waves (EM) of short or ultra short radio waves of the frequencies from 50 MHz to 1.6 GHz, registration of pulses reflected from lithological boundaries and layers characterized by specific permittivity (dielectric constant) and electrical resistance, depending on the lithology and saturation degree of geological formations. For example, in high conductive sediments, dumping of EM waves is significant and the wave propagation is relatively small. A contrast of dielectric properties of two media determines mainly a power of the reflected signal from a boundary and consequently, intensity of reflections recorded on echograms [5].

GPR prospecting was made in the same periglacial polygons net in the Wierzchuca Nagórna to test the method and verify the results obtained from geoelectrical profiling. We used georadar set MALA GS, model ProeEx. Rectangular arrays were applied in the survey: sixteen 50-m-long longitudinal profiles spaced at every 1 m and eleven 16-m-long transverse profiles. The frequency antenna of 250 MHz and 500 MHz gave quite high resolution of the penetration to circa 0.7 m. The echograms revealed that the signal amplifications correlate with the location of sand wedges. The pattern and spaces between the wedges were congruent with those received from geoelectrical soundings.

The main assets of such survey are: its non-invasive character, low cost and relatively high resolution of measurements. They provide information unavailable in conventional geological cartography.

References

1. Samouelian A., Cousin I., Tabbagh A., Bruand A., Richard G. Electrical resistivity survey in soil science: a review // *Soil & Tillage Research*. 2005. N 83. - P. 173–193.
2. Dzierżek J., Szymanek M. Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Skepe. Warszawa: Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Uniwersytet Badawczy, 2015.
3. Mieszkowski R., Dzierżek J., Stańczuk D. Application of geoelectrical sounding in the delineation of shallow periglacial structures in the Drohiczyn Plateau // *Studia Quaternaria*. 2014. N 51(2). - P. 73-81.
4. Dzierżek J., Stańczuk D. Record and palaeogeographic implications of Pleistocene periglacial processes in the Drohiczyn Plateau, Podlasie Lowland // *Geol. Quarterly*. 2006. N 50(2). - P. 219-228.
5. Mieszkowski R., Welc F., Budziszewski J., Migal W., Bąkowska A. Preliminary results of the ground penetrating radar (GPR) prospection in the area of the prehistoric flint mine Borownia, southeastern Poland // *Studia Quaternaria*. 2014. N 31(2). - P. 123–132.

ГЕОТЕРМАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ОТЛОЖЕНИЙ НАДСОЛЕВОГО ДЕВОНА ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

М.А. Дубаневич, В.И. Зуй

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Припятский прогиб является наиболее прогретой структурой в пределах Беларуси. Еще на ранней стадии изучения его теплового поля стало очевидным, что в пределах платформенного чехла существуют аномалии повышенной температуры и теплового потока [1, 2]. Как известно, температура повсеместно возрастает с увеличением глубины. Геотермический градиент возрастает от южной и западной частей прогиба в направлении его северной зоны, где в области положительной геотермической аномалии он достигает максимальных значений. Одновременно отметим, что с глубиной происходит увеличение, как температуры, так и солености подземных вод. Содержание растворенных солей превышает 350–420 г/л в нижней части платформенного чехла, что осложняет практическое использование тепла глубоких горизонтов из-за выпадения кристаллов соли из рассолов при их откачке. В надсолевых отложениях минерализация подземных вод и рассолов значительно ниже. Исходя из этого, рассмотрим ресурсы геотермальной энергии, заключенные в надсолевых отложениях, и в частности в девонском комплексе горных пород, перекрывающих верхнюю толщу каменной соли.

Снижению минерализации в верхней части геологического разреза способствует толща верхней соли, которая представляют собой надежный водоупор, разделяющий терригенные отложения надсолевого комплекса от межсолевой толщи пород. Девонский комплекс отложений Припятского прогиба в различных блоках прогиба залегает на разных глубинах. Преимущественно в нем залегают воды разной минерализации: пресные (до 1 г/дм³ при неглубоком залегании толщи), минеральные (до 35 г/дм³) воды, либо слабые рассолы. [3]. В погруженных частях пермско-триасовых, каменноугольных и девонских образований минерализация подземных вод может достигать 50–280 г/дм³ [4], однако это ниже чем в подсолевых отложениях (рис. 1). В целом сравнительно низкая минерализация подземных вод надсолевых отложений и приемлемые температуры являются важным фактором с точки зрения использования подземного тепла в Припятском прогибе.

Распределение температуры. Значения температуры на кровле рассматриваемых отложений является одним из важных параметров для подсчета плотности ресурсов геотермальной энергии. При этом плотность геотермальных ресурсов увеличивается с возрастанием температуры комплекса. Рассмотрим схему распределения температуры на кровле отложений надсолевого девона, наиболее глубоко залегающего из надсолевых отложений (рис. 2).

Значения температуры изменяются от приблизительно 12 °С на западе прогиба до 30–35 °С на отдельных участках территории в северной и северо-восточной частях прогиба. Они обусловлены несколькими факторами. Среди них – общая прогретость этой толщи, ее погружение в северо-восточном направлении и мощность отложений. Важную роль при этом играет и плотность теплового потока, поступающего в платформенный чехол.

Следует отметить, что недостаточное количество изученных скважин с термограммами либо их отсутствие, например, в западной и части прогиба не позволило получить более детальную схему распределения температуры по площади всего палеорифта. В западной части прогиба и вдоль всей западной рамки карты а также в пределах Северо-Припятской ступени изотермы проведены путем экстраполяции и подлежат уточнению по мере накопления новых данных.

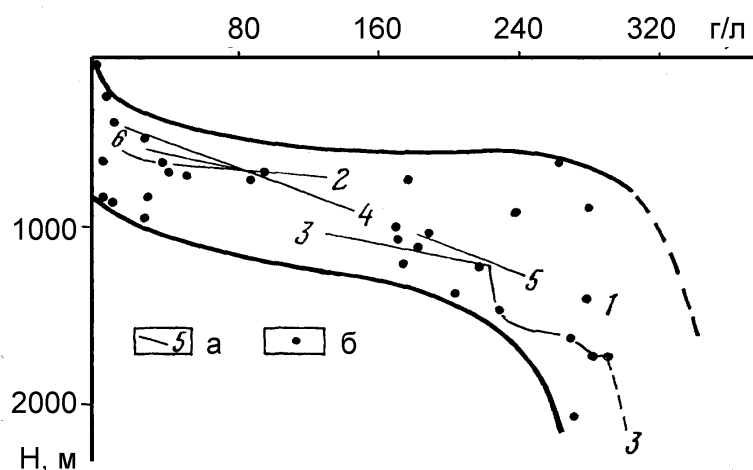


Рис. 1. Зависимость минерализации подземных вод и рассолов от глубины залегания надсолевых отложений Припятского прогиба [4] с изменениями: а — гидрогеохимические разрезы локальных площадей: 1 — Баженовская-1; 2 — Буйновичская-2; 3 — Ельская-4; 4 — Мозырьская-1Р; 5 — Наровлянская-5; 6 — Прудокская-18; б — прочие площади.

Распределение плотности геотермальных ресурсов. Опираясь на изученные термограммы и сведения о тепловых свойствах горных пород, рассчитана плотность извлекаемых геотермальных ресурсов из отложений надсолевого девона Припятского прогиба. Определение плотности извлекаемых геотермальных ресурсов выполнен по имеющимся термограммам с использованием методики, основанной на модели объемного содержания тепла в пористых коллекторах и принятой при составлении Геотермического атласа Европы [5], была построена карта плотности геотермальных ресурсов (рис. 3).

Все вычисления плотности геотермальных ресурсов из отложений надсолевого девона Припятского прогиба здесь также выполнены на основе доступных термограмм скважин, зарегистрированных в разные годы и тепловых свойств горных пород.

Значения плотности геотермальных ресурсов изменяются от менее чем 50 на западе прогиба до 700-800 кг.у.т./м² на отдельных участках территории в северной и северо-восточной частях прогиба. Значительный контраст на этой части карты обусловлен несколькими факторами. Среди них — общая степень прогретости этой толщи тепловым потоком, поступающим из залегающих ниже частей платформенного чехла, ее погружение в северо-восточном направлении и мощность отложений. Следует отметить, что за пределами прогиба изолинии проведены путем экстраполяции и требуют последующего уточнения.

Кроме сведений о температуре на кровле отложений эта методика требует учета мощности продуктивной толщи пород, тепловых свойств, как скелета горной породы, так и пластового флюида, а также пористости. Подавляющее количество термограмм скважин имеющих по глубоким горизонтам Припятского прогиба было зарегистрировано в процессе выполнения нефтепоисковых и геологоразведочных работ при малой выдержке скважин после завершения бурения. Обычно этот интервал времени составлял от 5 до 15 дней, что явно недостаточно для восстановления теплового поля массива горных пород, в которых проведены скважины. Продолжительная циркуляция бурового раствора в ходе бурения скважин привела к подогреву их стволов и окружающих горных пород в верхней части разреза и, соответственно — к охлаждению нижней части разреза. Другими словами — в процессе регистрации термограмм тепловое поле не было полностью восстановлено, это отражается в некоторой погрешности определения геотермальных ресурсов.

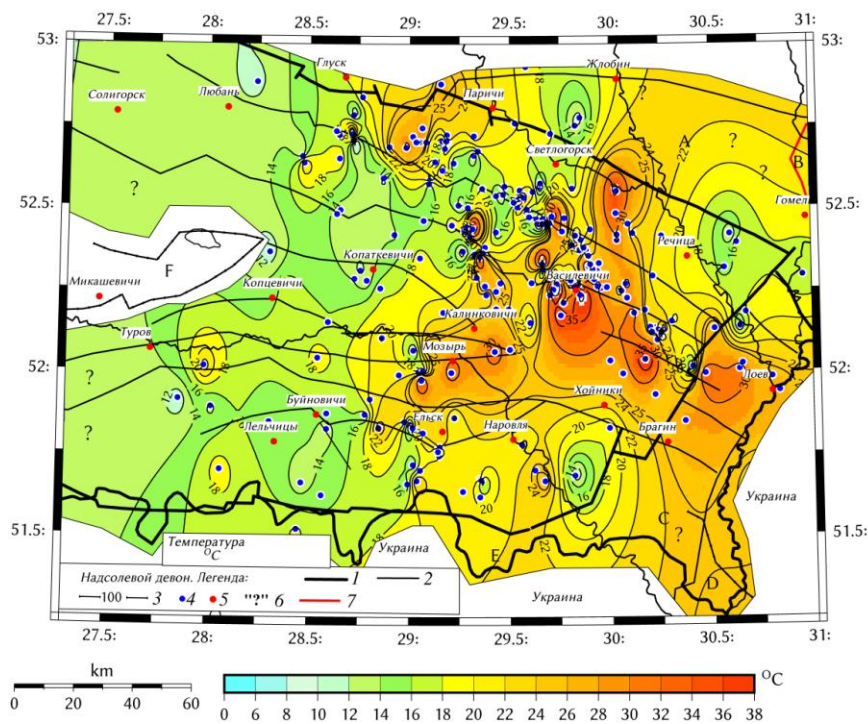


Рис. 2. Распределение температуры на кровле отложений надсолевого девона Припятского прогиба. Составили Зуй В.И., Дубаневич М.А., Василёнок Е.А. Участки территории, где отсутствуют геотермические данные, обозначены символом “?”: 1 – разломы, ограничивающие Припятский грабен; 2 – прочие разломы; 3 – изолинии распределения температуры, °С; 4 – изученные скважины; 5 – населенные пункты; 6 – слабо изученные в геотермическом отношении участки территории; 7 – границы западного склона Воронежской антеклизы

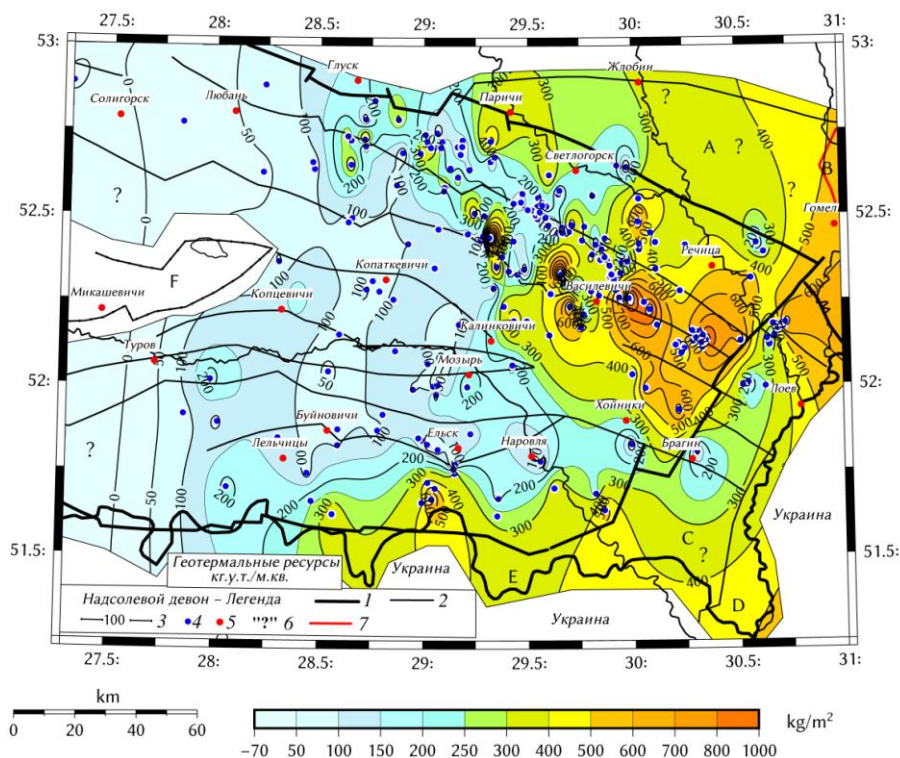


Рис. 3. Распределение плотности геотермальных ресурсов в надсолевом девоне Припятского прогиба, кг.у.т./м². Составили Зуй В.И., Дубаневич М.А., Василёнок Е.А. Обозначения даны на рис. 2.

Распределение плотности ресурсов геотермальной энергии юрских отложений имеет контрастный вид. Так, пониженные значения плотности ресурсов отмечаются вдоль Туровско-Малынского разлома. Вторую зону – средних значений – можно выделить вдоль Первомайско-Заозерного разлома, зона повышенных значений лежит восточнее него. Эти разломы разделяют Припятский палеорифт на поперечные тектонические элементы второго порядка – западный, центральный и восточный, характеризующиеся тектоническими и геофизическими особенностями.

Зона повышенных значений плотности ресурсов геотермальной энергии оконтуривается изолиниями 200 кг у. т./м² и более. Мировая практика показывает, что даже холодные воды с температурой 6–10 °С во многих случаях оказываются пригодными для нужд отопления жилых и производственных помещений, обогрева теплиц и т. п. Такие установки эксплуатируются в ряде стран, в том числе и в Беларуси.

Использование геотермальных ресурсов приводит к оздоровлению воздушного бассейна за счет отказа от сжигания импортируемых природного газа и мазута, порождающих выброс в атмосферу дымовых газов и сажи. Тепло земных недр относится к возобновляемым видам энергии.

Исследование ресурсов геотермальной энергии надсолевых отложений показало, что их геотермальный потенциал, в том числе выполненное ранее для юрских отложений [6], показало, что в верхней части геологического разреза платформенного чехла Припятского прогиба имеются извлекаемые ресурсы геотермальной энергии, которые можно успешно использовать в качестве источника теплоснабжения, поскольку горные породы этого комплекса и насыщающие их подземные воды с низкой минерализацией являются перспективным источником возобновляемой природной энергии. Ее использование не приводит к загрязнению окружающей среды.

Литература

1. Богомолов Г.В., Цыбуля Л.А., Апрощенко П.П. Геотермическая зональность территории БССР. – Минск: Наука и техника, 1972. - 216 с.
2. Зуй В.И. Тепловое поле платформенного чехла Беларуси. – Минск: Экономпресс, 2013. – 256 с.
3. Геология Беларуси / Под ред. А.С. Махнач, Р.Г. Гарецкого, А.В. Матвеева и др. - Минск, 2001. – 814 с.
4. Кудельский А.В., Шиманович В.М., Махнач А.А. Гидрогеология и рассолы Припятского нефтегазоносного бассейна. – Минск: Наука и техника, 1985. - 222 с.
5. Hurter S., Haenel R. (Eds.). Atlas of Geothermal Resources in Europe / Leibnitz Institute for Applied Geosciences (GGA). - Hannover, Germany, 2002.
6. Микутьчик Д., Зуй В. Плотность ресурсов геотермальной энергии юрских отложений Припятского прогиба / Проблемы вод. ресурсов, геотермии и геоэкологии. Матер. Международ. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. акад. Г.В. Богомолова: в 2 т. – Минск, 2005. Т. 1. - С. 273-275.

УДК 551.79:561(476)

НОВЫЙ ОПОРНЫЙ РАЗРЕЗ ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ (у пос. Конаховка, Смоленская область, Россия)

Я.К. Еловичева

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Разрез скв. 240 расположен у пос. Конаховка Рославльского района Смоленской области на абсолютной отметке устья 183 м. По описанию И.П. Бирюкова, С.М. Шика и других в

1987 г. скважиной (табл.) сверху вниз вскрыты следующие отложения (глубина в м; индексация выделенных горизонтов дана по С.М. Шику):

Табл. Геологический разрез скважины у пос. Коначовка

№	Возраст	Литологический разрез	Интервал
1	f, lg _s II ms	Песок мелкозернистый, внизу разномзернистый	0,0–2,5
2	g II ms	Суглинок грубопесчаный, с гравием, галькой	2,5–6,5
3	f, lg _s II ms	Песок темно-серый, мелкозернистый, внизу с гравием	6,5–12,0
4	f, lg I ok – II ms	Песок серый и темно-серый, с растительными остатками, обломками костей позвоночных, с прослоями пылеватого суглинка (обр. 1-7 гл. 12,2-15,5 м на с/п анализ)	12,0–16,0
5	g I ok	Суглинок серый, грубопесчаный, с гравием, галькой (обр. 8 гл. 17,0, обр. 9 гл. 21,0 м на с/п анализ)	16,0–26,5
6	l, lg _I I ok	Глина серая, алевритистая, тонкослоистая, с редкими растительными остатками (обр. 10-16 гл. 27,0-32,0 м на с/п анализ)	26,5–32,0
7	l, lg _I I ok	Песок серый, мелкозернистый, с редкими растительными остатками и обломками костей мелких млекопитающих (обр. 17 гл. 33,0, обр. 18 гл. 34,0 м на с/п анализ)	32,0–35,0
8	l, h I kn	Глина коричнево-серая, гумусированная, с растительными остатками и редкими костями позвоночных (обр. 19-29 на с/п анализ)	35,0–37,0
9	l, h I kn	Мергель светло-серый, с обломками раковин моллюсков (обр. 38-50 на с/п анализ)	37,0–38,0
10	l, h I kn	Алеврит серый, известковистый, с костями рыб и мелких млекопитающих, с растительными остатками (обр. 51-61 на с/п анализ)	38,0–39,5
11	l, h I gl	Суглинок темно-серый, слоистый, с растительными остатками, с костями рыб и млекопитающих (обр. 62-65 на с/п анализ)	39,5–40,5
12	l, h I gl	Глина темно-серая, известковистая, слоистая, с растительными остатками, внизу гумусированная (обр. 66-82 на с/п анализ)	40,5–43,5
13	l I gl	Мергель светло-серый, с остатками костей рыб и моллюсков (обр. 83-98 на с/п анализ)	43,5–45,0
14	l I gl	Глина светло-серая, сильно известковистая (обр. 99-107 на с/п анализ)	45,0–46,0
15	l, I glgl	Глина зеленовато-серая, слоистая, известковистая, с присыпками алеврита (обр. 108-114 на с/п анализ)	46,0–51,0
16	lg _s I osr	Глина шоколадно-коричневая, алевритистая, тонкослоистая (обр. 115 гл. 52,0 м на с/п анализ)	51,0–54,0
17	lg _s I osr	Алеврит серый, глинистый, слоистый	54,0–56,0
18	g I osr	Суглинок моренный (обр. 116 гл. 57,0 м на с/п анализ)	56,0–77,0
19	lg _s I vr	Глина. Алеврит (в основании галечный горизонт размыва)	77,0–87,0

Из интервала 17,0–57,0 м отобрано 116 образцов на палинологический анализ, выполненный Я.К. Еловичевой в 1991 г. [1]. На представленной диаграмме (рис.) ею выделено 23 палинокомплексов (ПК), соответствующих изменению состава спектров по разрезу, фазам и этапам развития растительности на окружающем палеоводоеме территории в течение накопления древнеозерной толщи осадков.

ПК-1 (морена, глина, мергель) содержит единичные растительные микрофоссилии, а также переотложенные споры девона, карбона, угольные частицы, мозолистые тела, что отражает суровые природные условия осадконакопления в конце оледенения.

ПК-2-22 характеризуются хорошей наполненностью пылью и спорами в благоприятных климатических условиях развития палеоводоема и окружавшей его растительности.

ПК-2 соответствует концу древнего позднеледниковья: здесь выявлены максимумы *Larix* (6 %), *Picea* (33 %; в т.ч. *Picea sect. Omorica*), доминирование *Betula* (38 % с участием *Betula sect. Nanae* + *B. sect. Fruticosae* до 5 %), невелика роль *Pinus* (14 %), спорадичны *Alnus*, *Carpinus*, присутствуют переотложенные споры мезозоя, угольные и минеральные частицы.

ПК-3-5 характеризуют начало межледниковья: отмечены последовательные максимумы *Pinus* (52 % совместно с *Larix*, *Picea sect. Omorica*) → *Betula* (53-77 %; в т.ч. *Betula sect. Nanae* + *B. sect. Fruticosae* до 4 %, *Abies*, *Larix*, *Picea sect. Omorica*) → *Pinus* (49-57 %; а также *Larix*).

ПК-6-8 – это ранний климатический оптимум межледниковья (*Q.m.* + *Carpinus* – 21-61 %) с характерными максимумами: *Quercus* (2-44 % с *Q. pubescens*) + *Ulmus* (8-26 %, в т.ч. *U. campestris*) с *Zelkova*, *Acer*, *Carpinus*, *Abies*, *Larix*, → *Alnus* (3-37 %) + *Corylus* (1-26%) + *Tilia* (7-8 %, *T. platyphyllos*, *T. tomentosa*, единичны *Carpinus*, *Ligustrum*, *Picea* sect. *Omorica*, *Abies*).

ПК-9-18 – последующий интервал промежуточного похолодания, которому свойственно попеременное преобладание *Pinus* (9-89%; в т. ч. *P. sect. Strobus*) → *Betula* (1-85 %; в т. ч. *Betula* sect. *Nanae* + *B. sect. Fruticosae* до 0,5-3 %) с участием *Picea* (3-23 %; в т. ч. *Picea* sect. *Omorica*), *Larix* (0,5-3 %), изредка *Abies*, на отдельных интервалах повышена роль наземных травянистых растений (1-40 %), постоянны *Quercus* (0,5-4 %), *Tilia* (1-3 %), *Ulmus* (0,5-1 %), *Carpinus* (0,5-1 %), *Corylus* (0,5-1 %), *Ephedra* (0,5 %).

ПК-19-20 – соответствуют верхнему оптимуму (*Q.m.* + *Carpinus* – 22-73 %; максимумы *Quercus* (8-42 %) + *Ulmus* (0,5-21 %) → *Alnus* (2-37 %) → *Tilia* (1-17 %; в т. ч. *T. tomentosa*), *Carpinus* (2-11 %), *Acer* (0,5 %), *Corylus* (0,5-7 %), *Ligustrum* (0,5 %), *Salvinia natans* (0,5 %).

ПК-21-22 – характеризуют постоптимальное похолодание: максимумы *Pinus* (32-56%), *Betula* (13-31 %), *Picea* (8-19 %; в т. ч. *P. sect. Omorica*), *Abies* (0,5 %), наличие термофильных (*Quercus* – 2-4 %, *Tilia* – 3-7 %, *Ulmus* – 1 %, *Carpinus* – 1-1,5 %, *Corylus* – 0,5 %) и мезофильных (*Alnus* – 8-20 %) пород, увеличение роли наземных трав (18-23 %), споровых (14-32 %), переотложенных спор мезозоя.

ПК-23 (глина, песок, морена и песок) содержит единичные растительные микрофоссилии, а также переотложенные споры девона, карбона, угольные частицы, мозолистые тела, что отражает суровые природные условия осадконакопления в преддверии нового оледенения.

Оценивая флористический состав по изученным отложениям следует отметить, что он представлен набором экзотических растений, не свойственных ныне району исследования, но сохранивших свое значение вплоть по вторую половину среднего плейстоцена – это *Abies*, *Larix*, *Picea* sect. *Omorica*, *Pinus* sect. *Strobus*, *Quercus pubescens*, *Ulmus campestris*, *Tilia tomentosa*, *T. platyphyllos*, *Zelkova*, *Ephedra*. Из редко встречаемых видов характерно наличие в верхнем оптимуме массул *Salvinia natans*.

Анализ сукцессий лесообразующих пород на полученной палинологической диаграмме разреза Конаховка-II показал, что здесь отражено два макросукцессионных ряда палеофитоценозов за время накопления древнеозерной толщи осадков в Конаховском палеоводоеме. Нижний из них (ПК-2-11) отвечает шкловской группе диаграмм (четкая выраженность климатического оптимума, неполный макросукцессионный ряд, термоксеротическая фаза развития растительности, прямая его направленность: дуб + вяз → ольха + орешник + липа, единичен граб), что свойственно раннему любанскому оптимуму в разрезах Нижнинский Ров, Костеши, Подруднянский, Акулово и др.

Верхний макросукцессионный ряд разреза Конаховка-II ближе к муравинской группе диаграмм (четкая выраженность климатического оптимума, полный макросукцессионный ряд: термоксеротическая и термогидротическая фазы развития растительности, прямая его направленность: (дуб + вяз) → (ольха + орешник + липа + граб) и сходен со средним лысогорским оптимумом в разрезах Нижнинский Ров, Костеши, верхним – в разрезе Подруднянский.

Межоптимальное похолодание в изученном разрезе имеет определенные черты сходства с палинологической характеристикой отложений угловского похолодания среднеплейстоценового (шкловского – 7 изопный ярус) межледниковья на Беларуси, в котором абсолютный возраст коррелятных образований ПК-17 датируется в 162 ± 15 тыс. лет [2]. Развитие открытых пространств (НАР около 40 %) сходно ситуации конца межледниковья без доминирования в составе флоры аркто-бореальных форм.

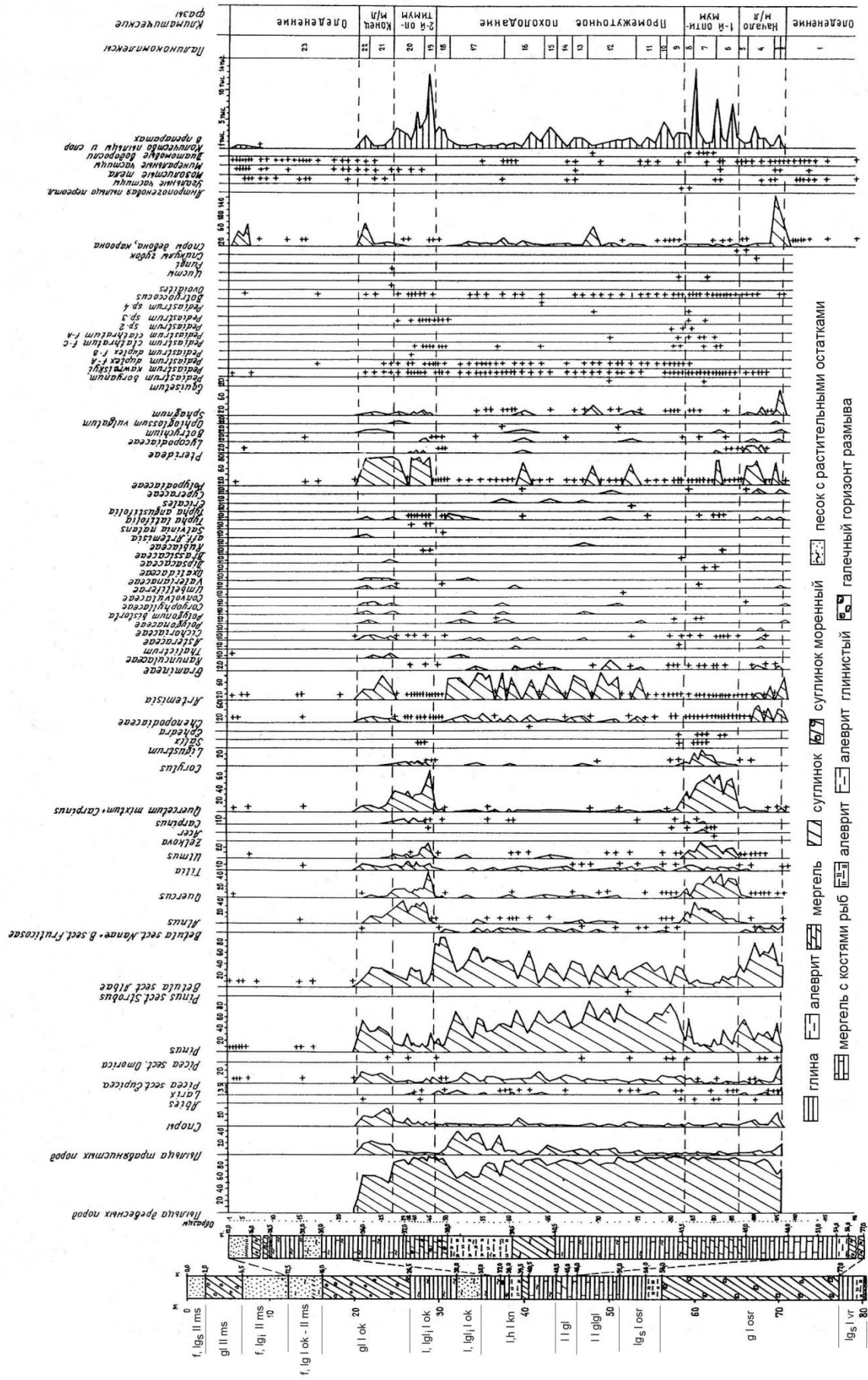


Рис. Палинологическая диаграмма озерных отложений рославльской серии разреза Конаховка-II (скв. 240) у пос. Конаховка Смоленской области. Анализ Я.К. Еловичевой, 1988 г. по материалам И.П. Бирюкова, С.М. Шика и др., 1987 г.

Это обстоятельство было достаточно весомым для определения статуса межоптимального интервала и обоих оптимумов в исследованном разрезе: помимо автора статьи и С.М. Шик оценил межоптимальный интервал в разрезе Конаховка-II только в ранге похолодания, а оба климатических оптимума – самостоятельными в объеме единого межледниковья – конаховского (возраст последнего С.М. Шик считал более древним – раннеплейстоценовым), а не двумя разновозрастными межледниковьями. Тем самым, С.М. Шик еще в конце прошлого столетия впервые признал сложность выделенного им конаховского межледниковья с отчетливо выраженными двумя оптимумами и разделяющим их межоптимальным похолоданием. В этом отношении разрез Конаховка-II приобретает ранг стратотипического. Озерные отложения в разрезе Конаховка-II С.М. Шик относит к рославльской серии, залегающей здесь на остерской и перекрываемой окской и последующим комплексом московской моренами.

Из вышесказанного следует, что сторонники однооптимальности всех межледниковий плейстоцена ошибаются, когда относят верхние оптимумы сложных в палеогеографическом плане разрезов к самостоятельным межледниковьям, а разделяющие эти оптимумы интервалы считают «малыми ледниковьями», наращивая, таким образом, число межледниковий и оледенений в плейстоцене в соответствии с новыми данными изотопно-кислородных кривых.

В целом, полученные палинологические данные позволяют оценить время накопления озерной толщи в разрезе Конаховка-II на гл. 36,0–46,0 м на протяжении сложного по палеогеографической обстановке среднеплейстоценового межледниковья.

Литература

1. Четвертичные отложения Северо-Западных и центральных районов Европейской части СССР / Е.П. Заррина. - Л.,: Недра, 1991. - 188 с.
2. *Еловичева Я.К.* Эволюция природной среды антропогена Беларуси. Минск: БелСЭНС, 2001. - 292 с.

УДК 911.5 (476)

ЛАНДШАФТНО-ИНДИКАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПРИРОДНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Т.А. Жидкова

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Одним из ведущих направлений при изучении, проектировании и использовании площадных объектов является ландшафтный подход, суть которого заключается в рассмотрении территории как совокупности природно-территориальных комплексов (ПТК), с последующим их описанием и картографированием. Картографирование, в свою очередь, предопределяет всестороннюю характеристику определенной территории, включая оценку ее ресурсов и возможностей [1].

Обязательным при выполнении инженерно-геологических исследований и картографировании природной среды является применение ландшафтно-индикационного метода, заключающегося в использовании характерных внешних особенностей местности в качестве индикатора литологических, гидрогеологических и геоморфологических условий [2-4].

Составление ландшафтно-индикационных карт представляют собой синтез отдельных тематических (геологических, геоморфологических, почвенных, геоботанических) карт с различной степенью детализации. В свою очередь индикационная карта является базовой для

создания ряда тематических карт и схем, отражающих современное состояние и тенденции развития природных процессов и явлений внутри изучаемого региона. При ее создании выявляются типичные и уникальные для территории природные комплексы, закладывается база для оценки природных ресурсов, разработки инженерно-геологического каркаса (по С.В. Викиорову) территории.

Подобные работы выполнялись на географическом факультете БГУ в рамках НИР «Составить космоландшафтные карты масштаба 1 : 200 000 административных районов с интенсивной техногенной нагрузкой как основу комплексной оценки природных ресурсов и экологического состояния территорий на период 2010-2015 гг.» для территории Гродненского, Брестского, Гомельского и Минского районов.

Материалами при составлении ландшафтно-индикационных карт служили тематические карты масштабов 1 : 50 000–1 : 600 000, а также результаты сопряженного анализа космических снимков Landsat 7 ETM+, данных полевых ландшафтных исследований и литературных источников. Использование данных источников для последующего составления ландшафтно-индикационных карт районов включали следующие критерии оценки картографического материала:

- соответствие содержания источника или его части задачам проектируемых карт;
- современность, точность и географическая верность основы;
- соответствие математических элементов требованиям проектируемых карт (в частности, масштаба, и возможность его использования);
- точность и географическая правильность локализации контуров и объектов тематического содержания карт, связь с географической основой;
- читаемость, пригодность источников для сопоставления карт с другими источниками, как общегеографическими, так и тематическими.

Привлекаемые для разработки содержания ландшафтно-индикационной карт тематические материалы отличались высокой степенью информативности:

- с помощью геологических карт анализировали структуры земной коры;
- анализ изображения рельефа, проведенный с помощью геоморфологических карт, способствовал определению структуры природных комплексов, их границ и размеров, а морфоструктурные показатели – выявлению особенностей ландшафтной дифференциации территории;
- с помощью геоботанических и почвенных карт, раскрывали динамические свойства геосистем, наиболее полно отражающих ландшафтную организацию территории: уточняли границы контуров природных комплексов, раскрывали протекающие в их пределах ландшафтообразующие процессы.

Составление ландшафтно-индикационной карт, таким образом, в значительной степени базировалось на сопряженном анализе информации, получаемой с тематических карт, обеспечивающем достоверность их составления, правильность выделов границ природных комплексов и полноту содержания, требуемую масштабом карт.

Наиболее рациональной формой для построения легенды составленных ландшафтно-индикационных карт была выбрана табличная форма, когда по вертикали таблицы указывается название ПТК, принадлежность его к определенной ландшафтной провинции, району, а по горизонтали раскрывается его содержание. Индикационная составляющая проявляется в изучении типа и характера связей изображаемого явления с другими компонентами природы. Преимущество этого варианта легенды состоит в обзорности, удобстве для сравнения геосистем по любому признаку. В зависимости от назначения карты можно из множества показателей, характеризующих геосистемы, выбрать те, которые представляют интерес в конкретном случае.

Составленные по этим данным карты ПТК имеют контурную нагрузку с цифровым обозначением каждого контура с легендой в виде обобщенной индикационной таблицы,

характеризующей особенности рельефа, литологию четвертичных отложений, почвенно-растительный покров и степень увлажнения. Кроме того, данные карты позволили установить особенности ландшафтной структуры территории изученных административных районов, определить ключевые участки, подлежащие выделению и тщательному анализу на материалах дистанционного зондирования.

Оценка современной ландшафтной структуры может использоваться при проведении инженерно-геологических изысканий, так как в процессе исследований была выполнена характеристика основных искомым индикаторов административных районов – литологического состава четвертичных отложений и уровней залегания грунтовых вод.

Состав отложений давался в надлежащей градации: пески, супеси, суглинки, глины, торфа. Для песчано-супесчаных отложений указывалась преобладающая гранулометрическая фракция, состав подстилающих пород. Индикация уровней залегания грунтовых вод определялась в градации 0-0,5; 0,5-1; 1-3; 3-5; 5-10 и более 10 м. Выделение более точных значений в интервале от 1 до 10 м нецелесообразно по двум причинам: во-первых, не все индикаторы обладают достаточно узкой по отношению к увлажнению экологической амплитудой, во-вторых, пределы выделяемых ступеней должны включать величины сезонных колебаний уровней грунтовых вод.

Таким образом, опыт применения в республике метода дистанционной ландшафтной индикации при изучении скрытых от непосредственного наблюдения компонентов ПТК свидетельствует об его высокой эффективности. Он позволяет определить возможности экстраполяции выявленных индикаторов на основе установления экотярус-аналогов для использования полученных результатов на сопредельных территориях.

Литература

1. *Викторов С.В.* Использование индикационных географических исследований в инженерной геологии. – М.: Недра, 1966. – 120 с.
2. *Викторов С.В., Чикишев А.Г.* Ландшафтная индикация и ее практическое применение. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. – 200 с.
3. *Обуховский Ю.М.* Ландшафтная индикация: учеб. пособие. – Минск: БГУ, 2008. – 255 с.
4. *Обуховский, Ю.М.* Ландшафтная индикация четвертичных отложений и почв Припятского Полесья. – Минск, 1990. – 192 с.

УДК 551.79(476)

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПООЗЁРСКОЙ МОРЕНЫ ВИТЕБСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

А. П. Жолнерович, Ю. И. Заяц

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Изучение петрографического состава грубообломочного материала моренных отложений имеет большое значение для восстановления динамики и геологической деятельности ледниковых покровов, корреляции разновозрастных моренных горизонтов и поисков месторождений неметаллических полезных ископаемых.

Поозёрский ледниковый покров проникал на северо-восток Беларуси двумя потоками: чудским и ладожским [1]. Области питания этих потоков являлись Южная Финляндия, Выборгский массив, дно Ладожского, Чудского и Псковского озер, Приильменская низменность и карбоновое плато Валдайской возвышенности [2].

В ходе проведенных исследований в рамках полевой учебной практики по геологической съемке и картографированию в 2015 г. были получены новые данные о

петрографическом составе грубообломочной фракции поозёрской морены северо-западного склона Витебской возвышенности. Гравийный материал отбирался из основных морен в естественных и искусственных обнажениях с глубин 1–6,5 м. Обломки пород извлекались посредством промывания 15 кг моренного материала на ситах диаметром 5 мм. Всего было проанализировано 20 образцов поозёрской морены. Содержание обломков в пробах варьировало в пределах 129–580 единиц (табл. 1, табл. 2).

При макроскопическом определении петрографического состава гравийной фракции выделялись следующие группы пород: 1) граниты розовые, 2) граниты серые, 3) магматические породы: основные и ультраосновные, 4) гнейсы и кристаллические сланцы, 5) кварциты, 6) известняки, 7) доломиты, 8) песчаники, 9) аргиллиты и алевролиты, 10) мергели, 11) кварц, 12) полевые шпаты, 13) карбонатные новообразования, 14) лимонит и охра. В ходе анализа поозёрской морены проводилось её сравнение с моренами сожского, днепровского и березинского возраста, петрографический состав которых изучался в карьерах Гралёво и Руба [3, 4].

В составе грубообломочной фракции поозёрской морены исследуемого региона резко преобладают осадочные породы, доля которых составляет 63,0 % (рис.). В их числе преобладают *известняки*, доля которых составляет 37,5 %, из них органогенного происхождения – около 25–42 %. Обломки известняков имеют серый, желто-серый цвет, как правило, хорошо окатанные. В ряде проб зерна известняка трещиноватые.

Доломиты обнаружены во всех пробах, их среднее содержание – 20,8 %. Максимальные значения отмечены в пробе, отобранной около д. Шалыги – 34,8 %, а минимальные – 9,1 % в пробе у д. Янополь. Обломки бурого, желто-серого, желтого цвета, имеют угловато-окатанную форму.

Песчаники отсутствуют лишь в одной пробе – д. Хайсы. Среднее их содержание по всем пробам – 2,7 %. Максимальные значения отмечаются в пробе, взятой у р. Питомка (4,7 %). Обломки серого, серо-розового, зеленовато-серого, желто-серого цвета, с видимой зернистостью, имеют угловато-окатанную форму.

В пробах также встречаются *аргиллиты и алевролиты*. Они имеют в основном угловатую форму, чаще всего зёрна имеют серый цвет, реже – желтовато-серый. Среднее содержание обломков этой группы пород составляет 1,5 %, максимальные достигают 5,7 % (р. Питомка).

Мергели отмечены в 11 образцах из 20. Среднее содержание этой группы – 0,6 %. Максимальные значения установлены в пробах, отобранных из карьера «Гралёво» – 3,1 %. Обломки бурого, серого, красно-бурого цвета, имеют угловато-окатанную форму.

Среднее содержание кристаллических пород составляет 33,7 %. В их составе преобладают *розовые граниты*, они составляют в среднем 20,6 % от общего числа зерен и встречаются во всех пробах. Максимальные значения отмечаются в пробе у д. Янополь – 36,2 %. Обломки розовых гранитов обычно угловато-окатанные, розового, серо-розового цвета, реже – красные.

Серые граниты отмечаются во всех пробах. Среднее содержание составляет 5,8 %, максимальное – 9,4 % отмечено в пробах из карьера Журжево-2. Зёрна серых гранитов темно-серые, серые с кварцем, полевыми шпатами, имеют угловато-окатанную форму.

Магматические основные и ультраосновные породы обнаружены во всех пробах, среднее их содержание 3,9 %. Обломки преимущественно черного и серого цвета, с характерной угловато-окатанной формой, предположительно, габбро и пироксениты.

Гнейсы и кристаллические сланцы установлены во всех пробах. Среднее содержание составляет 2,8 %. Максимальные значения наблюдаются в пробе, отобранной около д. Авдеевичи – 6,6 %. Обломки этой группы пород обычно темного цвета, уплощенной формы, часто сланцеватые, с включениями слюд.

Табл. 1. Петрографический состав грубообломочной фракции (5–50 мм) поозёрской морены северо-западного склона Витебской возвышенности

Место отбора пробы	Геоморфология	Кристаллические породы					Осадочные породы						Кварц	Полевые шпаты	Карбонатные новообразования	Лимонит и охра	
		Граниты розовые	Граниты серые	Магм.осн. и ультраосн.	Гнейсы и кр. сланцы	Кварциты	Всего	Известняки	Доломиты	Песчаники	Аргиллиты и алевролиты	Мергели					Всего
К-р «Руба», С2	Витеб. возв. в р-не Рубы	21,5	5,1	3,4	3	0,5	33,5	32,8	26,1	2,5	0,5	-	61,9	3,0	1,6	-	-
К-р «Руба», С3		21,8	7,5	3,9	3,1	0,3	36,6	31,3	22,5	4,4	1,1	-	59	2,6	1,8	-	-
Авдеевичи		12	1,8	9	6,5	1	30,3	38,6	19,9	2,5	4,1	-	65,1	2,0	2,6	-	-
К-р «Гралёво», С2		12,5	6,7	3,8	2,5	1,1	26,6	36,9	29	4	-	-	69,9	1,2	2,3	-	-
К-р «Гралёво»		23,5	7,0	3,6	1,5	1,3	36,9	31,2	22,5	1,5	0,8	3,1	59,1	0,8	0,8	0,3	2,1
Гралёво-ГЭС		21,1	6,5	3,1	3	0,7	34,5	36,2	24,4	1	0,4	-	62	3,3	0,2	-	-
Витебская ГЭС		23,3	3	2,8	2,5	1,5	33,1	21,8	37,6	2,3	-	3	64,7	2,3	-	-	-
Журжево-2		25,4	9,4	2,8	1,3	-	38,9	34	18,8	2,3	1,1	1,7	57,9	2,3	0,9	-	-
Жмурково		22,7	6,2	3,7	2,8	1,6	36,9	35,8	16,3	2,5	1,2	0,5	56,2	3,9	1,2	-	1,8
Лужесно	Шумилинская равн.	15,5	8,5	3	2,5	0,5	29,9	29,4	36,4	1	0,5	-	67,3	2,2	0,5	-	-
Судники		16,9	4,4	1	1	0,6	23,9	35,3	35,8	1,4	1,6	0,4	74,5	1,6	-	-	-
Шальги		13	2,5	2,1	1,9	0,4	19,9	39,3	34,8	2	2,8	1,2	80,1	-	-	-	-
Дудчино		23,9	8,1	6	4	0,3	42,3	36,1	16,1	2,9	0,3	1,3	56,7	1,0	-	-	-
Сушево Е95		23,4	7,5	4,5	4	0,2	39,6	22,6	30,4	4,9	0,8	0,2	58,9	1,5	-	-	-
Тригубцы		21,6	6,3	4,8	4	0,2	36,7	36,9	22,3	2,1	0,1	-	60,8	2,1	0,2	-	-
Суйково		26,8	4,0	2	2	0,6	35,4	41,4	14,9	4,5	1	0,3	62,1	1,6	0,9	-	-
Хайсы		17,5	1,8	2,2	1,1	0,4	23	41,6	30,7	-	1,1	2,2	75,6	1,1	0,4	-	-
Янополь		Конеч	36,2	5,8	1,9	1,1	1,1	46,1	36,5	9,1	2,8	1,1	0,8	50,3	2,2	1,1	-
Селивовщина	морен	21,9	5,5	1,6	1,6	0,4	30,9	54,3	9,4	3,1	0,8	0	67,6	0,4	1,2	-	-
Река Питомка	гряда	14,2	5,7	6,6	3,8	0	30,2	43,4	15,1	4,7	5,7	0	68,9	0,9	0	-	-

Кварциты отмечены практически во всех пробах (кроме Журжево-2). Зёрна имеют окатанную форму, розового, серого, реже белого цвета. Их среднее содержание 0,7 %.

В пробах морены в малых количествах также обнаружены *кварц* (в среднем 1,9 %), *полевой шпат* (в среднем 1,1 %), *карбонатные новообразования* и *лимонит*. В пробах они встречаются нерегулярно в количестве не более 3,3 % (кварц, проба «Гралёво-ГЭС») для одного компонента.

Осредненный состав гравийно-галечной фракции отобранных в ходе практики проб поозёрской морены для наглядности приведен на диаграмме (рис.).

В пределах исследуемой территории в петрографическом составе грубообломочной фракции поозёрской морены можно заметить существенные различия. Так, в пробах, отобранных с напорных конечно-моренных образований Витебской возвышенности (пробы – Янополь, Питомка, Селивовщина), в отличие от проб, взятых из основной морены, повышенное содержание известняков на 12,3 % больше, и пониженное доломитов – на 13,8 % меньше. Такие характеристики конечно-моренных образований можно объяснить повышенной мощностью ледниковых образований в пределах Витебской возвышенности и, соответственно, небольшим влиянием на насыщение морен доломитами местной питающей провинции Рубского поднятия верхнего девона. Максимальные же значения доломитов характерны пробам, взятым из участков с малой мощностью ледниковых аккумуляций.

Таким образом, по петрографическому составу грубообломочной фракции поозёрская морена района н.п. Ольгово–Руба–Полудетки значительно отличается от напорных конечно-моренных образований, расположенных к востоку от г. Витебск и близка по составу к морене Шумилинской равнины.

Табл. 2. Соотношения отдельных групп пород внутри моренных проб

Место отбора	Геоморфология	Осадоч./ крист.	Известн./ долом.	Мин. зерна/ крист.	Карбон.- терриг.
К-р «Руба», С2	Витебская возв. в р-не Рубы	1,85	1,26	0,14	19,63
К-р «Руба», С3		1,61	1,39	0,12	10,35
Авдеевичи		2,15	1,94	0,15	8,86
К-р «Гралёво», С2		2,63	1,27	0,13	16,48
К-р «Гралёво»		1,60	1,39	0,04	24,70
Гралёво-ГЭС		1,80	1,48	0,10	42,06
Витебская ГЭС		1,96	0,58	0,07	27,24
Журжево-2		1,49	1,81	0,08	16,08
Жмурково		1,52	2,20	0,14	14,31
Лужесно		2,25	0,81	0,09	43,89
Судники	Шумилинская равнина (правый берег Зап. Двины)	3,12	0,99	0,07	23,83
Шальги		4,03	1,13	-	15,69
Дудчино		1,34	2,24	0,02	16,72
Сущево Е95		1,49	0,74	0,04	9,33
Тригубцы		1,65	1,63	0,06	26,64
Суйково		1,75	2,78	0,07	10,29
Янополь		1,09	4,00	0,08	11,96
Селивовщина		2,19	5,80	0,05	16,24
Река Питомка	Конечно-моренная гряда (Витебская возв.)	2,28	2,88	0,03	5,63



Рис. Средний петрографический состав поозёрской морены северо-западного склона Витебской возвышенности

Литература

1. Чеботарева Н.С. Ледниковые потоки Валдайского ледникового покрова // Краевые образования материковых оледенений / Акад. наук СССР, Комис. по изуч. четверт. периода, Мин-во высш. и спец. образования СССР, Смоленский гос. педагог. ин-т им К. Маркса, Мин-во геологии РСФСР, Геол. упр. центр. р-нов. - М.: Наука, 1972. - с. 69-77.
2. Гуминский И.Л., Громыко И.Ж. Петрографические особенности морен Витебской возвышенности // Краевые ледниковые образования материковых оледенений: Тез. докл. VIII Всесоюз. совещ. Минск, 1990. - Минск: Наука и техника, 1990. - 95 с.
3. Ваишов А.А. Петрографический состав грубообломочной фракции моренных отложений в карьере «Гралёво» // Геология и полезные ископаемые четверт. отложений. Матер. VIII Унив. геол. чтений: в 2 ч., 3-4 апр. 2014 г. - Минск: Цифровая печать, 2014. Ч. I. - С. 6-7.
4. Санько А. Ф. Неоплейстоцен северо-восточной Белоруссии и смежных районов РСФСР. - Минск: Наука и техника, 1987. - 187 с.

УДК 550.836: 551.247.1

ТЕПЛОВОЕ ПОЛЕ ПОДСОЛЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

В.И. Зуй, М.А. Дубаневич, Е.А. Василёнок

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Особенностью строения платформенного чехла Припятского прогиба является наличие двух толщ каменной соли девонского возраста, развитых практически на всей его территории [1, 2]. Нижнесолевая толща подстилается подсолевыми карбонатным и терригенным комплексами отложений, перекрывающими кристаллический фундамент.

В послевоенные годы в прогибе были начаты нефтепоисковые работы, продолжающиеся до настоящего времени. В их ходе пробурены сотни глубоких скважин. По некоторым из них были зарегистрированы производственные термограммы. В общем массиве термометрических измерений в скважинах преобладают именно производственные термограммы с недостаточной выдержкой скважин в покое после завершения бурения. С ростом глубины количество имеющихся термограмм быстро уменьшается, рис. 1.

В настоящее время геотермическое поле прогиба является наиболее изученным среди осадочных бассейнов Беларуси [3]. Еще на ранних стадиях исследований была отмечена площадная неоднородность теплового поля [4]. В северной прибортовой зоне прогиба была выявлена положительная геотермическая аномалия. На фоне роста температуры с глубиной было показано, что она на сопоставимых глубинах, а также значения плотности теплового потока увеличиваются практически вдвое от южной и западной частей прогиба в направлении этой аномалии.

Если для глубины 0,5 км количество реально зарегистрированных и экстраполированных (расчетных) значений температуры сопоставимо, то для глубины 3 км их уже становится менее 40, а экстраполированных – около 100 термограмм. Для глубоких же горизонтов чехла 4,5–5 км зарегистрированные термограммы практически отсутствуют, а основную информацию о температуре можно получить в основном из экстраполированных диаграмм и изучение параметров теплового поля здесь можно провести, лишь используя расчетные значения температуры.

Исходные геотермические данные основаны на анализе доступных термограмм производственного термокаротажа и частично - термограмм, зарегистрированных в условиях восстановленного теплового равновесия массивов горных пород, нарушенного бурением, последние получены в разные годы сотрудниками Лаборатории геотермии Института геохимии и геофизики НАН Беларуси с конца 60-х до начала 90-х годов прошлого столетия.

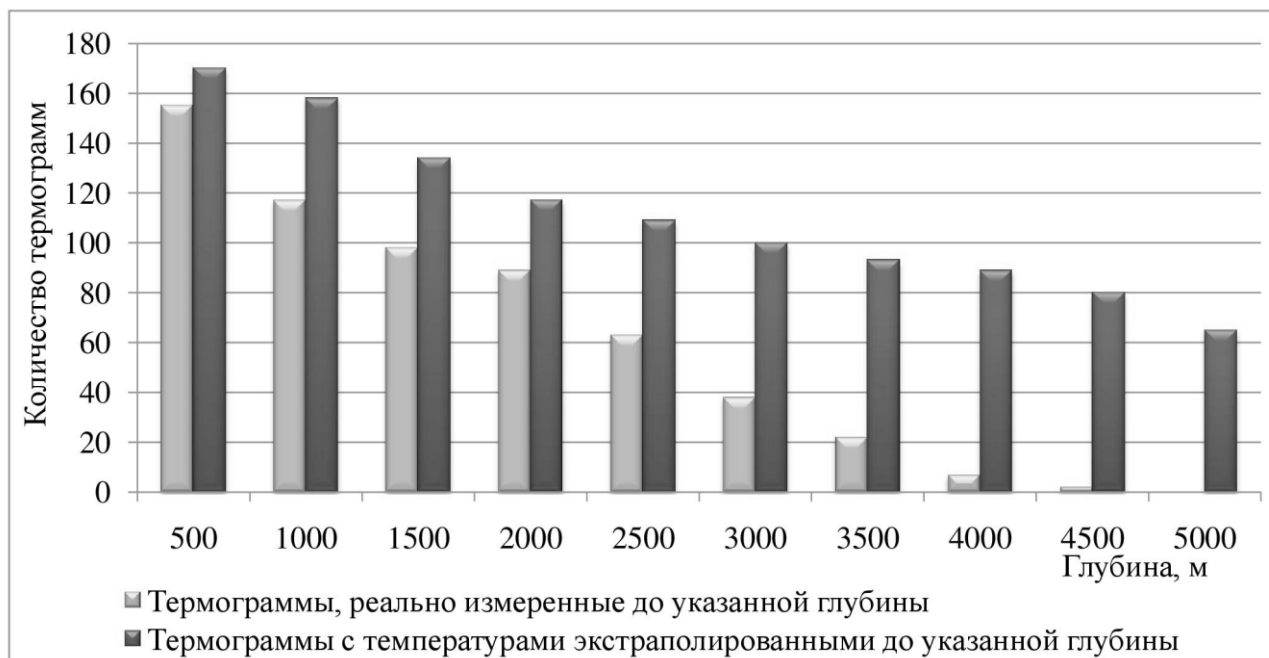


Рис. 1. Количество зарегистрированных (светлые) и экстраполированных (темные) термограмм Припятского прогиба в зависимости от глубины наблюдений

С точки зрения повышенных значений плотности геотермальных ресурсов для их практического использования, нижние толщи отложений представляют интерес, поскольку температура в платформенном чехле прогиба в них имеет более высокие значения, что находит отражение и в плотности геотермальных ресурсов, заключенных в глубоко залегающих геотермальных горизонтах. Для Припятского прогиба – это подсолевые карбонатные и подстилающие их терригенные отложения. Их кровли залегают на разных глубинах в зависимости от конкретных блоков земной коры прогиба.

Рассмотрим распределение температуры в подсолевых отложениях на примере карбонатного комплекса, на кровле которого распределение температуры представлено на рис. 2. До сих пор термограммы по Северо-Припятскому плечу отсутствуют, и изотермы здесь проведены путем исключительно путем экстраполяции. Они потребуют уточнения после накопления новых данных.

Распределение температуры по поверхности подсолевых карбонатных отложений слабо охарактеризовано зарегистрированными термограммами скважин и для ее построения в основном использованы экстраполированные значения температуры, изменяющиеся от 30 до 90-100 °С. Ее высокие величины отображены локальными аномалиями. Западная, слабо изученная часть структуры, характеризуется низкими температурами, а в северной и северо-восточной частях прогиба температура возрастает практически в 2-3 раза. Отметим, что на всей территории прогиба наблюдается закономерное увеличение температуры с запада на востоку с юга на север.

Подчеркнем, что картина распределения температуры на территории Северо-Припятской ступени остается неизученной из-за отсутствия здесь термограмм скважин. Характер проведенных в этой части карты (рис. 2) изотерм является результатом экстраполяции и не может достоверно отражать их реальную геометрию.

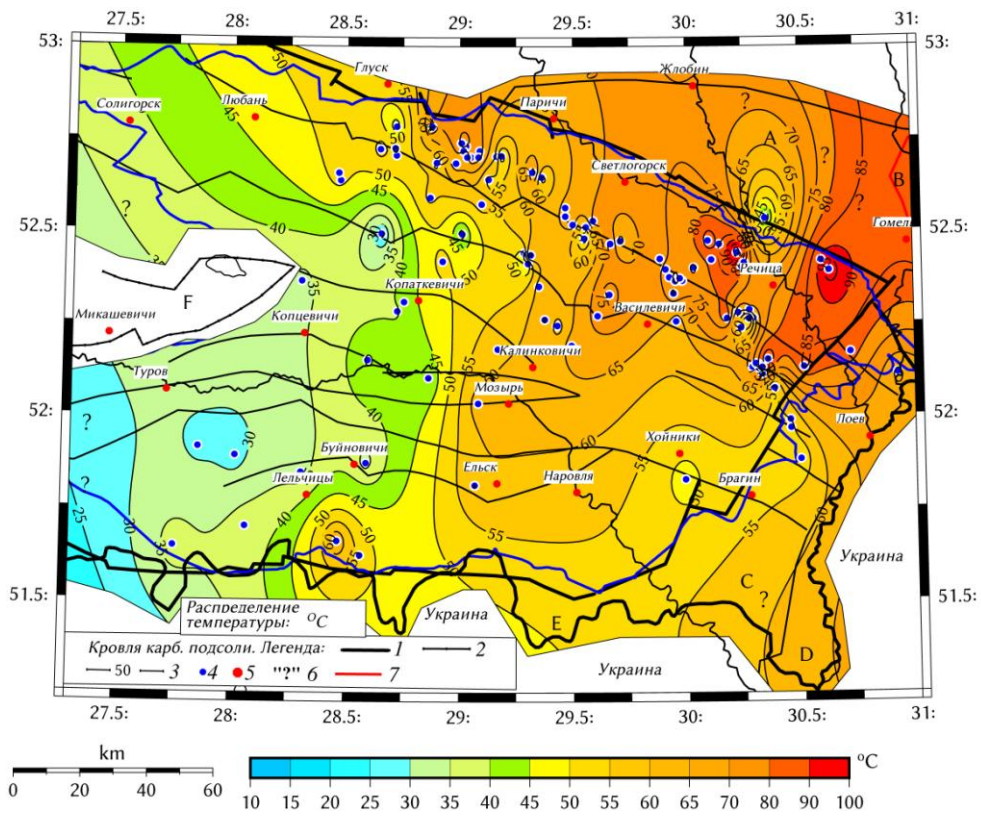


Рис. 2. Распределение температуры на кровле карбонатной толщи подсолевых отложений

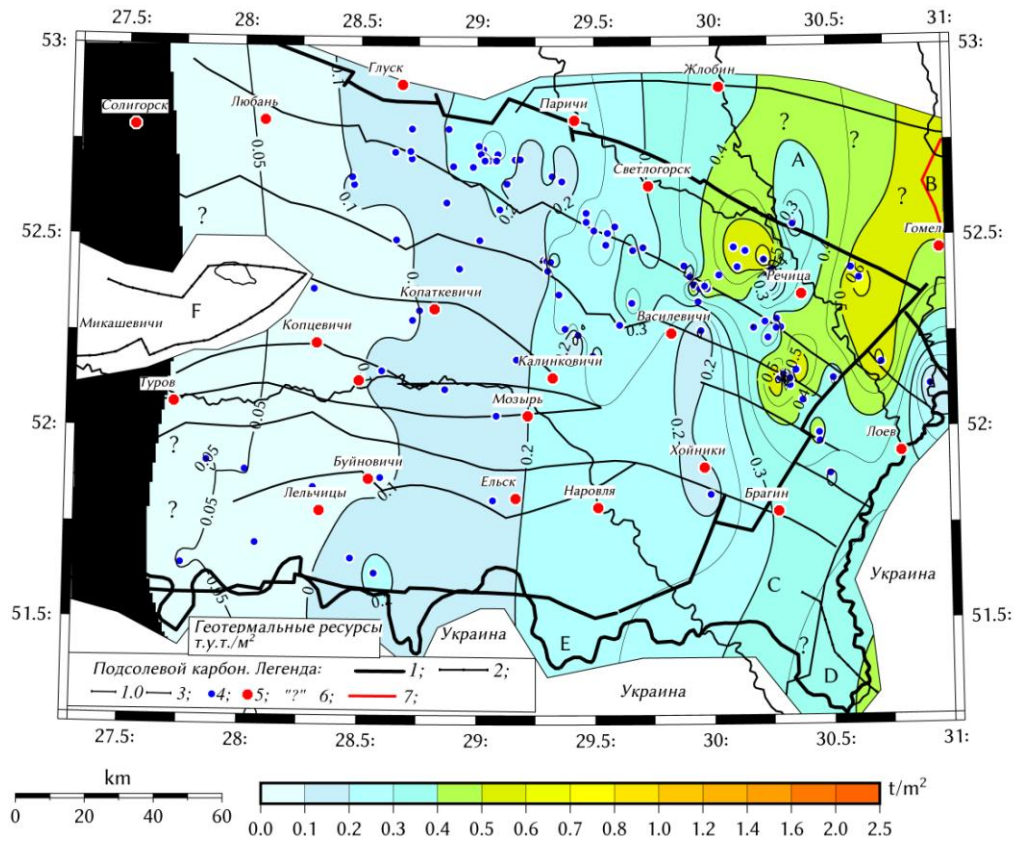


Рис. 3. Распределение плотности геотермальных ресурсов на кровле подсолевых карбонатных отложений Припятского прогиба

Распределение плотности геотермальных ресурсов. Плотность извлекаемых геотермальных ресурсов из толщи подсолевого карбонатного комплекса (рис. 3) определена по методике [5].

Плотность извлекаемых ресурсов геотермальной энергии рассчитана опираясь на доступные термограммы, мощность отложений и сведения о тепловых свойствах горных пород (главным образом на их объемную теплоемкость), выполненные в предыдущие годы [6 и др]. Значения плотности ресурсов подземного тепла изменяются от менее чем 0,2 на западе прогиба до более чем 1,0-1,2 т.т./м² на локальных участках территории в северной прибортовой части прогиба.

Значительный контраст плотности извлекаемых ресурсов на этой части карты обусловлен несколькими факторами. Среди них – общая степень прогремости толщи тепловым потоком из кристаллического фундамента и различной мощностью карбонатных отложений подсолевого комплекса пород. Вторым фактором появления локальных аномалий является разломная тектоника, развитая в этой части прогиба [2].

Изолинии за пределами Северного бортового разлома проведены исключительно в результате экстраполяции. Они не содержат достоверной информации. В его западной части прогиба нет термограмм с зарегистрированными значениями температуры в картируемых отложениях, эта зона изображена черным цветом. В целом, как отмечалось, западная часть прогиба остается до настоящего времени практически неизученной в геотермическом отношении.

Методика расчетов геотермальных ресурсов подразумевает использование дублета скважин (эксплуатационная и поглощающая) для откачки горячих рассолов и их захоронения после съема тепла. В нашем случае минерализация рассолов на глубине залегания подсолевых отложений достигает 350–420 г/л, что весьма затрудняет освоение геотермальных ресурсов путем их откачки, поскольку при подъеме рассолов по стволу скважин произойдет снижение давления и отчасти и их температуры. Это вызовет выпадение кристаллов солей и постепенное закупоривание водоподъемной колонны, насосов и запорно-регулирующей арматуры. В связи с этим извлечение геотермальной энергии здесь рекомендуется путем создания скважинных теплообменников [7] не имеющих гидравлической связи с пластовыми рассолами.

Литература

1. *Конищев В.С.* Соляная тектоника Припятского прогиба. - Минск: Наука и техника, 1975. – 150 с.
2. *Гарецкий Р.Г., Кислик В.З., Высоцкий Э.А., Ерошина Д.М., Петрова Н.С., Обровец С.М., Седун С.В., Протасевич Б.А.* Девонские соленосные формации Припятского прогиба / под ред. А.В. Кудельского. - Минск: Наука и техника, 1982. - 208 с.
3. *Зуй В.И.* Тепловое поле платформенного чехла Беларуси. - Минск: Экономпресс, 2013. 256 с.
4. *Протасеня Д.Г.* Некоторые закономерности геотермики глубоких частей Припятского прогиба // Докл. АН БССР. 1962. Т. 6, № 1. - С. 49–52.
5. Atlas of Geothermal Resources in Europe / European Communities, Leibnitz Institute for Applied Geosciences (GGA) / eds.: S. Hurter, R. Haenel. - Hannover, Germany, 2002. 92 p. 89 plates.
7. *Атрощенко П.П.* Геотермические условия северной части Припятской впадины. – Минск: Наука и техника, 1975. - 104 с.
8. *Kohl T., Salton M., Rybach L.* Data Analysis of the Deep Borehole Heat Exchanger Plant Weissbad (Switzerland) // Proc. of the World Geothermal Congress 2000. Kyushu – Tohoku, Japan, May 28-June 10, 2000. Kyushu – Tohoku. - P. 3459-3464.

GEOLOGICAL-GEOMORPHOLOGICAL MAPPING OF THE CZARNA KONECKA RIVER VALLEY DOWNSTREAM OF STĄPORKÓW (POLISH UPLANDS)

T. Kalicki, P. Kuształ, M. Frączek

Jan Kochanowski University in Kielce, Institute of Geography, Department of Geomorphology, Geoarchaeology and Environmental Management, Kielce, Poland

Study section of the Czarna Konecka river valley is located downstream of Stąporków on Polish Uplands (fig. 1). There is the Mesozoic margin of Holy Cross Mountains with Jurassic (Lias) sandstone (Żarnów series) in the basement.

During Middle Polish glaciations period (Gowarczów phase) the study area was in the immediate front of the ice sheet and a dammed lake was created there. Traces of this as limnoglacial deposits occur in sockless of erosion-accumulative terraces (profiles Czarna 5 and 2), (fig. 1), but only in the eastern part of the study section. In the western part near a moraine hill (kame?) Ostre Górki terraces are accumulative and are composed of thick series of sandy channel alluvia.

Within the valley a high terrace (approx. 6 m) can be distinguished which composed of sandy channel sediments of braided river (profile Czarna 5), (fig. 2). Middle terrace (4.0-4.5 m above the river level) is erosion-accumulative one in the east (profile Czarna 2) and accumulative one in the west (profile Czarna 3) of the study area. It has also been formed by braided river (fig. 2). F Lower terrace (approx. 3 m) was already shaped by the meandering river. Along the river relatively narrow strips floodplain extends higher (2.0-2.5 m) and lower (0.5-1.0 m) (fig. 2).

Alluvia of these two levels show a clear facial differentiation typical for meandering river sediments. Lateral channel migration has created a meandering hill (profile Czarna 3) and a few Holocene cut-fill alluvial bodies. There are numerous subfossil of tree trunks in both the channel sediments (profile Czarna 3) and an abandoned channel fill (profile Czarna 4 and 1). One of these subfossil trees was ¹⁴C dated at 1700±40 BP (MKL 2862) cal. 240-420 AD. It was fallen in the Late Roman period and it has accumulated on the limit between channel deposits and sandy bars in the first stage of abandoned channel filling. The fillings oxbow lakes (profiles Czarna 4 and 1) indicate distinct variation of sedimentation types, referring to changes in the frequency of flooding in the Holocene (fig. 3). One of this type change was ¹⁴C dated at 630±60 BP (MKL 2861) cal. 1270-1420 AD when peats were covered with levee deposits (intercalations of sands and silts). It could be connected with a medieval increase of anthropogenic changes of drainage basin and the valley floor but also with clustering of catastrophic events during the Little Ice Age.

Data collected during the Archaeological Mapping of Poland (Polish Archaeological Record) from the study section are few with only 4 points (traces of settlements) from the Stone Age. Two of them are located on the high terrace. The next two are already on the low terrace, which confirms indirectly probably its Lateglacial age. On this terrace (site 7) developed Early Medieval and Medieval settlement, which indicates that the area was overflowed in this period. However anthropogenic changes could trigger changes of sedimentation type on the flood plain. Archaeological data indicate that the settlement entered the valley floor (flood plain) only in modern times.

During last centuries, the valley has been transformed anthropogenically as documented by cartographic and historical data. This led to the occurrence of catastrophic event in 20th century, e. g. a flood after a break of the dam followed by an accumulation of very coarse alluvium with artefacts downstream of drained lake. At present days, the morphology of the river bed and the valley strongly influences the activity of beavers.

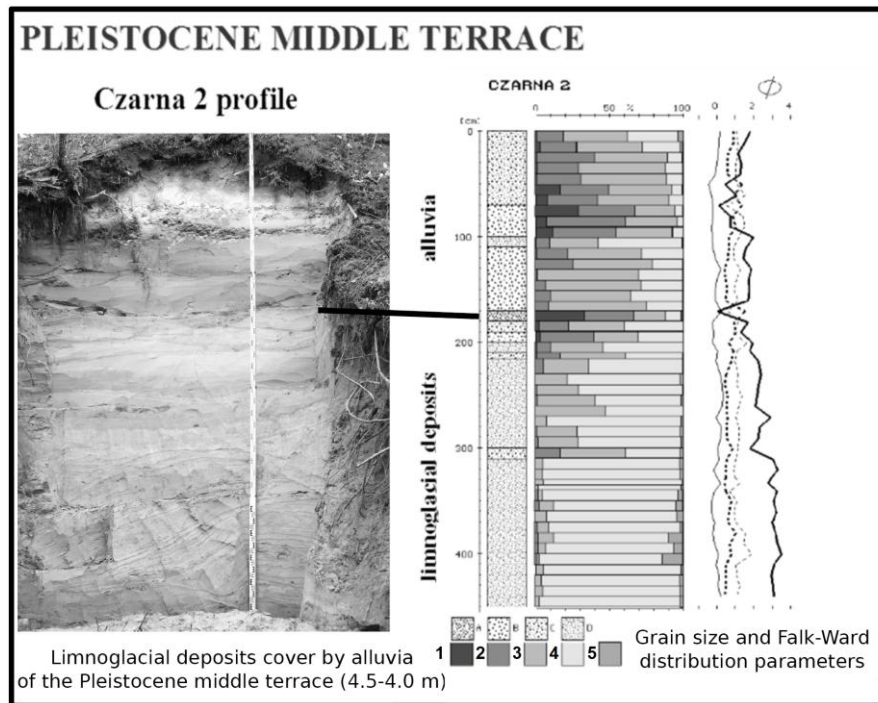


Fig. 1. Alluvia of middle terrace on erosional sockle. Lithology: A – sands with gravels, B – coarse sands, C – medium sands, D – fine sands. Grain size fractions: 1 – medium and fine gravel (-4 to -1 ϕ), 2 – coarse sand (-1 to 1 ϕ), 3 – medium sand (1 to 2 ϕ), 4 – fine sand (2 to 4 ϕ), 5 – silt and clay (above 4 ϕ)

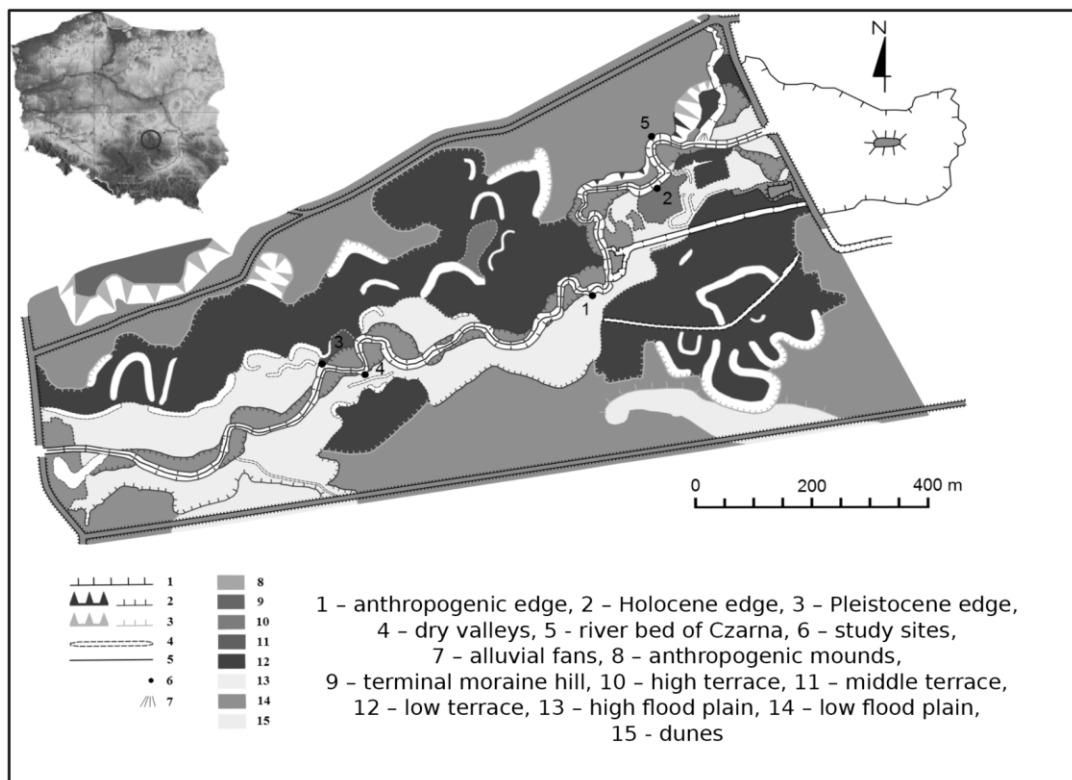


Fig. 2. Location and geomorphological map of study area (by P. Kuszta)

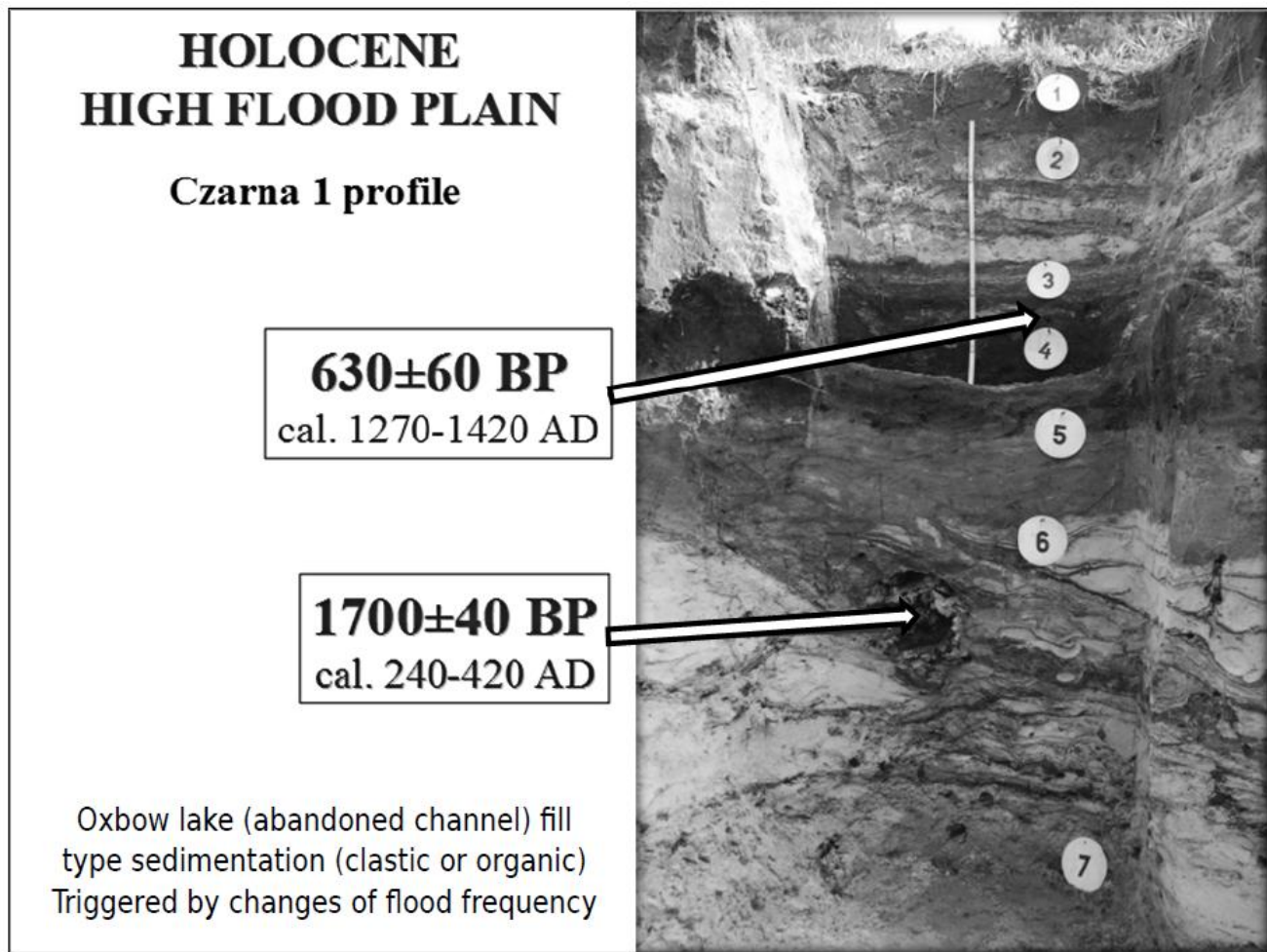


Fig. 3. Changes of sedimentation type in the abandoned channel fill

UDC 550.8:528/551.4:528.067.4

UPPER BIEBRZA BASIN – PROBLEMS OF GEOLOGICAL, GEOMORPHOLOGICAL AND GEOARCHAEOLOGICAL MAPPINGS

T. Kalicki¹, A Wawrusiewicz², M. Frączek¹

¹Jan Kochanowski University in Kielce, Institute of Geography, Department of Geomorphology,
Geoarchaeology and Environmental Management, Kielce, ²Podlachian Museum in Białystok,
Białystok, Poland

The study area is located in NE part of Poland within the upper Biebrza Basin (fig. 1). Relief of this region was formed during the Middle Polish Glaciation – Wartha Glaciation. However during the next ice-sheet advance until the Pomeranian phase of the last glaciation 15,5-15,0 ka BP [1]; 16.2 ka BP [2] outflow from the dam lakes Naroch-Wilia and Skidel 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, 3]. Therefore the upper Biebrza is an 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. Controlling factors of the evolution were climate and vegetation changes.

This type of landscape was settled by Prehistoric people since the Palaeolithic. Subneolithic cultures, the last hunter-gatherer community in the borderland of East and West Europe, are among the least recognized issues of the Polish prehistory. Their way of life, inextricably linked and driven by environmental considerations. Among other things, determined the cyclical nature of the selection and location of settlements. They preferred a small, dry hills situated directly within the valley floor.

Geological, geomorphological and geoarchaeological studies were conducted near the Krasnoborki site in western part of the upper Biebrza river valley. “Dune-like” elevation is located here on the bottom of the marginal valley (pradolina) near its northern slope. Distance between this form and present-day river is about 650 m.

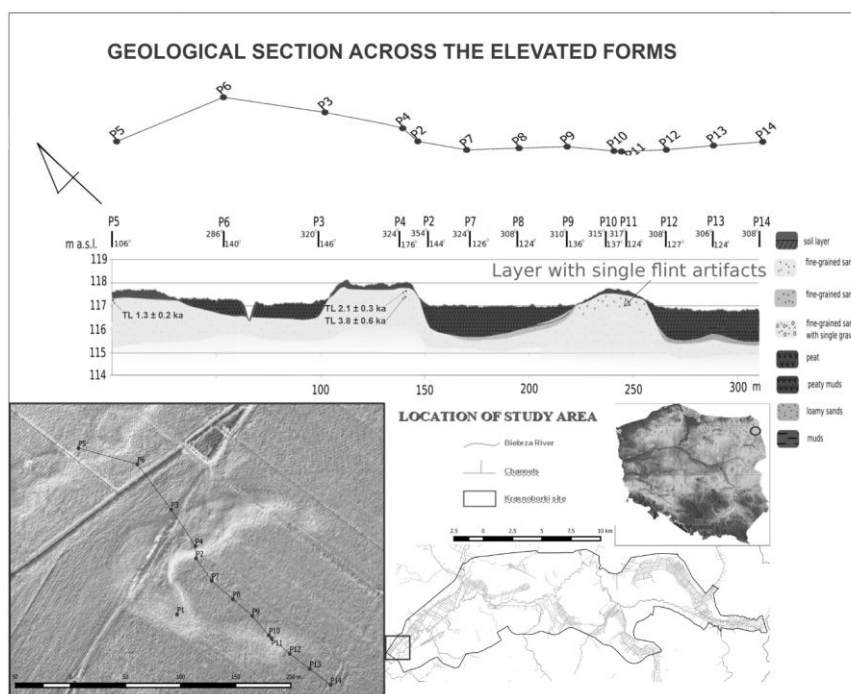
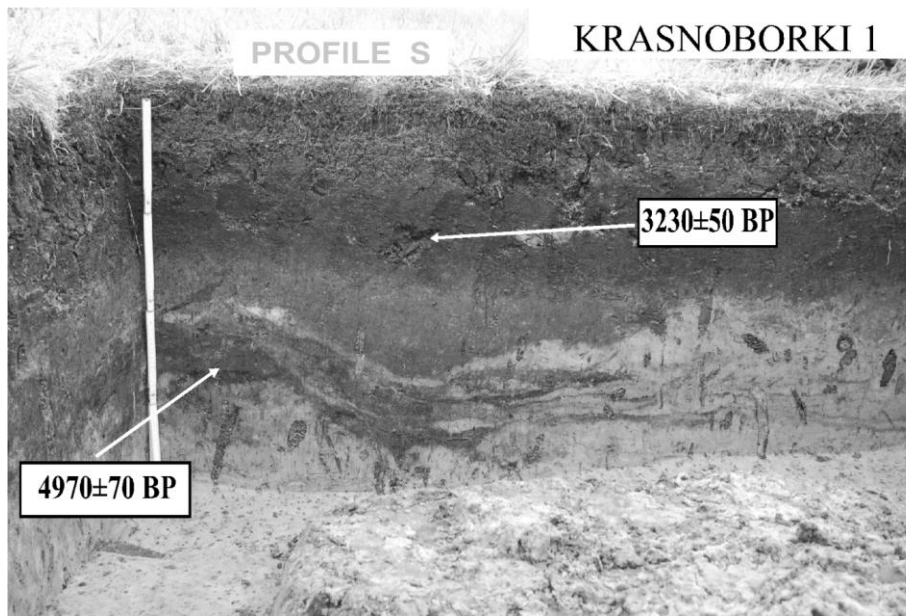


Fig. 1. Location of study area and geological cross section

Geological section (drillholes up to 2 m depth) across this form and surrounding area of the valley floor was done (length 250 m). Elevation is composed of sands, and below sands with gravels and it is surrounded by peat with its thickness up to 2 m. The upper parts of sands were TL dated at 3.8 ± 0.6 ka (KIE-885), 2.1 ± 0.3 ka (KIE-884) and 1.3 ± 0.2 ka (KIE-886). These young datings could be connected with not completely bleaching of sediments.

Two archaeological outcrops were located on elevation slope (trench 1) and valley bottom (trench 2). Few flint artefacts with lithic technology of the Late Mesolithic Janisławice culture and an assemblage of burned bones (human?) over the wooden structure (depth about 60 cm below surface) were located between peat and sands in the trench 1. Wood from this structure was ^{14}C dated at 4190 ± 50 BP cal. 2899-2626 BC (MKL 2854).

The trench 1 indicates traces of some phases of soil erosion and formation of delluvial covers, which interfinger with the surrounding peats (fig. 2). This erosion took place after 4970 ± 70 BP (MKL 2857) and after 4330 ± 60 BP (MKL 2860) and before 3230 ± 50 BP (MKL 2858) and 3110 ± 60 BP (MKL 2859) when the colluvia was covered with peats.

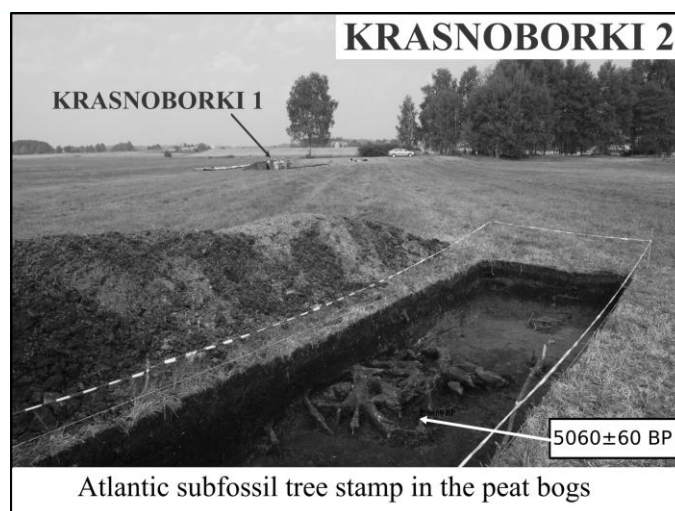


Post Neolithic cut-fill erosional channels (some phases)
on the elevation slope (colluvial series covered with the Subboreal peats)

Fig. 2. Archaeological trench 1 (southern wall)

At the same time tree stumps preserved in peats at the trench 2 indicate a drier periods, when trees could encroach on a peat-bog in the valley bottom. However rising the level of groundwater in the end of the Atlantic has led to death and fallen of trees at 5060 ± 60 BP (MKL 2856).

Conclusions. Due to the structure and texture of sediments elevation is not a dune but erosional remnant of sandy-gravel fluvioglacial deposits. This form was settled in one phase (homogenous flint artefacts in one geological strata) by Subneolithic gatherers of Niemen culture. Layer of artefacts are Late Neolithic occupation horizons because people of this culture, without intensive and stable settlement, didn't formed typical cultural level. Late Mesolithic lithic technology outlived until Late Neolithic (1st half of 3rd millenium BC) Niemen culture. A lack of pottery could be connected with small area of excavation or function of this settlement (hunting or fishing). Cremated bones (human?) concentration could be the first traces of cremation funeral feast of Subneolithic gatherers. So far they have not found any grave of Niemen culture.



Atlantic subfossil tree stamp in the peat bogs

Fig. 3. Archaeological trench 2

Tree stumps preserved in peats (trench 2; fig. 3) indicate humid period in the end of the Atlantic, when the trees couldn't grow on a peat-bog in the valley bottom. Traces of the Subboreal soil erosion and colluvial (delluvial) cover formation occurred on the slope elevation (trench 1). Second humid period and the beginning of a peat accumulation on Subboreal colluvia (delluvia) occurred about 3200-3100 BP. Climate fluctuations correlate very well with phases distinguished in Central European river valleys [4].

The research was carried out in cooperation with the project: "Preservation of wetland habitats in the upper Biebrza Valley" LIFE11/NAT/PL/422.

References

1. *Val'chik M.A.* Razvitie dolinno-rechnoy seti Belorussii i Pribaltiki v sviazi s degradaciey valdayskogo lednikovogo pokrova [in:] *Gidrographicheskaya set' Belorussii i regulirovanie rechnogo stoka* (ed. L. M. Shirokov). Minsk: Universitetskoye, 1992. - P. 3-10.

2. *Kozarski S.* Deglacjacja północno-zachodniej Polski: warunki środowiska i transformacja geosystemu (~20KA→10KA BP) // *Dokumentacja Geograficzna*. 1995. No 1. – 82 s.

3. *Żurek S.* 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, 1994. - P. 15-47.

4. *Kalicki T.* Zapis zmian klimatu oraz działalności człowieka i ich rola w holocenijskiej ewolucji dolin środkowoeuropejskich // *Prace Geograficzne IGiPZ PAN* 204, 2006. - 348 p.

УДК 551.8.89. (476) (332)

ПРОБЛЕМЫ КОРРЕЛЯЦИИ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПЛЕЙСТОЦЕНА ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕГИОНОВ БЕЛАРУСИ, ЛИТВЫ И ПОЛЬШИ

А.К. Карабанов, Т.Б. Рылова

Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Детальные исследования опорных разрезов четвертичных отложений и корреляция стратиграфических подразделений плейстоцена трансграничных регионов Беларуси, Литвы и Польши с целью разработки стратиграфических схем, используемых для решения научных и практических задач, и сейчас остаются в числе актуальных проблем, особенно в связи с планируемыми работами по крупномасштабному геологическому картированию. Специалисты Института природопользования НАН Беларуси в последние годы принимают активное участие в реализации ряда международных научных проектов в области четвертичной геологии, в том числе с Литвой и Польшей.

В результате работ по белорусско-литовскому проекту БРФФИ X13ЛИТ-009 «Геологические корреляции и палеогеографические реконструкции плейстоцена приграничных районов Беларуси и Литвы» (2013-2014 гг.) разработана схема корреляции стратиграфических подразделений плейстоцена Беларуси и Литвы [1]. В 2009-2011 гг. реализован польско-белорусский проект «Составление геологических и седиментологических карт, объединенное с основными палеонтологическими и седиментологическими исследованиями в приграничном районе Польши и Беларуси». В настоящее время выполняются исследования по проекту «Модель геологической структуры, региональные опорные горизонты и палеоклиматы среднего плейстоцена в южной части Польско-Белорусского приграничного региона» (2013-2017 гг.).

Результаты совместных белорусско-литовских и белорусско-польских исследований опорных разрезов с межледниковыми отложениями земского (муравинского) межледниковья на территории Западной Беларуси и Восточной Литвы, разрезов с озерно-болотными межледниковыми александрийскими (мазовецкими) и беловежскими (фердинандовскими), а также ледниковыми отложениями припятского (Odranian) оледенения на территории юго-запада Беларуси (Брестская область) и юго-востока Польши позволили предложить новый вариант корреляции стратиграфических подразделений плейстоцена Беларуси, Литвы, Польши и Западной Европы (табл.).

Международным Союзом геологических наук в 2009 г. утверждена новая нижняя граница четвертичной системы на уровне 2,58 млн лет. Таким образом, бывший верхний ярус плиоцена (гелазский) с верхней границей на уровне 1,8 млн лет и нижней на уровне 2,58 млн лет включен в состав квартера.

Согласно схеме стратиграфического расчленения неогеновых отложений Беларуси [2], гелазскому ярусу соответствуют отложения дворецкого горизонта, голостратотип которого – разрез у д. Дворец Гомельской области, где горизонт охарактеризован палинокомплексом *dv2 Pinus–Picea–Betula–NAP*, который сопоставляется на территории Польши с фазой Ш, выделенной в разрезах Róźce, Ponurzysa и других, коррелируемых с тегеленом, т. е. большей частью верхнего гелазия. Старичные глины дворецкой свиты имеют положительную намагниченность, а состав спорово-пыльцевых комплексов и ископаемой флоры сходны с таковыми тегелена Западной Европы. Это дало основание предполагать, что в разрезе Дворец присутствует субзона Олдувей магнитостратиграфической шкалы [2]. На западе Беларуси дворецкий горизонт представлен ольховскими и новогрудскими слоями. В качестве гипостратотипа дворецкого горизонта приняты разрезы скв. 120 (гл. 92,6–96,2 м) у д. Лозы и 119 (гл. 73,1–88,6 м) у д. Детомля Новогрудского района Гродненской области, где в бывшей асокской свите выделены ольховские и новогрудские слои. Более древние ольховские слои залегают на аналогах холмечского горизонта плиоцена или с эрозионным несогласием на отложениях верхнего миоцена и охарактеризованы спорово-пыльцевым комплексом *dv1 NAP–Betula–Pinus*, который свидетельствует о развитии в ольховское время тундроподобных ландшафтов.

В составе семенной флоры ольховских слоев также отмечены типичные представители перигляциальных ландшафтов [3]. Ольховские слои коррелируются с холодной фазой П в преплейстоцене центральной Польши [4], претегеленом Западной Европы [5] – нижней частью гелазия. Палинокомплекс, выявленный в новогрудских слоях, аналогичен комплексу *dv2* из отложений дворецкой свиты на юго-востоке Беларуси. На территории Литвы в качестве аналога дворецкого горизонта рассматриваются отложения аникщайской свиты [6].

Выше дворецких отложений залегают образования гомельского и брестского горизонтов [2]. Пока не разработаны критерии, позволяющие уверенно коррелировать указанные горизонты с сопредельными территориями. Палеомагнитным методом под наревной мореной в отложениях брестского горизонта установлена граница Brunhes / Matuyama [2]. На территории Литвы эта граница и субхрон Jaramillo зафиксированы в разрезах Даумантай и Шлаве [7, 8]. Отложения дворецкого, гомельского и брестского горизонтов, залегающие между холмечским горизонтом плиоцена и древнейшим наревским ледниковым горизонтом, предложено относить к нижнему плейстоцену [1]. В Литве нижнему плейстоцену соответствуют отложения верхней части аникщайской толщи, а также даумантайская свита. На территории Польши и Западной Европы стратиграфия этой части плейстоцена, как видно из приведенной схемы, разработана значительно детальнее (табл.).

Древнейшим ледниковым горизонтом плейстоцена Беларуси является наревский, который на территории Литвы уверенно коррелируется с дзукийской свитой. Однако между даумантайской толщей и подошвой дзукийской морены выделяются более древнее кальвийское оледенение и винджюнское межледниковье [9]. Пыльцевая диаграмма

стратотипа этого межледникового, однако, вряд ли может быть отнесена к межледниковому типу, но в таком случае выделение самостоятельного кальвийского оледенения является проблематичным.

Табл. Корреляция стратиграфических схем четвертичных отложений Беларуси, Литвы, Польши и Западной Европы

Age (Ma)	Chron	System	Division	Subdivision	Belarus	Lithuania	Poland	West Europe	MIS		
0,13	Brunhes	QUATERNARY	Pleistocene	Upper	Holocene	Holocene	Holocene	Holocene	1		
					Poozerian	Nemunas	Vistulian	Weichselian	2-5a-d		
				Muravian	Merkine	Eernian	Eemian	5e			
				Pripiatian	Sozh	Medininkai	Odranian	Warta	Saalian	Warthe	6-10
					Dnieper	Snajgupelė?		Odra		Drenthe	
						Zemaitija		Lubavian Kizhantian Zbojman Laviecian	Wacken Drenthe Fulne		
				Alexandrian	Butėnai	Mazovian	Holsteinian	11			
				Berezina	Dainava	Sanian 2	Elsterian	12			
				Middle	Belovezhnian	Mogilev	Turgėiai	Ferdinandovian 2	Cromerian complex	Int. III, gl. C, int. IV	13-21
						Nizhninsky		Ferdinandovian 1/2		Glacial B	
Borky	Ferdinandovian 1	Interglacial II									
Narev	Dzukija Vindzūnai Kalviai	Sanian 1	Glacial A								
Lower	Brest	Daumantai	Podlasian		Interglacial I	64					
			Nidantian		Bavelian						
	Augustovian		Menapian								
	Narevian		Waalian								
	Celestynowian		Eburonian								
	Otwockian										
	Gomel		Ponurzycian		Tiglian						
Dvoretz	Novogrudok	Aniksciai	Rozcian	Prætigian							
	Olchovka										
2,58	Gauss	Neogene	Pliocene	Upper	Kholmech		Gozdnician	Rewer			

На территории Польши наревскому ледниковому горизонт соответствует оледенение Sanian 1. Указанные горизонты могут быть сопоставлены, по нашему мнению, с гляциалом А (Glacial A) кромержского комплекса. Польские геологи, однако, коррелируют Sanian 1 с гляциалом С (Glacial C) [10].

Беловежский межледниковый горизонт, согласно схеме стратиграфического расчленения четвертичных отложений Беларуси [2], занимает положение между наревским и березинским ледниковыми горизонтами и состоит из трех подгоризонтов, из которых нижний (борковский) и верхний (могилевский) отвечают теплым интервалам плейстоцена, а разделяющий их нижнинский подгоризонт соответствует холодному интервалу. Данные подгоризонты, вслед за Л.Н. Вознячуком [11, 12] многие белорусские палеонтологи рассматривают в качестве самостоятельных горизонтов [13–15 и др.].

Беловежскому горизонту плейстоцена на территории Литвы соответствует тургеляйская свита, помещаемая между образованиями дзукийской и дайнавской свит и коррелируемая с могилевским подгоризонтом. Аналоги борковского и нижнинского подгоризонтов на территории Литвы не найдены. На территории Польши беловежскому горизонту несомненно отвечает *Ferdinandovian*. Проблема заключается в том, что белорусские и польские геологи и палеоботаники по-разному коррелируют данные отложения с кромерским комплексом Западной Европы.

Сравнение спорово-пыльцевых диаграмм беловежского горизонта с диаграммами кромерского комплекса позволяет уверенно коррелировать борковский интервал беловежского горизонта с *Cromerian II (Westerhoven)*, а могилевский – с *Cromerian III (Rosmalen)* [16]. В таком случае нижнинский подгоризонт беловежского горизонта следует сопоставлять с *Glacial B* кромерского комплекса.

Польские геологи коррелируют фердинандовское межледниковье, включающее, как и беловежское, два теплых интервала, разделенные холодным, с *Cromerian IV*, а предшествующее оледенение *Sanian 1*, как отмечалось выше – с *Glacial C* кромерского комплекса. Остальной части кромерского комплекса отвечает интергляциал *Podlasian* [10].

Березинский ледниковый горизонт, залегающий выше беловежского, хорошо сопоставляется с дайнавским на территории Литвы, *Sanian 2* в Польше, *Elsterian* в Западной Европе. Александрийский межледниковый горизонт четко коррелируется с бутенским в Литве, мазовецким в Польше, гольштинским в Западной Европе.

Днепровский и сожский подгоризонты припятского горизонта на территории Литвы коррелируются соответственно с жямайтской и мядинкайской свитами. Однако в интервале между указанными ледниковыми свитами некоторые литовские исследователи выделяют снайгупельскую межледниковую свиту [6], аналоги которой на территории Беларуси не обнаружены. В Польше днепровскому и сожскому подгоризонтам отвечают *Odra* и *Warta*, которые рассматриваются как стадии оледенения *Odranian*, соответствующего припятскому оледенению в Беларуси. В то же время на территории Польши в интервале между мазовецким межледниковьем и оледенением *Odranian* выделяются еще два холодных и два теплых интервала. В схеме Западной Европы в рассматриваемом интервале также представлены несколько стратиграфических подразделений, не выявленных на территории Беларуси [17].

Маркирующие горизонты верхнего плейстоцена – муравинский межледниковый и поозерский ледниковый четко коррелируются соответственно с мяркинской и нямунаской свитами в Литве, эемским и вистулианским горизонтами в Польше.

Таким образом, ледниковые горизонты: наревский, березинский, припятский (днепровский + сожский подгоризонты) и поозерский коррелируются на территории Литвы соответственно с дзукийской, дайнавской, жямайтской, мядинкайской и нямунаской свитами. Могилевский подгоризонт беловежского горизонта, александрийский и муравинский горизонты уверенно коррелируются с тургеляйской, бутенской и мяркинской межледниковыми свитами. Корреляция других стратиграфических подразделений плейстоцена пока проблематична.

На территории Польши аналогами наревского, березинского, припятского и поозерского ледниковых горизонтов являются соответственно *Sanian 1*, *Sanian 2*, *Odranian* и

Vistulian. Беловежскому, александрийскому и муравинскому межледниковым горизонтам в Польше четко соответствуют фердинандовский, мазовецкий и эемский. Корреляция иных стратиграфических подразделений является пока предположительной и несомненно требует серьезного обоснования.

Литература

1. Šerienė V., Karabanov A., Rylova T., Baltrūnas V., Savchenko I. The Pleistocene stratigraphy of the south-eastern sector of the Scandinavian glaciations (Belarus and Lithuania): a review // *Baltica*. 2015. Vol. 28, N 1. - P. 51–60.
2. Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси: объяснительная записка / С.А. Кручек, А.В. Матвеев, Т.В. Якубовская и др. – Минск: ГП «БелНИГРИ», 2010. - 282 с. + приложение из 15 стратиграфических схем.
3. Рылова Т.Б., Якубовская Т.В. Аналогии претегелена на территории Беларуси по палеоботаническим данным // *Актуал. проблемы палинологии на рубеже третьего тысячелетия*. - М.: Изд-во ИГиРГИ, 1999. - С. 253–255.
4. Stuchlik L. Some Late Pliocene and Early Pleistocene pollen profiles from Poland // *NATO ASI series*. 1994. Vol. 127. - P. 371–382.
5. Zagwijn W.H. An outline of the Quaternary stratigraphy of the Netherlands // *Geologie en Mijnbouw*. 1985. N 64. - P. 17–24.
6. Кондратене О.П. Стратиграфия и палеогеография квартера Литвы по палеоботаническим данным. – Вильнюс, 1996. - 213 с.
7. Baltrūnas V., Zinkutė R., Šerienė V., Katinas V., Karmaza B., Kisielienė D., Taraškevičius R., Lagunavičienė L. Sedimentary environment changes during the Early-Middle Pleistocene transition as recorded by the Daumantai sections in Lithuania // *Geol. Quarterly*. 2013. N 57 (1). - P. 45-60.
8. Baltrūnas V., Zinkutė R., Šerienė V., Karmaza B., Katinas V., Kisielienė D., Stakėnienė R. and Pukelytė V. The earliest Pleistocene interglacials in Lithuania in the context of global environmental change // *Geol. Quarterly*. 2014. 58 (1). doi: 10.7306/gq. 1148.
9. Guobytė, R., Satkūnas J. Pleistocene Glaciations in Lithuania // *Developments in Quaternary Sci.* - Amsterdam. The Netherlands, 2011. - P. 231–246.
10. Lindner L., Marks L., Nita M. Climatostratigraphy of interglacials in Poland: Middle and Upper Pleistocene lower boundaries from a Polish perspective // *Quaternary Int.* 2013. Vol. 292. - P. 113–123.
11. Вознячук Л.Н. Основные стратиграфические подразделения четвертичных отложений // *Матер. по статиграфии Белоруссии*. – Минск, 1981. - С. 137-151.
12. Вознячук Л.Н. Проблемы гляциоплейстоцена Восточно-Европейской равнины // *Проблемы плейстоцена*. – Минск, 1985. - С. 8-55.
13. Величкевич Ф.Ю., Санько А.Ф., Рылова Т.Б., Назаров В.И., Хурсевич Г.К., Литвинюк Г.И. Стратиграфическая схема четвертичных (антропогеновых) отложений Беларуси // *Стратиграфия. Геол. корреляция*. 1996. Т. 4, № 6. - С. 75-87.
14. Величкевич Ф.Ю., Хурсевич Г.К., Рылова Т.Б., Литвинюк Г.И. К стратиграфии среднего плейстоцена Беларуси // *Стратиграфия. Геол. корреляция*. 1997. Т. 5, № 4. - С. 68-84.
15. Рылова Т.Б., Савченко И.Е. Растительность и климат межледниковых интервалов плейстоцена Беларуси по данным палинологических исследований // *Літасфера*. 2006. № 1(24). - С. 12–26.
16. Zagwijn, W.H. The Cromerian Complex Stage of the Netherlands and correlation with other areas in Europe // *The Early Middle Pleistocene in Europe*, 1996. - P. 145–172.
17. Head M.J., Gibbard P.L. Early-Middle Pleistocene transitions: Linking terrestrial and marine realms // *Quaternary Int.* 2015. V. 389. - P. 7–46.

О СВЯЗИ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО РЕЖИМА И МИНЕРАГЕНИЧЕСКОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

А.В. Кирикович

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Изучение осадочных бассейнов относится к числу приоритетных задач геологии последних десятилетий. Они привлекают должное внимание с позиции выявления крупных месторождений полезных ископаемых. Спектр полезных ископаемых довольно широк.

При комплексном изучении осадочных палеобассейнов выявляется связь рудоносности бассейна с его геодинамической позицией и формационными рядами (латеральными и вертикальными) выполняющих его осадочных отложений. Формационные ряды платформенных чехлов маркируют трансформацию геодинамических обстановок, обусловленных сменой стадий геодинамического цикла Вильсона. Согласно геодинамической классификации, Припятский палеобассейн относится к внутриконтинентальному осадочно-породному бассейну деструктивно-дивергентного геодинамического режима [1].

Минерагенические знания об осадочных бассейнах являются научной основой прогноза, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. Поэтому необходимо также уделять внимание тому, чтобы помимо изложения концепций о происхождении и распределении в пространстве и времени концентраций элементов и минералов, содержались практические указания о методах их нахождения.

Из трех осадочных бассейнов на территории Беларуси наиболее изученным и крупным бассейном является Припятский осадочно-породный бассейн, в пределах которого выявлен ряд месторождений различных полезных ископаемых. Территория Припятского прогиба по минерагеническому районированию относится к Припятско-Донецкой провинции в пределах Восточно-Европейской минерагенической страны и представляет собой Припятскую минерагеническую зону.

Полезные ископаемые по минерагенической специализации платформенного чехла Припятской зоны подразделяются на ведущие, второстепенные и предполагаемые. Ведущими полезными ископаемыми являются калийные соли (Старобинское, Петриковское и Октябрьское месторождения), каменная соль (Давыдовское, Мозырское и Старобинское), нефть (82 месторождений). К второстепенным полезным ископаемым относятся горючие сланцы (Любанское и Туровское месторождения), бурый уголь (Бриневское, Житковичское и Тонежское), газ (газовые и газоконденсатные залежи Красносельского и Западно-Александровского месторождений), калийно-магниевые соли (Любаньский участок), боксит-даксонитовые руды (Заозерное месторождение), гипс (Бриневское месторождение). Существуют геологические предпосылки для выявления месторождений урана, меди, редкоземельных и других металлов.

Основную часть прогиба занимает Припятский калиеносный бассейн хлоридно-калиевого геохимического типа. Данная геохимическая специализация характерна для внутриконтинентальных впадин деструктивно-дивергентного геодинамического режима. В геологической истории прогиба выделяется три этапа накопления калийных солей: позднефранский, среднепозднефаменский и раннепермский. Промышленное значение имеет только средневерхнефаменская калиеносная субформация, которая занимает площадь около 19,1 тыс. км² [2]. Она сформировалась в главную фазу рифтогенеза Припятского прогиба.

На рифтовой стадии развития также происходило формирование структуры нефтеносных комплексов и ловушек углеводородов Припятского прогиба на фоне

интенсивного дифференцированного по разломам прогибания в условиях растяжения земной коры. К концу главной фазы рифтогенеза был сформирован современный структурный облик нефтеносных комплексов и достигнуты близкие к современным глубины их залегания. Исследование тектоники, генерации и аккумуляции УВ в Припятском палеорифтовом бассейне подтверждают наличие чёткой корреляции распространения очагов генерации УВ, состава и свойств УВ, а также этапов интенсивной генерации нефти с геодинамическими особенностями и тектонической историей прогиба.

К поздней фазе рифтогенеза приурочено накопление урана на территории Припятского прогиба. В ходе поисковых работ на уран были выявлены рудопроявления различного рудогенеза и благоприятные на выявление урана горизонты.

При более детальном и комплексном изучении осадочных бассейнов, в том числе с позиции связи геодинамического режима и минерагенических особенностей палеобассейнов, можно предполагать о выявлении новых месторождений полезных ископаемых на территории Беларуси.

Литература

1. Беленицкая Г.А. Тектонические аспекты пространственного и временного распределения соленосных бассейнов мира // Альманах «Пространство и время», спец. вып. Система планета Земля. 2013. Т. 4, № 1. - С. 30-60.

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

УДК

СОВРЕМЕННЫЕ ЗАДАЧИ ГЕОЛОГИИ И РОЛЬ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ В ИХ РЕШЕНИИ

А.М. Ковхута

*Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь,
Минск, Беларусь*

Главной задачей геологии является наращивание минерально-сырьевой базы Республики Беларусь для обеспечения отечественным сырьем действующих и вновь создаваемых предприятий.

Результатами выполнения за прошедшие пять лет Программы освоения месторождений полезных ископаемых и развития минерально-сырьевой базы Республики Беларусь на 2011–2015 гг. и на период до 2020 г. являются приросты запасов нефти – 1,2 млн т; калийных солей – 3,5 млрд т; цементного сырья – 1,3 млрд т; доломита – 530 млн т; стекольных песков – 182 млн т. В Брестской области выявлены месторождения базальтов и туфов, пригодных для производства минеральных волокон.

Важной задачей является эффективность использования средств, экономически выгодное сочетание бюджетного и внебюджетного финансирования. Как показала практика последних лет, вложение 1 руб. в геологоразведку дает чистый доход от 4 до 8 руб., рассчитанный по приросту запасов. Однако, отсутствие оборотных средств предприятий и недостаточный опыт привлечения кредитных ресурсов замедляет темпы геологоразведочных работ и применение их результатов для освоения месторождений полезных ископаемых.

Бюджетное финансирование этих работ в последние годы постоянно сокращается и используется только на поиск и предварительную разведку новых месторождений, а их детальная разведка и разработка ведется за счет собственных средств добывающих

организаций – отечественных или зарубежных. При этом бюджетные средства, согласно Кодексу о недрах должны возвращаться в бюджет при передаче месторождений в освоение.

Значительной проблемой остается низкая активность инвесторов, которые вкладывают средства пока только в разработку месторождений калийных солей, стройматериалов (гранитный щебень, трепел, мел), торфа, сапропелей и подземных вод, а также в поиски сланцевого газа.

В 2016 г. будут проведены аукционы по месторождениям нефти, мела, бентонитовых глин, гипса. К сожалению, не нашли инвесторов бурые угли, сланцы и железные руды.

Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь (далее – Минприроды) составлена Государственная программа «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов на 2016-2020 годы», в которой представлена подпрограмма «Изучение недр и развитие минерально-сырьевой базы Республики Беларусь», включающая научно-исследовательские и геологоразведочные работы.

Программой предполагается продолжить разведку нефти и газа, стекольных песков, стройматериалов, каолина, давсонит-бокситовых руд, подземных вод, базальтов, туфов, пиррофиллита, выполнить региональные работы в малоизученных районах и на больших глубинах.

Планируется привлечение инвесторов по геологоразведочным работам с высокой затратностью и отсутствием опыта у белорусских геологов по сланцевому газу, редкоземельным элементам и некоторым другим видам сырья. Подготовка материалов для инвесторов будет осуществляться Минприроды и Минэкономики совместно с заинтересованными органами государственного управления.

Составлен План действий по интенсификации освоения минерально-сырьевой базы Республики Беларусь на 2015–2020 гг., рассмотренный и одобренный Межведомственным советом по вопросам комплексного использования минеральных ресурсов. В этот план включены мероприятия по освоению видов сырья, разведка которых предусмотрена в госпрограмме, а также калийных солей, торфа, сапропелей, доломитов. Реализация плана действий позволит сократить объем импорта сырья до 100 млн долл. в год.

2-4 февраля 2016 г. в г. Минске проведен Первый Евразийский горно-геологический форум «На пути к единому сырьевому рынку Евразии», в котором приняли участие руководители и ведущие специалисты геологических и горных служб Российской Федерации, Республики Беларусь, Республики Казахстан, Республики Киргизия.

На форуме обсуждены вопросы международного сотрудничества в области проведения геологоразведочных работ, государственной экспертизы и образовательной политики, возможности и риски горной отрасли в контексте развития интеграционных процессов в СНГ, актуальные проблемы геологии, современные технологии геологического изучения и разработки недр. По результатам форума составлена резолюция, которая направлена в органы государственного управления стран ЕАЭС.

Евразийский горно-геологический форум призван стать постоянным местом встречи для продуктивного обсуждения отраслевых проблем в контексте развития межгосударственного сотрудничества и надгосударственных интеграционных образований в Евразии.

В республике имеется реальный резерв для экспорта и замещения импорта отдельных видов сырья. Большую роль в освоении месторождений могут сыграть инвесторы. Минприроды будет оказывать максимальное содействие облизполкомам, однако, окончательное решение об экономической целесообразности освоения месторождений и вопросы, связанные с оформлением документов, остается за ними.

Одним из важных направлений укрепления экономического потенциала Республики Беларусь и увеличения объемов экспорта может стать геологическое изучение и разработка месторождений полезных ископаемых за рубежом. Интеграция в этот рынок требует наличия

организаций, обладающих современным буровым и технологическим оборудованием, а также соответствующими финансовыми возможностями.

Экспорт геологических услуг осуществляют:

ОАО «Белгорхимпром» - реализует проект в Туркменистане «Строительство “под ключ” горно-обогатительного комбината на базе Гарлыкского месторождения калийных солей», оказывает инжиниринговые услуги, организует финансирование, управление поставками материально-технических ресурсов, выполнение строительно-монтажных работ, а также пуск объекта в эксплуатацию.

РУП «ПО «Белоруснефть» - проводит геофизические исследования, капитальный ремонт скважин, бурение на месторождениях нефти в Венесуэле, Эквадоре, Украине, Российской Федерации.

ГП «Научно-производственный центр по геологии» Минприроды – в 2010 – 2012 гг. выполнял бурение в Российской Федерации, с 2010 года по настоящее время выполняет там геофизические работы. Получен доступ к торговым площадкам Казахстана и участию в тендерах на проведение геологоразведочных работ. Подписана дорожная карта по подготовке и реализации пилотного проекта по геологоразведочным работам на подземные воды в штате Синд (Белуджистан) Исламской Республики Пакистан. Начато сотрудничество с Центром по подготовке научных кадров при Пешаварском университете Пакистана. Реализуется научный проект с Институтом геологических наук Польской академии наук в Варшаве.

Исходя из изложенного, задачами высшей школы нашей страны в плане развития геологии являются:

- подготовка высококвалифицированных кадров, имеющих не только теоретические знания, но и практических навыки выполнения геологоразведочных работ и их научного сопровождения в соответствии с международными стандартами и требованиями;

- установление тесного сотрудничества учреждений высшего образования с профильными предприятиями для проведения студенческих практик и дальнейшего трудоустройства;

- создание резерва кадров выпускников вузов, который можно задействовать в случае увеличения объемов работ как внутри страны, так и за ее пределами;

- продолжение обучения в аспирантуре и докторантуре специалистов в области геологии и горного дела как граждан Республики Беларусь, так и иностранцев;

- установление контактов между вузами различных стран для повышения квалификации студентов и расширения экспорта геологических услуг.

УДК 551.332.56

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАМОВЫХ ТЕРРАС ЛЕДНИКОВЫХ ЛОЖБИН БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ И БАЛТИЙСКОЙ ГРЯДЫ

С.М. Колошич

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Сравнительная характеристика проводится на примере флювиогляциальных камовых террас Свентяньских гряд и камовых террас в пределах возвышенности Tėmaičiai [1], части Балтийской гряды. В основу сравнительной характеристики положена генетическая классификация камовых террас Балтийской гряды, которая является продуктом длительного изучения различных типов камовых террас Литвы [1] полевыми методами геолого-геоморфологической съемки. Камовые террасы Свентяньских гряд расположены по бортам субгляциальной водно-эрозионной ложбины Долгое и Аутской ложбины ледниковой

экзарации и выдавливания (рис.), расположенных на востоке Глубокского района Витебской области [2].

Камовые террасы на территории Беларуси недостаточно изучены. Это находит отражение во фрагментарном характере их распространения на геолого-геоморфологических картах. Во многих палеоложбинах террасы вовсе не выделяются или только упоминаются. Их изучение во многом осложнено отсутствием фундаментальной базы, основанной на генетической классификации. В тоже время изучение камовых террас позволило бы раскрыть историю и процессы формирования ледниковых ложбин и озерных котловин, понять закономерности стока талых ледниковых вод на этапах дегляциации [3]. С другой стороны, камовые террасы интересны с практической точки зрения, поскольку являются местами нерудных полезных ископаемых, таких как строительные пески, глины и др.

Флювиогляциальные камовые террасы ледниковых ложбин Белорусского Поозерья и Балтийской гряды имеют ряд схожих черт. Это схожесть литолого-гранулометрического состава, приуроченность к отложениям талых вод отступающего последнего оледенения. Так же это общий характер геоморфологического разреза и пространственная приуроченность к бортам палеоложбин, расположенных в пределах конечно-моренных форм рельефа. Сложены террасы преимущественно песчаным материалом различной степени сортировки, что обусловлено изменением динамики потоков талых ледниковых вод [1, 3]. Так, от центра ложбин ближе к их бортам наблюдается смена мелких песчаных фракций более крупными. Подобная закономерность прослеживается при смене фаций сверху вниз по разрезу. Уменьшение крупности песчаного материала отмечается в дистальном направлении – от палеоложбин к их дельтам. В большинстве камовые террасы расположены у бортов палеоложбин и примыкают к конечно-моренным грядам. Морфологически все террасы имеют бровку, уступ, площадку и тыловой шов в различной степени выраженности.

Территориальная удаленность двух рассматриваемых регионов и локальные различия их физико-географических, геоморфологических и палеогеографических условий обуславливают отдельные отличительные черты камовых террас. Прежде всего, это различие в возрасте связанного с различными фазами последнего оледенения. Это обуславливает некоторые литологические различия. Характер рельефа и динамика ледниковых покровов также являлись определяющими факторами.

В строении камовых террас Балтийской гряды [1] и Свентяньских гряд [2, 3] (рис.) в целом много общего.

Об общности генезиса свидетельствует схожесть камовых террас по литологическому составу, морфологии и ориентировке косых серий отложений. В обоих районах террасы имеют флювиогляциальную природу и отражают финальную стадию расконсервации ледниковых ложбин от мертвого льда.

Камовые террасы ложбины оз. Долгое расположенные в пределах бортов ложбин и сложены преимущественно песчаным материалом. Это в совокупности с их латеральной ориентировкой и сменой по разрезу свидетельствует о наличии периодически меняющихся динамических условий стока талых ледниковых вод. Таким образом их формирование происходило в результате стока талых ледниковых вод на контакте между глыбами мертвого льда, консервирующих ложбину, и коренным моренным склоном ложбины. В результате этого образовывался сточный водоем омывающий склоны глыб мертвого льда, в котором аккумулировался материал, с характерной сменой по фациям. Характер данной смены определяется поступлением стока талых вод, в зависимости от динамики процесса дегляциации. Данный генетический тип в вышеупомянутой классификации имеет собственное название *камовые террасы, формирующиеся вдоль краевой кромки ледника*.

В свою очередь камовые террасы Аутской ложбины, приуроченные к ее дну, сложены преимущественно алевритистым и песчаным материалом. Субгоризонтальная слоистость отложений, в совокупности с отсутствием глинистых осадков позволяет исключить версию о

лимногляциальном генезисе камовых террас в пользу их флювиогляциальной природы. Таким образом, их формирование связано со стоком талых ледниковых вод внутри тела омертвевшего ледника в сквозных проталинах с ледяными стенками. Иногда во время похолоданий образовывались застойные водоемы, имеющие спорадический сток. Сток определялся теплообеспеченностью территорий, что обуславливало изменения во внутреннем строении ледника и динамику его таяния. В пределах Балтийской гряды данный тип камовых террас получил название *гляциофлювиальные камовые террасы*.

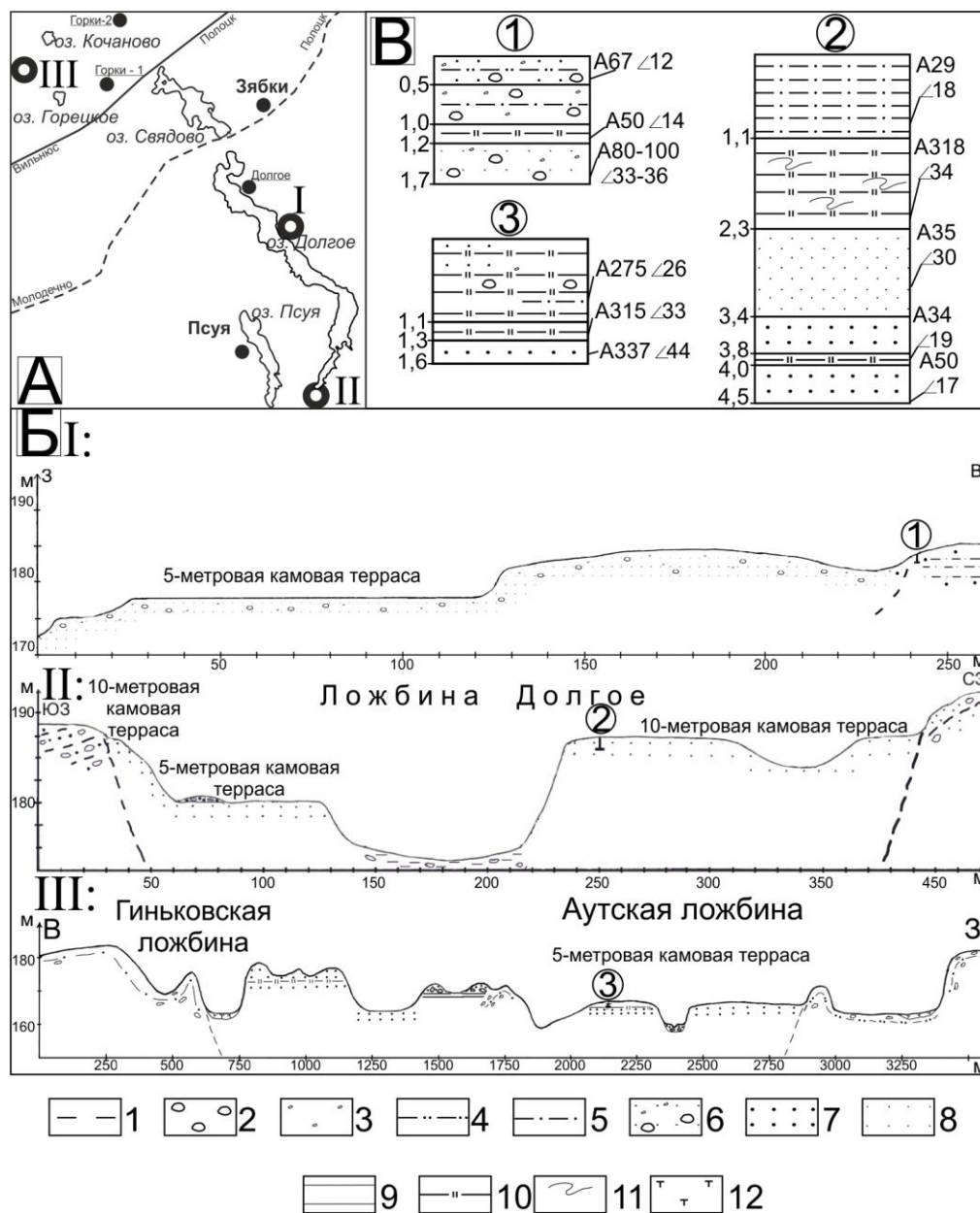


Рис. Расположение и структура камовых террас в пределах ледниковой ложбины оз. Долгое и Аутской ледниковой ложбины: А – схема расположения камовых террас; Б – геолого-геоморфологические поперечные профили: I – восточного склона ложбины Долгое; II – южной части ложбины Долгое; III – Аутской ложбины, В – геологические разрезы камовых террас; 1 – граница бортов ложбин; 2 – гравий и мелкие валуны; 3 – галька; 4 – суглинок; 5 – супесь; 6 – песчано-гравийная смесь; 7 – песок мелкозернистый; 8 – песок тонкозернистый; 9 – глина; 10 – алеврит; 11 – знаки ряби; 12 – торф; элементы залегания: 337 ∠44 – азимут простирания и угол падения слоев. Цифрами 1-3 в кружках на врезках Б и В показаны геологические обнажения террас.

Таким образом, характеристика камовых террас Балтийской гряды позволяет говорить, что классификация применима и для территории Белорусского Поозерья. В процессе будущих исследований камовых террас при проведении геологической съемки, палеогеографических реконструкциях и поисково-разведочных работ на природные строительные полезные ископаемые возможно использование опыта и наработок литовских специалистов. Базируясь на этих же данных в будущем возможно составление региональной классификации по камовым террасам и выработка рациональных методов с учетом локальных и местных геологических особенностей.

Литература

1. *Karmazienė D.* The morphogenesis and spatial spread of the kame terraces of the late nemunas glaciations: summary of doctoral dissertation: Physical sciences, Physical geography (06 P). - Vilnius: Institute of geology and geography, 2014. – 52 p.

2. *Комаровский М. Е.* Палеоложбины Белорусского Поозерья. – Минск: БГУ, 2009. – 183 с.

3. *Колошич С.М.* Структура и происхождение камовых террас ледниковых ложбин Свентяньских гряд // Актуальные вопр. инженер. геологии, гидрогеологии и рациона. недропользования: Матер. IX Унив. геол. чтений, 3-4 апр. 2015. – Минск: Цифровая печать, 2015. – С. 62–64.

УДК 556.382.681.3(476)

ВЛИЯНИЕ НЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА РАЗВИТИЕ ДРЕВНЕМАТЕРИКОВЫХ ОЛЕДЕНЕНИЙ В БЕЛОРУССКОМ РЕГИОНЕ

Г.А. Колпашников

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

История развития земной коры пережила несколько этапов тектонической деятельности. В конце 1930-х гг. многие исследователи пришли к важнейшему выводу, определившему новое направление в развитии геологии. Была осознана ошибочность ранее принятых взглядов на новейшее время как период тектонического покоя и доказана широкая распространенность новейших тектонических движений. В 1948 г. на конференции в Московском обществе испытателей природы В.А. Обручев предложил выделить новый раздел геологии – неотектонику – учение о структурах земной коры, образованных в результате молодых движений в конце третичного и в первой половине четвертичного периодов и обусловивших формирование основных черт современного рельефа. Дальнейшие работы привели к обоснованию выделения нового, самого неотектонического этапа в развитии земной коры [1-5].

Изучение неотектоники, помимо решения многих научных вопросов, позволяет оценить ее влияние на формирование инженерно-геологических условий, интенсивность и направленность современных геологических процессов, установить степень надежности инженерных сооружений, построенных в различных условиях. Неотектоника определила современный облик территории.

Многочисленными исследованиями доказано, что активизация тектонических процессов произошла в неогеновый и четвертичный периоды, которые выделяются в последний самостоятельный этап тектонического развития Земли. На этом этапе созданы основные черты современного рельефа Республики Беларусь.

При изучении новейших движений в Беларуси были использованы материалы, опубликованные в различных изданиях, и карты по геотектонике. В основу всех построений

положен метод, который позволил с учетом существующих представлений установить закономерности, вскрыть характер преобразования поверхности в результате изучения неотектоники. При всем многообразии существующих методов в основу предложенных построений положены историко-геологические методы с применением принципа унаследованности, а также геоморфологические – изучение развития древней и современной гидрографической сети, времени заложения основных форм земной поверхности и геологического строения территории.

Неотектонический этап развития структур и формирования геологических тел начался с момента установления континентальных условий и регрессии последнего для этой территории Харьковского моря. Исходя из особенностей геологического развития территории, на нетектоническом этапе выделяются две стадии формирования земной коры.

На первой стадии в позднем олигоцене и в неогене продолжились активные неотектонические движения в пределах всех выраженных в рельефе тектонических структур, в основном, вдоль линий древних разломов, а также в районах, осложненных соляной тектоникой.

В середине плиоцена началось заметное воздымание юго-востока, причем наиболее значительным оно было у южного борта Припятского прогиба, и, видимо, достигло порядка 60 м. Это вызвало размыв на многих участках ранее накопившихся отложений и привело к тому, что к концу неогена площади, занятые этим прогибом, Жлобинской седловиной и западными склонами Воронежской антеклизы, оказались приподнятыми относительно западных и северо-западных структур того же ранга.

Таким образом, основные черты доантропогенного рельефа Беларуси сложились в палеоген-неогеновое время, когда произошли последние морские трансгрессии и были сnivelированы неровности рельефа малого времени.

В плейстоценовое время пришедшим с севера ледником был в определенной степени сглажен доледниковый рельеф и погребен его под мощной толщей собственно-ледниковых и межледниковых осадков.

В своем основном распространении плейстоценовые отложения косвенно отразили общий структурный план доантропогенной поверхности, что отчетливо прослеживается на геоморфологических картах и картах мощностей четвертичных отложений. В ходе неотектонического развития в результате более резкого воздымания востока и юга, и относительного отставания в подъеме северо-запада образовался общий перекосяк поверхности с юго-востока на северо-запад и на этом фоне более приподнятыми оказались восточные и южные края. Это нашло отражение в характере и мощности накопления четвертичных отложений (рис.).

Плейстоценовая стадия испытывала заметное влияние неотектонических процессов на характер распространения материковых оледенений, неоднократно проникавших в пределы Беларуси. Так, в результате приподнятости юго-востока белорусский (наревский) ледник обошел это поднятие и продвинулся по более опущенному западному участку. Позднее территория Припятского прогиба была захвачена нисходящими движениями, поэтому следующий березинский ледник частично проник и сюда, оставив горизонт водно-ледниковых образований. В послеберезинское время отмечались дифференцированные восходящие движения, что на ряде участков привело к врезанию крупных рек до коренных пород.

Заметное погружение поверхности происходит в период отрицательных движений при наступлении днепровского ледника, особенно мощного вдоль долины Днепра. После деградации этого ледника интенсивно воздымалась восточная часть Беларуси.

На основании анализа мощностей и характера распространения сожского ледника можно заключить, что в эту ледниковую эпоху юго-восток Беларуси был приподнят относительно юго-западной части.

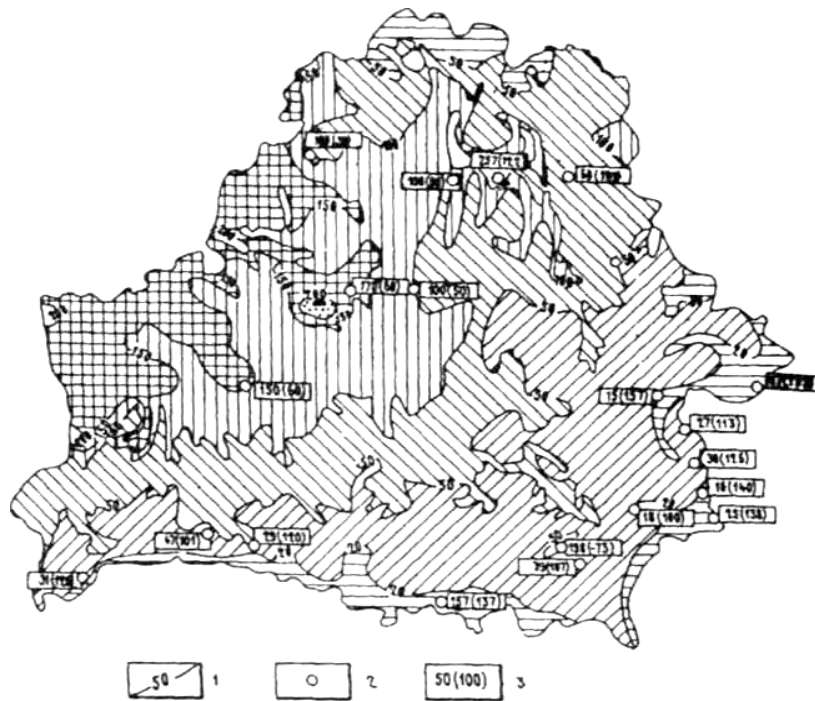


Рис. Карта мощностей четвертичных отложений Беларуси: 1 - изопахиты (линии равных мощностей четвертичных отложений); 2 - скважины, полностью вскрывшая четвертичные отложения; 3 - мощность четвертичных отложений в м, в скобках приведены абсолютные отметки подошвы четвертичных отложений в м (составила И.Н. Герасенкова при участии автора)

Последний поозерский ледник охватил лишь площадь Белорусского Поозерья, вызвав заметные гляциоизостатические движения в этой области и примыкающей с юга полосе.

Совершенно очевидно, что развитие рассматриваемого региона в течение неотектонического этапа было неоднородным. Если в первую стадию опускания вошла южная часть Беларуси (Припятский прогиб, Полесская седловина, Подляско-Брестская впадина и юго-западные склоны Белорусской антеклизы), то в плейстоценовую - произошло смещение основного прогибания к западу и северо-западу.

Вывод: Анализ геологических данных показывает, что каждый ледниковый покров на трансгрессивной стадии приводил к гляциоизостатическому опусканию занимаемой им площади, а на регрессивной - к ее воздыманию. Размах этих движений мог достигать многих десятков метров, а при максимальном оледенении - до 100 м. При этом происходила активизация разломных зон древнего заложения и появление ряда нарушений в залегании пород (гляциодислокаций) в приповерхностной части земной коры до глубины 100-250 м.

Литература

1. Асеев А.А. Роль тектонических и климатических факторов в формировании аллювия равнинных рек // Изв. АН СССР, сер. географ. 1960. № 2. - С. 17-27.
2. Горелик З.А. Связь современного рельефа Полесской низменности с тектоническими структурами. // Изв. Выс. учебн. зав. Геология и разведка, 1958. № 11. - С. 9-22.
3. Коржуев С.С. Новейшие движения в Припятском Полесье и некоторые особенности их проявления // Матер. всесоюз. совещ. по изуч. четверт. периода. - М.: Изд-во АН СССР, 1961. - Т. 1. - С. 122-127.
4. Мещерков Ю.А. Молодые тектонические движения и эрозионно-аккумулятивные процессы северо-западной части Русской равнины. - М.: Изд-во АН СССР. 1961. - 88 с.
5. Николаев Н.И. Об использовании данных новейшей тектоники // Советская геология. 1961. - № 8. - С.

МОРФОЛОГИЯ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ПЕРИГЛЯЦИАЛЬНЫХ ВОДНО-ЭРОЗИОННЫХ ДОЛИН ВОСТОЧНОГО СКЛОНА РАТИЧСКОГО МАССИВА ГРОДНЕНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

М.Е. Комаровский, Е.В. Хилькевич

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Неглубокие плоскодонные эрозионно-денудационные долины, известные еще как сухие долины - четко выраженные и слабо изученные формы рельефа. Они широко встречаются в перигляциальной зоне последнего (поозерского, валдайского) оледенения Западной Европы и Северной Америки, а также характерны для современных полярных областей суши с холодным климатом и развитием многолетней мерзлоты. Многие исследователи считают, что вне современной криолитозоны сухие долины были заложены в последнее оледенение, хотя известны муравинские и более древние долины [1].

В настоящее время выдвинуты три основные гипотезы их формирования: 1) эрозией склоновых или нивальных процессов; 2) воздействием весенних и летних ручьев; 3) линейной эрозией потоков талых снеговых вод [2]. Эти довольно различные представления существуют, возможно, из-за того обстоятельства, что до настоящего времени еще мало получено данных о природе отложений, выполняющих долины. Ниже описывается одиночная небольшая сухая долина, представленная в меловом карьере Пышки-Южный в 0,8 км к западу от г. Гродно у западной окраины д. Пышки Гродненского района.

В геоморфологическом отношении карьер приурочен к восточному склону Ратичского массива Гродненской конечно-моренной возвышенности, которая сформировалась в сожскую стадию припятского оледенения [3]. По отношению к границе поозерского оледенения рельеф склона находится в 10 км к югу и несет следы сильной перигляциальной денудации и эрозии, расчленен многочисленными сухими долинами, денудационными ложбинами и широкими речными долинами. Гряды и холмы имеют форму увалов с уплощенными вершинами и пологими (до 7°) склонами. Высота и ширина их постепенно уменьшается по мере удаления от водораздела Ратичского массива в восточном направлении к долине Немана.

Сухие долины и денудационными ложбины были описаны здесь как наиболее характерные среди отрицательных эрозионно-денудационных форм. Они берут начало на повышенных участках склона и протягиваются вниз по межгрядовым ложбинам согласно региональному уклону к долине Немана. Сухие долины отличаются слабоизвилистой формой. Ширина их плавно возрастает от верховья к устью от 50 до 200-300 м, при этом длина достигает 1-5 км, а глубина - 3-10 м. Сухие долины в настоящее время лишены водотоков, обычно с полого-вогнутым асимметричным поперечным профилем. Днища долин задернованные, сырые, а иногда – заболоченные.

Долина, вскрытая меловым карьером Пышки-Южный, принадлежит к системе сухих долин восточного склона Ратичского массива. Она начинается у центрального повышенного участка гряды с абсолютной отметкой 128 м и далее прослеживается по ее южному склону к долине Немана. В пределах склона долина вытянута по азимуту 327-143°. В карьере сухая долина вскрывается северной и южной стенками, которые секут по диагонали ее ось. Дно долины с абсолютной высоты 120 м на северной стенке понижается до 111-114 м на южной. Уклон дна составляет около 7°.

В поперечном сечении долина корытообразная, имеет широкое плоское дно, наклоненное к юго-западу. При уклоне поверхности в 5°, юго-западный участок дна углублен относительно северо-восточного на 3,1 м. По поверхности меловых пород максимальная

глубина долины составляет 15, а ширина - 17 м у основания и 25 м у верхней бровки. Ее юго-западный склон прямой, достигает 52°, а северо-восточный – выпукло-вогнутый крутизной 41°. Долина врезана в сожские напорные конечно-моренные отложения: грубые суглинки, глауконито-кварцевые пески и мел (рис.).

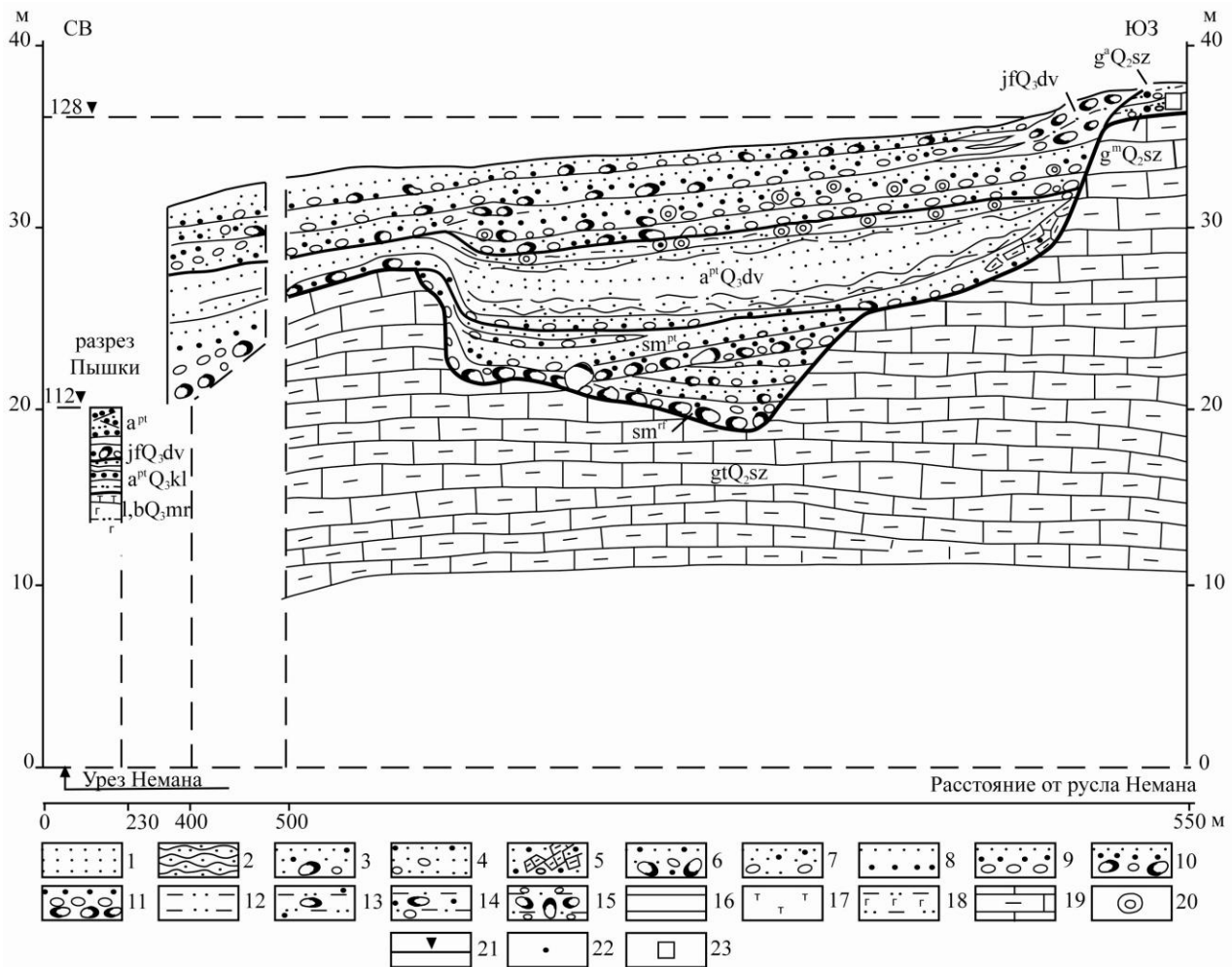


Рис. Геологический разрез отложений сухой долины на южной стенке мелового карьера Пышки-Южный западнее г. Гродно: 1 – песок тонко- и мелкозернистый субпараллельно-слоистый; 2 – то же, волнисто-слоистый; 3 – то же, с единичными включениями гравия и гальки; 4 – песок разнозернистый с гравием и галькой; 5 – то же, с дресвой мела; 6 – то же, с гравием, галькой и валунами; 7 – песок крупнозернистый с гравием и галькой; 8 – песчано-гравийная смесь; 9 – песчано-гравийно-галечная смесь; 10 – то же, с валунами; 11 – гравийно-галечно-валунная смесь; 12 – супесь тонкая, алевроит; 13 – супесь грубая с гравием, галькой и валунами; 14 – суглинок грубый опесчаненный с гравием, галькой и валунами; 15 – диамиктон; 16 – глина ленточная; 17 – торф; 18 – гиттия; 19 – мел; 20 – глиняные окатыши; 21 – уровни катагляциальных террас Немана; 22 – места отбора отложений на петрографический анализ; 23 – места замеров структурных элементов. Генетические обозначения: sm – потока талых снеговых вод, а – аллювиальные, b – болотные, l-b – озерно-болотные, jf – желифлюкционные, g – моренные, gt – конечно-моренные. Фациальные обозначения: pt – русловые, gf – размыва, а – абляционная морена, m – основная морена. Стратиграфические обозначения: Q_3kl – кулаковский подгоризонт поозерского ледникового горизонта, Q_3dv – двинский подгоризонт, Q_3mg – муравинский межледниковый горизонт, Q_2sz – сожский подгоризонт припятского ледникового горизонта

Устье долины опирается на муравинско-двинскую террасу или дно Немана начала максимальной стадии поозерского оледенения.

Долина заполнена русловыми отложениями потоков талых снеговых вод. Для этих образований характерна определенная ритмичность, частая смена пачек в вертикальном и горизонтальном направлении, угловые несогласия в залегании и срезания древних слоев более молодыми. Днище долины выстлано гравийно-галечно-валунным материалом наслаивающимися друг на друга слоями хорошо промытого песка разной зернистости с линзами гравия, гальки и небольших валунов. Пески имеют субпараллельную, реже – перекрестную косую и субгоризонтальную слоистость по азимуту 85-152° и уклоном 12-18°. Длинными осями гальки и валуны ориентированы преимущественно по азимуту 130-190°, что согласуется с направлением падения косой слоистости и простираем долины. Песчаные слои образуют на пониженном юго-западном присклоновом участке дна долины хорошо различимую 4-метровую пачку, показывающую течение потока талых снеговых вод в этом месте.

В верхней части толщи заполнения долины вскрываются гравийно-галечно-валунные отложения и крупнозернистые гравелистые слоистые пески. Слои залегают с наклоном в направлении северо-восточного склона на размытой поверхности нижней пачки и дна долины. В этом же направлении грубые пески увеличиваются в мощности от 2,5 до 4 м, в них появляются линзы песчано-гравийной и песчано-гравийно-галечной смеси с мелкими валунами и обломками мела. Слоистость преимущественно косая перекрестная, наклонена под углами до 21° по азимуту 155°. В верхней части толщи обнаружены короткие сколы с амплитудой просадки 3-5 см по направлению к центру долины. Литологические особенности свидетельствуют о латеральном перемещении потока в направлении северо-восточного склона долины и глубокой эрозии его и дна. Отложения потоков талых снежных вод достигают максимальной мощности 6,7 м. В погребенном рельефе они образуют широкую плоскодонную долину с меловыми склонами высотой 3,5-9 м.

Водно-потоковые отложения и коренные склоны долины перекрыты пленигляциальным и катагляциальным аллювием Немана общей мощностью около 6-10 м. Появление толщи аллювиальных отложений связано с заполнением долины Немана и примыкавших к ней придолинных участков аллювием в максимальную стадию последнего оледенения [4].

Сухая долина сформирована эрозией потоков талых снеговых вод в начале максимальной стадии поозерского оледенения в перигляциальной обстановке. Долина зародилась, когда талые снеговые воды в период летнего таяния снежника объединились в поток, стекавший по его ложу вниз, по склону гряды и размывавший породы.

В развитии долины может быть выделено четыре основных этапа: 1) заложения эрозионной промоины на склоне гряды (начало максимальной стадии поозерского оледенения); 2) возникновения глубоко врезанной асимметричной долины (накануне максимума оледенения); 3) активного заполнения долины отложениями потоков талых снеговых вод (максимум оледенения) и 4) аккумуляции пленигляциального и катагляциального аллювия на поверхности (максимум оледенения – начало поозерского позднеледниковья).

Углубление долины сопровождалось модификацией ее дна и склонов желифлюкцией, оползанием при протаивании. Развитие желифлюкции на «теплом» северо-восточном склоне на этапе врезания потока обусловило асимметрию долины. Оползание при протаивании многолетнемерзлых пород в максимуме оледенения – начале позднеледниковья вызвало расширение долины и оформление террасовидных площадок и уступов в верхних частях склонов.

Литература

1. *Еременко Е.А.* Ложбинный мезорельеф центральных и южных районов Восточно-Европейской равнины. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. к-та геогр. наук. - М.: МГУ, 2009. - 24 с.
2. *Уошборн А.Л.* Мир холода. Геокриологические исследования. – М.: Прогресс, 1988. - 384 с.
3. *Карабанов А. К.* Гродненская возвышенность. - Минск: Наука и техника, 1987. – 106 с.
4. *Вознячук Л.Н., Вальчик М.А.* Морфология, строение и история развития долины Немана в неоплейстоцене и голоцене. - Минск: Наука и техника, 1978. - 212 с.

УДК 556.314:546.296(476)

МИНЕРАЛЬНЫЕ РАДОНОВЫЕ ВОДЫ В БЕЛАРУСИ

Б.И. Коробейников

Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Месторождение минеральных радоновых вод расположено вблизи д. Боровики Дятловского района Гродненской области и на их базе создан санаторий «Радон» ОАО «Белагроздравница». В геоструктурном отношении район исследований расположен в пределах Дятловской антиклинальной структуры, находящейся в центральной сводовой части Белорусского кристаллического массива. В его строении принимают участие дислоцированные и в разной степени метаморфизованные породы кристаллического фундамента (архей-нижнего протерозоя), входящие в состав нижнего структурного этажа и субгоризонтально залегающие на них отложения платформенного чехла, слагающие верхний структурный этаж. Последний, в свою очередь, представлен породами верхнего протерозоя, верхнего мела, палеогеновой и четвертичной систем. Сложен кристаллический фундамент в пределах района работ породами разного минералогического состава – гранито-гнейсами, метосамотическими гранитами, чередующимися с прослоями гнейсов, кристаллических сланцев, плагиогнейсов, амфиболитов и гранитами. Породы фундамента зонально-трещиноватые. В кровле породы часто выветрелые.

Месторождение минеральных радоновых вод приурочено к водам кристаллического фундамента [1]. В гидрогеологическом отношении район работ связан с центральной частью Белорусского кристаллического массива. Этот фактор является определяющим в образовании зоны активного водообмена на всю обводненную толщу осадочных отложений и трещиноватых кристаллических пород фундамента, содержащей пресные подземные воды. В пределах территории района работ распространены водоносные горизонты и комплексы четвертичной и меловой систем, верхнего протерозоя и трещиноватой зоны архей-нижнего протерозоя в составе кристаллического фундамента.

Отсутствие в разрезе осадочной толщи мощных регионально выдержанных водоупоров создает благоприятные условия для циркуляции подземных вод и их гидравлической взаимосвязи. Исходя из структурно-тектонических особенностей района исследований и литолого-фациальных неоднородностей геологического разреза, следует, что все водоносные горизонты и комплексы района находятся, как отмечалось, в зоне активного водообмена, где в условиях интенсивного подземного стока формируются пресные подземные воды. По имеющимся данным, толща осадочных пород и верхняя часть кристаллического фундамента промыта на глубину ~250-300 м. Здесь формируются гидрокарбонатные кальциево-магниево-железные воды с минерализацией до 0,5 г/дм³.

В качестве продуктивного водоносного комплекса (горизонта) при разведке и оценке эксплуатационных запасов минеральных радоновых подземных вод на участке «Радон» выделена водоносная зона трещиноватости архей-нижнепротерозойских магматических и

метаморфических пород кристаллического фундамента. Водовмещающие породы представлены метаморфическими и магматическими образованиями, трещиноватость которых зависит от петрографического состава, степени их выветривания, характера тектонических нарушений и изменяется в широких пределах.

Воды трещиноватой зоны пород кристаллического фундамента высоконапорные, величина напора составляет 147-171 м. Пьезометрические уровни воды в скважинах зафиксированы на глубинах от 0,31 до 7,3 м выше поверхности земли.

Перекрыты водовмещающие породы отложениями ратайчицкой свиты верхнего протерозоя и образованиями четвертичной системы.

Разведанный Белорусской гидрогеологической экспедицией в 1988-1991 гг. водозабор санатория «Радон» состоял из 4 эксплуатационных скв. 1р, 2р, 3р, 4р. Эксплуатационными скважинами кристаллический фундамент вскрыт на глубине 170 м. Вскрытая мощность фундамента составила 135 м. Всеми скважинами сначала опробовался I интервал (170-240 м), потом II интервал (240-305 м) и затем весь интервал (170-305 м).

В эксплуатационных скв. 1р, 2р, 3р при опробовании I интервала вод кристаллического фундамента выявлено, что его водообильность в 1,6–2,4 раза выше водообильности II интервала. При опробовании эксплуатационной скв. 4р наоборот водообильность II интервала в 21,5 раз выше водообильности I интервала.

При опробовании скв. 1р, 2р, 3р, 4р содержание радона в подземных водах составляло соответственно: 15-40; 50-85; 20-30; 30-50 нКи/дм³.

Содержание радона в подземных водах в эксплуатационных скв. 1р, 2р, 3р зависит от величины водопроницаемости пласта, чем ниже водопроницаемость, тем выше содержание радона в подземных водах. По эксплуатационной скв. 2р водопроницаемость пласта составляет 4 м²/сутки, а содержание радона самое высокое до 80-85 нКи/дм³. По эксплуатационной скв. 3р водопроницаемость пласта составляет 15,6 м²/сутки, а содержание радона среднее и составляет 40-50 нКи/дм³. По эксплуатационной скв. 1р водопроницаемость пласта составляет 31,1 м²/сутки, а содержание радона самое низкое 20-25 нКи/дм³.

Другими словами, чем меньше объем контактирующих с радон-задающими горными породами подземных вод и чем продолжительнее время этого контакта, тем более высокие концентрации радона наблюдаются в подземных водах. Противоположные соотношения расхода воды и времени ее контактирования с горными породами чреваты сработкой концентраций радона.

В сентябре 2015 г. проведено обследование эксплуатационных и поисково-разведочных скважин на участке санатория «Радон». Замеры уровней подземных минеральных радоновых вод, проведенные 3-4 сентября 2015 г., свидетельствуют о том, что на исследуемом месторождении при водоотборе 40-60 м³/сутки происходит сработка эксплуатационных запасов радоновых вод. На водозаборе статический уровень радоновых вод понизился на 1,21 м, а на расстоянии 2 км – на 0,64 м. По имеющимся данным видно, что в районе участка водозабора «Радон» сформирована заметная воронка депрессии с радиусом 2 км.

Содержание радона в подземных водах во всех эксплуатационных скважинах (1р, 2р, 3р, 4р) уменьшилось и составило соответственно: 16-16,5; 51-56; 32-37; 27-27,4 нКи/дм³.

В процессе проведения поисково-разведочных работ была установлена производительность водозабора 430 м³/сут. без учета концентрации в подземных водах радона. Вместе с тем, была установлена обратная корреляция между дебитом подземных вод и их радоносодержанием, что может привести к разрушению месторождения радоновых вод в случае экстенсивной эксплуатации этого месторождения. Поэтому при дальнейшей эксплуатации водозабора санатория «Радон» необходимо стремиться к тому, чтобы сохранять установившийся режим фильтрации радоновых подземных вод. Для сохранения уникального месторождения минеральных радоновых подземных вод необходимо доизучить сложнейшие гидрогеологические и гидрохимические условия участка «Радон» проведя новые опытно-

фильтрационные исследования и режимные наблюдения за колебаниями эксплуатационных дебитов минеральных вод и их радоносодержанием.

Литература

1. Матвеев А.В., Кудельский А.В., Айзберг Р.Е., Найденов И.В., Карабанов А. К., Капора М.С., Стародубова А.П. Радон в природных и техногенных комплексах в Беларуси // Литосфера. 1996. № 5. - С. 151-160.

УДК 556.314

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД АЛЬБ-СЕНОМАНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА

К.В. Кудрявцева

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

К настоящему времени накоплен огромный эмпирический материал в виде количественных определений химического состава пресных подземных вод на территории Беларуси. Актуальной задачей является сбор и обобщение этих гидрогеохимических материалов, вскрытие причин разнообразия химического состава подземных вод, а также закономерностей их распределения.

При всей пестроте химического состава пресных подземных вод различных водоносных горизонтов в пределах Беларуси распределение их гидрогеохимических типов подчиняется определенным пространственным закономерностям.

Брестский артезианский бассейн, расположенный на юго-западе территории страны, приурочен к Подпяско-Брестской впадине и охватывает смежные тектонические структуры – южный склон Белорусского кристаллического массива, восточную часть Полесской седловины и часть Луковско-Ратновского горста. Мощность осадочного чехла в бассейне достигает 1700 м. Отличительной особенностью Брестского артезианского бассейна является по сравнению с другими бассейнами повышенная мощность (от 300-450 до 1000 м и более) зоны пресных вод [1, 2].

Большая часть ресурсов пресных подземных вод на территории бассейна связана с верхней гидродинамической зоной, в частности - с альб-сеноманским водоносным горизонтом, залегающим на глубинах до 140-260 м. Водовмещающие породы представлены глауконито-кварцевыми песками различного гранулометрического состава: от тонко- до крупнозернистых, с преобладанием мелкозернистых. Горизонт перекрыт водонасыщенными меловыми, палеогеновыми и четвертичными породами, с водами которых он гидравлически связан.

Нами проведена проверка первичной химико-аналитической информации на предмет выявления грубых ошибок. Критерием качества химических анализов явилось сопоставление сумм положительно и отрицательно заряженных ионов, которые, исходя из правила электронейтральности водных растворов, должны быть примерно равны между собой. Как правило, величина ошибки для пресных подземных вод не должна превышать $\pm 5\%$. Учитывая то, что зачастую отсутствие в химических анализах определений концентраций сульфатов, нитратов и железа, относительные содержания которых в подземных водах, как правило, ощутимы, а также опираясь на зарубежный опыт в области гидрогеохимических исследований, допустимая ошибка была принята в пределах $\pm 10\%$.

Ниже рассмотрен характер изменения катионного состава подземных вод с ростом их минерализации (рис.). Следует подчеркнуть, что минерализация воды является расчетной величиной и точность ее определения зависит от полноты анализа, точности определения концентраций отдельных компонентов и учета ионно-молекулярных форм нахождения и миграции элементов в растворе.

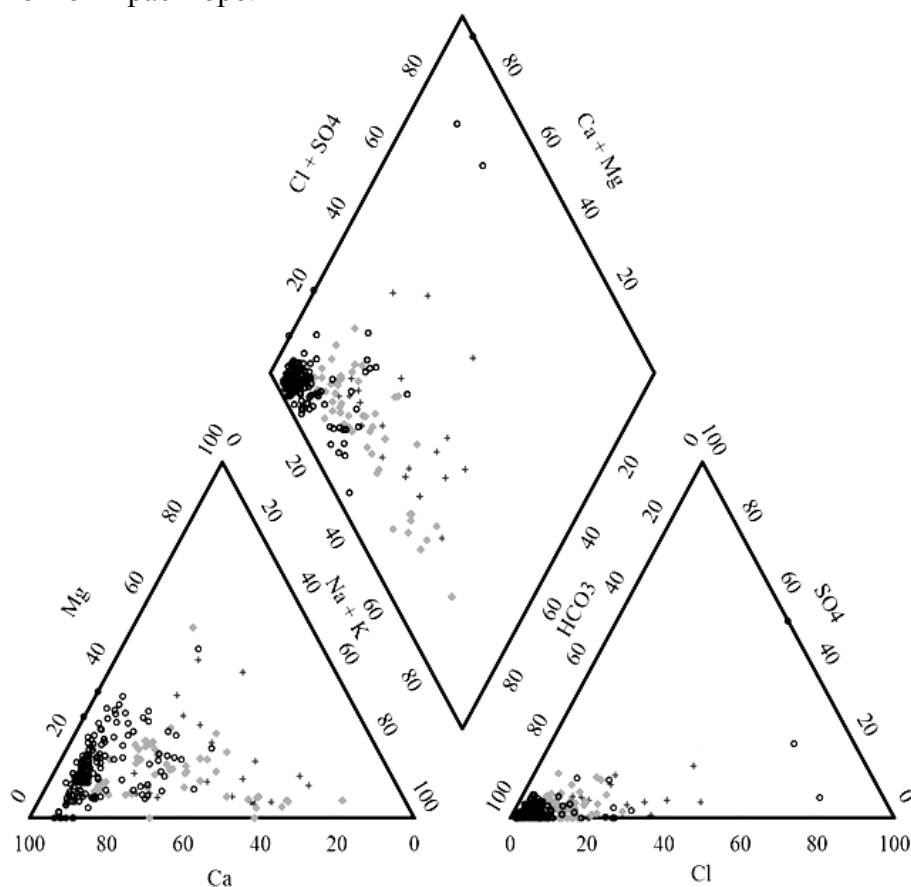


Рис. Диаграмма химического состава подземных вод альб-сеноманского водоносного горизонта в пределах Брестского артезианского бассейна. Минерализация, мг/дм³: + - <100; ◊ - 100-200; o - >200

Анионный состав подземных вод с минерализацией до 100 мг/дм³ характеризуется распространением гидрокарбонатных и хлоридно-гидрокарбонатных разновидностей с явным преобладанием последних. Обращает внимание значительная концентрация Na⁺ в катионном составе всех без исключения проб подземных вод.

Весьма разнообразен и специфичен катионный состав подземных вод с минерализацией 100-200 мг/дм³ при устойчивом доминировании гидрокарбонат-иона в анионном составе. Преобладающими катионогенными компонентами подземных вод являются кальций и натрий, формирующие различные сочетания концентраций, выражающиеся в кальциево-натриевом, натриевом, кальциевом и натриево-кальциевом составе с заметным преобладанием последнего. Становится существенна роль магния, вследствие чего катионный состав подземных вод характеризуется пестротой: распространены воды магниево-натриево-кальциевого, а также магниево-кальциевого состава. Стоит отметить, что последний не типичен для вод с минерализацией менее 100 мг/дм³.

Анализ поведения основных анионогенных и катионогенных компонентов с ростом общей минерализации показывает, что химический состав подземных вод с минерализацией более 200 мг/дм³ весьма однообразен и представлен, главным образом, гидрокарбонатными кальциевыми водами. Установлено, что воды имеют относительно натрия более высокие

концентрации магния, в связи с чем геохимия подземных вод определяется также гидрокарбонатным магниево-кальциевым составом. В периферийных частях Брестского артезианского бассейна встречаются также хлоридно-гидрокарбонатные воды с преобладанием в катионном составе кальция и подчиненной ролью натрия.

Интересно то, что в регионе практически отсутствуют сульфатные и сульфатсодержащие воды, что объясняется отсутствием галогенных формаций на территории Брестского артезианского бассейна.

Литература

1. Кудельский А.В., Пашкевич В.И. Региональная гидрогеология и геохимия подземных вод Беларуси. – Минск: Белорус. наука, 2014. – 272 с.

2. Кудельский А.В., Ясовеев М.Г. Минеральные воды Беларуси. – Минск: Ин-т геол. наук АН Беларуси, 1994. – 280 с.

УДК 629.735+621.316

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАЛЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ ТЕПЛОВОЙ СЪЕМКЕ

В.Н. Кузьмин¹, С.И. Зуй², А.М. Павлюченко²

¹Белорусский государственный университет, ²ГНПО НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам, Минск, Беларусь

Развитие беспилотной авиации в последнее время позволило существенно расширить сферу ее применения в гражданском секторе деятельности. В настоящее время в мире существует множество типов беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), различающихся по своим габаритам, массе, дальности полета и некоторым другим физическим характеристикам [1]. Миниатюризация систем управления и спутниковой навигации (GPS/ГЛОНАСС) позволили создать класс сверхмалых беспилотных летательных аппаратов, у которого габариты, масса, а главное их стоимость на порядок меньше, чем у других классов. Они не требуют никакой наземной инфраструктуры, специального персонала и могут управляться и обслуживаться сотрудниками обычных организаций.

Удачным примером из этой области является БПЛА «Бусел», разработанный в ГНУ «Физико-технический институт» НАН Беларуси. БПЛА «Бусел-М» – аппарат сверхмалого класса на электрической тяге. Он не требует специальной площадки для запуска и посадки, поскольку запуск производится с руки, а посадка происходит на парашюте. Ниже приведены наиболее важные для пользователя характеристики:

крейсерская скорость полета	65–70 км/ч
практический потолок высоты	1000 м
максимальная взлетная масса БПЛА	около 10 кг
масса целевой нагрузки	до 0,8 кг
максимальная продолжительность полета	до 70 мин

Управление аппаратом происходит или дистанционно с использованием радиосигнала, или в автоматическом режиме с предварительным программированием маршрута полета. Информация о ходе полета, включая данные обзора местности, получаемые с навесного оборудования, передается на пункт управления. Зона устойчивого приема информации зависит от чувствительности принимающей аппаратуры. В стандартной конфигурации радиус зоны действия антенны составляет около 20 км. В автоматическом режиме полет может происходить автономно с записью полезной информации на борту. Погодные условия

для полета ограничены скоростью ветра более 10 м/сек и температурным интервалом (-15 °С–35 °С).

Практический опыт применения БПЛА ведущими странами выявил широкий набор гражданских задач, при решении которых БПЛА показывают свою высокую эффективность. Достаточно крупными рынками для гражданской беспилотной авиации являются те виды деятельности, где требуется регулярный осмотр или мониторинг линейных и площадных объектов. Одним из весьма эффективных средств мониторинга местности и объектов является мониторинг в инфракрасном (ИК) диапазоне спектра. Существенный интерес представляет собой тепловой или дальний ИК диапазон с длинами электромагнитных волн от 7 до 14 мкм. Именно на этот спектральный диапазон приходится максимум энергии собственного излучения, испускаемого всеми наземными и подземными объектами, при температурах, характерных для приповерхностного слоя Земли.

Тепловой мониторинг земной поверхности связан не только с выявлением мощности и динамики естественных тепловых источников, но и с решением практических задач, связанных с хозяйственной деятельностью. Таких как:

- определение местоположения и диагностика состояния подземных тепловых сетей, с выделением предаварийных и аварийных участков;
- картирование и дистанционная диагностика газо- и нефтепроводов;
- выявление участков подземного самовозгорания на полигонах по захоронению отходов (свалках), на торфяниках, в лесных массивах;
- выявление участков сбросов коммунальных и промышленных вод в реки и водоемы, картирование загрязнений нефтепродуктами;
- выявление участков обводнения и подтопления;
- контроль состояния дорожных покрытий и взлетно-посадочных полос аэропортов.

Надежный прием теплового излучения обеспечивается специальными приемниками, которые фиксируют пространственное распределение поверхностного теплового поля [2], зависящего как от наземных и подземных источников тепла, так и физических характеристик геологической среды.

В настоящее время появился новый класс приборов под общим названием неохлаждаемые ИК приемники излучения, которые фиксируют его в среднем и дальнем ИК диапазонах спектра. Конструктивно основная или сенсорная часть прибора состоит из корпуса с помещенной в нем матрицей сенсоров (микроболометров) и обслуживающей ее электроникой. Сенсорный блок имеет небольшой размер от 5 см и малый вес от 300 г. В зависимости от функционального назначения блок комплектуется объективами с тем или иным набором линз, которые являются прозрачными в тепловом ИК диапазоне. Размер и вес оптического блока не превышают таковые для сенсорного блока. Дополнительно, благодаря использованию микроболометров, отсутствует необходимость охлаждать прибор до низких температур, как это происходит для сенсоров из ПЗС линеек в тепловом ИК диапазоне спектра. Таким образом, габариты и вес прибора позволяют использовать его на платформе сверхлегких БПЛА.

Преобразование ИК излучения с приемников в электрические сигналы производится электронными компонентами прибора. На выходе прибора формируются сигналы в телевизионных стандартах PAL или NTSC, или в цифровом формате LVDS. Дифференциация сигналов по температуре в элементах матрицы происходит с шагом 0,05 °С. Съёмки местности в ИК диапазоне спектра можно проводить не только днем, но и ночью, когда без подсветки обычная видеосъемка невозможна. Более того, ночные геологические съемки позволяют избавиться от незначимых источников, образующихся при солнечном нагреве дневной поверхности, и фиксировать только источники подземного тепла. Следует также отметить, что вследствие оптических свойств ИК излучения в дальнем диапазоне спектра,

возможно наблюдение объектов в условиях значительной атмосферной дымки и задымленности местности.

Идеальным средством для теплового мониторинга местности с использованием таких ИК приборов являются беспилотные летательные аппараты. Малогабаритные, летающие на небольших высотах они могут в автоматическом режиме без участия оператора обследовать заранее заданные территории, передавать материалы съемки на пункт управления или сохранять их в памяти на борту аппарата в течение всего полета. Наличие на БПЛА средств космической навигации позволяет осуществлять координатную привязку всех материалов.

При испытаниях для теплосъемки местности использовалась неохлаждаемая ИК камера «TinyCam640» фирмы «ULIRvision», установленная на БПЛА «Бусел» и работавшая в кадровом режиме. Основные характеристики камеры «TinyCam640» приведены ниже.

Тип детектора	неохлаждаемая матрица (FPA),
Разрешение в фокальной плоскости	640 × 480 pixels
Размер ячейки матрицы	25 мкм
Угловое разрешение	0.7 mrad
Чувствительность по температуре (NETD) для линзовой системы f/1.0	<65 °mC
Частота кадров	50Hz
Спектральный диапазон	8–14 мкм
Вес (без объектива)	145 г
Размер (без объектива)	47.5 × 58 × 57 мм
Фокусное расстояние объектива	35 мм

Фиксация объектов на местности происходила в кадровом режиме и передавалась по радиоканалу на пункт управления в телевизионном черезстрочном формате (PAL). При съемках местности выбирались высоты полетов от 300 м и меньшие. В этом случае на кадрах можно уверенно фиксировать контуры тепловых источников, размером, не превышающим 3 м. Полоса захвата при максимальных высотах полета достигала 120 м, а пространственное разрешение на местности составляло порядка 20 см с учетом «смаза» изображения в 1 пиксель за счет движения БПЛА с крейсерской скоростью 70 км/час.

При преобразовании аналогового сигнала, поступающего с БПЛА на компьютер пункта управления, в цифровой видеосигнал динамический диапазон яркости не превышал по величине 8 bit. Этого динамического диапазона на температурном фоне 0-20 °C оказалось вполне достаточным не только для выделения тепловых (36-40 °C) объектов, но и природных объектов на дневной поверхности – растительности, обнажений, инфраструктуры. Объекты с разной температурой и разными теплофизическими характеристиками уверенно фиксировались на снимках.

Литература

1. Whitehead K., Chris H. Hugenholtz Remote sensing of the environment with small unmanned aircraft systems (UASs), part 1: a review of progress and challenges // J. Unmanned Veh. Syst. 2014. Vol. 2. - P. 69-85.
2. Bhan R.K., Saxena R.S., Jalwania C.R., and Lomash S.K. Uncooled Infrared Microbolometer Arrays and their Characterisation Techniques // Defence Sci. J. 2009. Vol. 59, N 6. - P. 580-589.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**С.А. Лаптёнок, В. Чжао***Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь*

Материалы исследований последних десятилетий свидетельствуют о том, что в земной коре континентального типа повсеместно наблюдается густая, построенная по решетчатому типу сеть субвертикальных разломов, дробящих земную кору на многочисленные блоки, размеры которых измеряются километрами или десятками километров. Наличие данной системы трещинно-проницаемых разломов устанавливается и подтверждается различными методами. Наиболее эффективный из них – структурное дешифрирование материалов аэрокосмической съемки в сопоставлении с геолого-геофизическими данными [1]. Не является исключением в этом плане и территория Беларуси, где по материалам космических съемок установлены разнопорядковые линейные структуры (линеаменты), отражающие особенности разломной тектоники. Характерная черта суперрегиональных линеаментов – их связь с глубинными (мантийными) разломами, активно проявившимися в различное геологическое время. Наиболее отчетливо на космических снимках выражены линеаменты, сопоставляемые с разломами, образованные в условиях растяжения земной коры шириной от 10 до 50 км. Повышенной трещиноватостью и проницаемостью коры, мобильностью проявления геодинамических процессов отличаются участки пересечения линеаментов.

В результате проведенных исследований [2-4] получена дополнительная информация о комбинированном влиянии геоэкологических факторов природного и антропогенного характера на состояние здоровья населения, проживающего в условиях такого рода совместного воздействия. Так, в частности, установлено, что фактор загрязнения территории радионуклидами ^{137}Cs оказывает определенное влияние на заболеваемость населения злокачественными образованиями, в определенной степени изменяя ее структуру по локализациям. Изменений структуры заболеваемости под влиянием геофизических факторов, действующих в зонах линеаментов литосферы, в результате анализа имеющихся данных не выявлено.

Методами корреляционного анализа установлено также, что имеет место нарушение естественной связи между численностью населения и количеством случаев заболевания наблюдаемого в интервале времени, включающего период радионуклидного загрязнения территории в результате аварии на ЧАЭС, при этом выявлены признаки определенного воздействия на уровень заболеваемости населения злокачественными новообразованиями, наряду с антропогенным фактором радионуклидного загрязнения, комплекса природных геофизических факторов, действующих в зонах линеаментов литосферы.

В ходе исследования также установлено, что геофизические факторы, действующие в зонах линеаментов и кольцевых структур литосферы, обуславливают определенное увеличение уровня заболеваемости злокачественными новообразованиями населения, постоянно проживающего в этих зонах. Результаты системного анализа с использованием комплекса методов обработки свидетельствуют, что комбинированное влияние геофизических факторов, действующих в зоне Украинско-Балтийского линеамента, и фактора загрязнения территории радионуклидами ^{137}Cs приводит к некоторому снижению уровня заболеваемости населения злокачественными новообразованиями.

С использованием описанной методики, материалов (карты М 1 : 100 000, карта-схема линеаментов и кольцевых структур) и программного обеспечения (ArcView 3.2a, ImageWarp, РАСТР Профи) [5, 6] было осуществлено геокодирование (рис. 1) с последующим

совмещением масштабов населенных пунктов, входящих в «Перечень населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения», утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 132 от 01.02.2010 г. [7]. При этом для Витебской, Гродненской и Минской областей осуществлялось геокодирование всех населенных пунктов, входящих в перечень (все расположены в зоне проживания с периодическим радиационным контролем), для Брестской, Гомельской и Могилевской – всех населенных пунктов, расположенных в зоне последующего отселения, зоне с правом на отселение и части населенных пунктов, расположенных в зоне проживания с периодическим радиационным контролем.

На рисунке населенные пункты, расположенные в зоне проживания с периодическим радиационным контролем, обозначены символами с фоном белого цвета, населенные пункты, расположенные в зоне с правом на отселение и в зоне последующего отселения – символами с фоном серого и черного цвета соответственно.

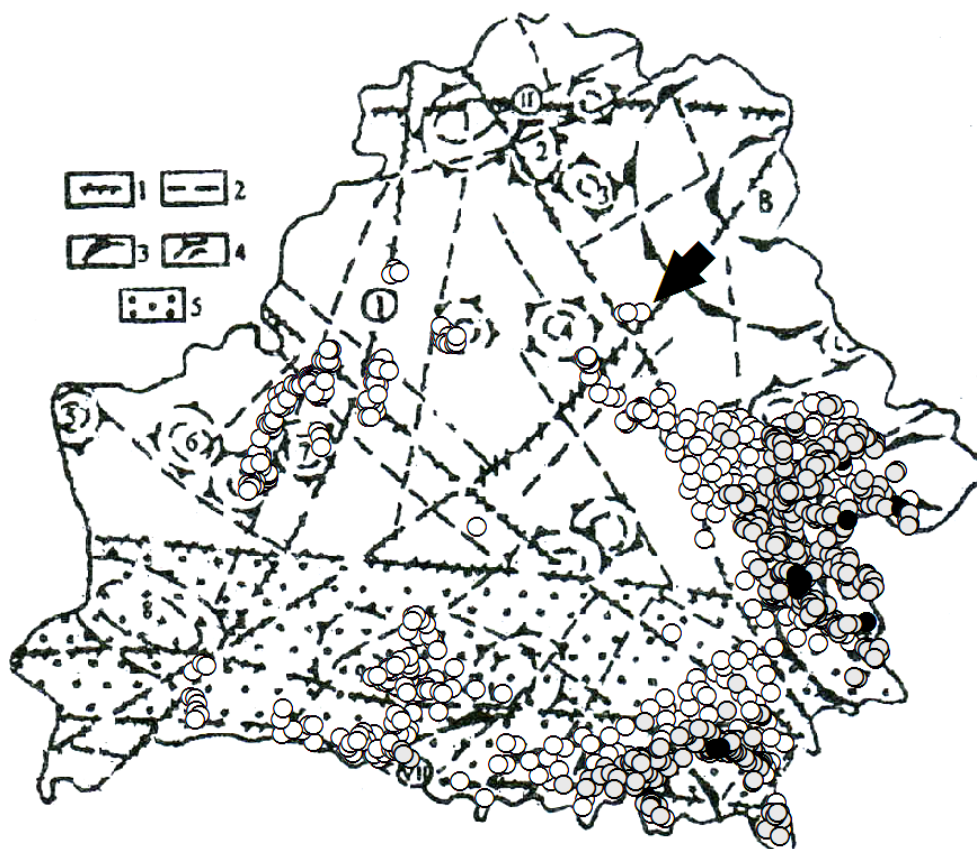


Рис. Геокодирование населенных пунктов Республики Беларусь, входящих в «Перечень населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения» [1, 2]: 1 – суперрегиональные линеаменты: I – Балтийско-Украинский, II – Полоцко-Курземский, III – Брестско-Велижский, IV – Двинско-Черниговский, V – Ошмянско-Речицкий, VI – Северо-Припятский, VII – Южно-Припятский; 2 – региональные и локальные линеаменты; 3 – кольцевые мегаструктуры: А – Полесская, Б – Клинцовская, В – Витебская, 4 – региональные кольцевые структуры: 1 – Браславская, 2 – Ветринская, 3 – Ушачская, 4 – Борисовская, 5 – Гродненская, 6 – Щучинская, 7 – Новогрудская, 8 – Березовская, 9 – Лунинецкая; 5 – фрагмент зоны Сарматско-Туранского трансконтинентального линеамента

При анализе полученной комбинированной пространственной модели, очевидно, прослеживается тенденция к концентрации населенных пунктов, включенных в «Перечень...», вблизи ряда линеаментов и кольцевых структур (рис.). В Витебской,

Гродненской и Минской областях это характерно для всех населенных пунктов. При этом единственный населенный пункт в Витебской области, включенный в «Перечень...», расположен в непосредственной близости от пересечения двух линеаментов (на рисунке указан стрелкой).

В Брестской, Гомельской и Могилевской областях данная тенденция для населенных пунктов, расположенных в зоне проживания с периодическим радиационным контролем менее очевидна, так как загрязнению подверглись значительно большие площади. Тем не менее, она проявляется для населенных пунктов, расположенных в зоне с правом на отселение и в зоне последующего отселения (рис.).

Исходя из вышеизложенного можно заключить, что использование метода пространственно-атрибутивной категоризации данных с использованием средств программного обеспечения, реализующего технологии географических информационных систем, позволяет получить новую информацию об объекте исследования. Полученная дополнительная информация обеспечит повышение адекватности и эффективности моделирования и достоверности оценок при анализе моделей.

Литература

1. Космогеология на современном этапе: региональные исследования, литомониторинг, образование / В.Н. Губин [и др.] // Дистанцион. зондирование природ. среды: теория, практика, образование: сб. науч. ст. / под. ред. В.Н. Губина. – Минск: Издательский центр БГУ, 2006. - С. 14-18.
2. Тяшкевич И.А. 40 лет развития метода дистанционного зондирования природных ресурсов в Республике Беларусь // Там же. - С. 6-10.
3. Лаптенюк С.А. Системный анализ геоэкологических данных в целях митигации чрезвычайных ситуаций. – Минск: БНТУ, 2013. - 287 с.
4. Гарецкий Р.Г., Каратаев Г.И. Эколого-тектонифизическая среда Беларуси. – Минск: Беларус. навука, 2015. - 175 с.
5. Бубнов В.П., Дорожко С.В., Лаптенюк С.А. Решение задач экологического менеджмента с использованием методологии системного анализа. – Минск: БНТУ, 2009. - 266 с.
6. Морзак Г.И., Лаптенюк С.А. Пространственное моделирование в промышленной и социальной экологии. – Минск: БГАТУ, 2011. - 210 с.
7. Медико-биологические аспекты аварии на Чернобыльской АЭС. 2010. - № 1-2. - С. 45-95.

УДК 551.79

АУТИГЕННОЕ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЕ В МЕЖЛЕДНИКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ РАЗРЕЗА БЕЛЫЙ РОВ

Г.И. Литвинюк, А.И. Косяк, А.В. Кузьмич

*Белорусский государственный педагогический университет им. Максима Танка,
Минск, Беларусь*

На территории Беларуси развиты мощные толщи четвертичных отложений, которые в пределах краевых возвышенностей Белорусской гряды достигают мощности около 300 м [1], сложенные отложениями различных генетических типов. Основную часть осадочного чехла составляют домуравинские комплексы, представленные в основном флювиогляциальными и моренными осадками сожско-днепровского (припятского) возраста, залегающими в непосредственной близости к дневной поверхности. Перекрываются они поозерскими неледниковыми и голоценовыми отложениями с небольшими линзами погребенных муравинских осадков. Эта толща в течение всего верхнего плейстоцена испытывала воздействие подземных и атмосферных вод, насыщенных различными минеральными

ассоциациями, что послужило поводом для изменения и преобразования минеральной части отложений (образование различных конкреций и других новообразований). Они представляют собой результат различных физико-химических процессов в результате взаимодействия породы с атмосферными осадками, подземными водами и газами атмосферы, в результате чего происходит аутигенная минерализация. Аутигенный означает - образовавшийся на месте нахождения (*in situ*) [2].

Аутигенные минералы возникают в отложениях на разных стадиях их образования, изменения и разрушения. В осадочных породах описано свыше 200 аутигенных минералов из классов: карбонаты, сульфаты, оксиды и гидроксиды, а также силикаты и алюмосиликаты и др. Наиболее широкое распространение имеют глинистые минералы, карбонаты и сульфаты, происходящие в основном из флювиогляциальных отложений сожского возраста [3]. В таких же отложениях нами были обнаружены конкреции в карьерах Зеленое и в районе Ракова. По Н.А. Махнача, наиболее часто в четвертичных отложениях встречаются такие карбонатные минералы как кальцит, сидерит и реже родохрозит. Результаты изучения аутигенных карбонатных минералов приведены в работе Н.А. Махнача [3].

Авторами в течение нескольких лет изучались муравинские межледниковые отложения в разрезе Белый Ров на Оршанской возвышенности с целью выявления наиболее полного состава ископаемой семенной флоры. Для этого было заложено несколько расчисток, вскрывших всю межледниковую толщу, и отобрано две серии образцов для палеокарпологического изучения. Расчистка 2 была заложена в непосредственной близости от морозобойного клина, образовавшегося, по мнению М.Е. Комаровского, во время поозерского оледенения, край которого находился на расстоянии около 14-17 км к северу и здесь существовали суровые перигляциальные условия [4].

Столь неудачное расположение с палеокарпологической точки зрения (большая часть ископаемых плодов и семян оказалась разрушенными) позволило обнаружить в межледниковой толще минералы кальцита или доломита серовато-белого и молочно-белого цвета, медленно реагирующие с 10 % раствором соляной кислоты. Наибольшее количество аутигенного минерала встречается в верхних частях торфяника, а также в нижележащих торфянистых супесях, где минерализация шла по семенам, имеющим внутренние полости, а также по остаткам древесины (рис.; фиг. 1, 3, 5). Аутигенный кальцит осаждался в порах хвои ели (фиг. 4), полостях семян *Brasenia*, *Potamogeton*, *Aldrovanda* (фиг. 2, 6, 7) и также на поверхности других органических остатков.

Большая часть органических остатков в результате такого воздействия претерпела серьезные разрушения вплоть до полного уничтожения, но чаще всего это приводило к их деформации и разрыву оболочки (фиг. 8). Стяжения кальцита также встречаются в торфянике в виде небольших конкреций (фиг. 9). Изучение минеральной части торфянистой супеси показало, что в ее состав входят кварц, сланцы, полевой шпат, гранит серый, а также другие минералы и горные породы. По-видимому, они не оказывали никакого влияния на процессы аутигенного минералообразования. В расчистках расположенных на некотором расстоянии от морозобойного клина подобных явлений не выявлено, а плоды и семена имеют хорошую сохранность и прекрасный внешний вид.

Все это свидетельствует о том, что аутигенное минералообразование связано с существованием перигляциальной зоны поозерского ледника, когда вся органическая толща была разбита морозобойными клиньями, которые впоследствии пропитывались водами насыщенными карбонатными растворами в результате изменения минерализации при их замерзании и оттаивании. По мнению Н.А. Махнача, данная территория находится в зоне, где грунтовые воды близки к состоянию насыщения относительно кальцита [3].

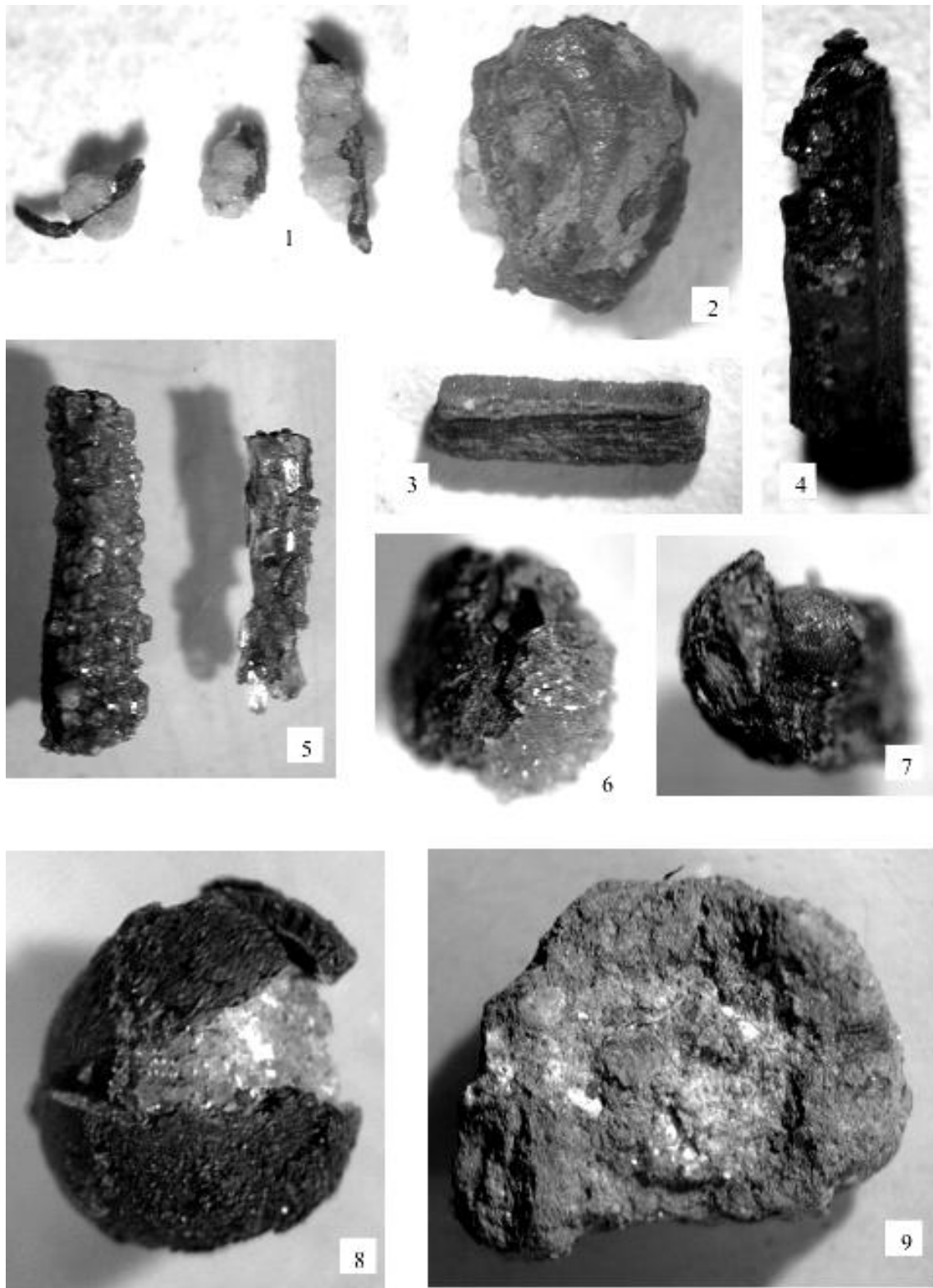


Рис. Минерализация по растительным остаткам: 1 – стяжения кальцита на веточках; 2 – образование кальцита на эндокарпе *Potamogeton natans* L.; 3 – вкрапления кальцита на древесине; 4 – вкрапления кальцита в хвое *Picea*; 5 – кристаллы кальцита по древесине; 6, 7 – разрушение семян *Aldrovanda vesiculosa* L. кальцитом; 8 – разрушение семян *Brasenia holsatica* (Web.) Weberb. кальцитом; 9 – стяжения кальцита в породе

Изучение процессов аутигенной минерализации заслуживает более детального изучения. Полученные результаты могут служить индикаторами физико-химических условий среды, а также показателями динамики палеоклиматических изменений, имевших место в геологическом прошлом.

Литература

1. Геология Беларуси / Под ред. А.С. Махнач, Р.Г. Гарецкого, А.В. Матвеева. - Минск: Ин-т геол. наук НАН Беларуси, 2001. - 815 с.
2. Геологический словарь. – М.: Недра, 1973. Т.1, 2. - 473 с.
3. Махнач Н.А. Аутигенные карбонатные минералы в четвертичных отложениях Беларуси. - Минск: Белорус. наука, 2007. - 215 с.
4. Нацыянальны Атлас Беларусі. - Мінск: Камітэт па зямельных рэсурсах, геадэзіі і картаграфіі пры Савеце Міністраў Рэспублікі Беларусь, 2002. - 292 с.

УДК 551.79

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ СЕМЕННОЙ ФЛОРЫ В ОПОРНОМ РАЗРЕЗЕ РЕЧИЦА ВОЗЛЕ г. БЕРЕЗА

Г.И. Литвинюк, А.Л. Стельмах, О.А. Семижон

*Белорусский государственный педагогический университет им. Максима Танка,
Минск, Беларусь*

Александрийские (лихвинские) семенные флоры, являются одними из наиболее узнаваемых и характерных флор, происходящих из плейстоценовых отложений не только Беларуси, но всей Восточно-Европейской равнины. По набору экзотов, степени архаичности и в целом по общему составу они воспроизводят особый облик растительности характерный только для среднеплейстоценового времени. Богатые семенные флоры александрийского времени встречаются не часто. В основном они характерны для естественных обнажений [1].

Опорный стратотипический разрез александрийского межледниковья у д. Малая Александрия до настоящего времени изучен недостаточно. Наиболее исследованным является классический разрез Принеманская под Гродно [2]. О семенных флорах юга Беларуси до сих пор сведений было немного, если не считать результатов полученных из керна скважин. Впервые некоторые особенности александрийских флор для юга республики были подмечены Ф.Ю. Величкевичем при изучении разреза Миничи на р. Щара. Он обратил внимание на отсутствие остатков широколиственных пород *Abies alba* и *Taxus baccata*, объяснив это неполнотой геологической летописи, а именно отсутствием флороносных слоев сформировавшихся на начальных стадиях межледниковья. Именно благодаря присутствию *Abies alba* и *Taxus baccata* на фоне других лесообразующих пород, создается неповторимый облик растительных сообществ, столь характерных для александрийского межледниковья.

Первоначальное изучение межледниковых отложений александрийского возраста у д. Речица Березовского района в 1985-1993 гг. не принесло положительных результатов, так как был вскрыт, по-видимому, лишь край линзы малой мощности [3]. Повторное изучение, проведенное летом 2014 г., группой белорусских и польских геологов позволило выявить богатую семенную флору [4], которая после окончательной обработки в лабораторных условиях насчитывает 66 форм древесных, кустарниковых и травянистых растений (табл.). Наиболее теплолюбивая и представительная ее часть выявлена в средней части флороносной толщи, представленной торфами и гиттиями, и соответствует оптимуму межледниковья. Из древесных пород здесь установлены семена и обломки хвои *Picea*, *Larix*, *Pinus sylvestris*, представленных довольно значительным количеством остатков. Из других древесных пород встречаются семена *Alnus*, более схожи с *Alnus incana* и орешки *Betula alba*. Более богата и

разнообразна флора травянистых растений, в которой широко представлены вымершие и внеевропейские виды. В первую очередь обращает на себя внимание огромное количество орешков *Aracites interglacialis*, достигающее нескольких десятков тысяч экземпляров. Такое количество остатков *Aracites* является уникальным явлением, встречается крайне редко и по данным Ф.Ю. Величкевича большое количество остатков этого вида характерно для лихвинской флоры Рубы и, особенно, для флоры разреза Миничи на Щаре, где данный вид представлен огромным количеством семян [1, 5].

Табл. Состав семенной флоры разреза Речица

Растение / Образцы	1	2	3	4	5	6
<i>Chara sp.</i>	2					
<i>Selaginella selaginoides</i> (L.) Link				3		
<i>Salvinia natans</i> (L.) All.				25	13	1
<i>Picea sp.</i>	6	7	9	1		3
<i>Larix sp.</i>	5	15	23			
<i>Pinus sylvestris</i> L.	3	14	12	11	2	
<i>Typha latifolia</i> L.	10	11		35	42	15
<i>Sparganium sp.</i>				1	5	6
<i>Potamogeton natans</i> L.	14	23	3	3		
<i>P. gramineus</i> L.					1	
<i>P. alpines</i> Balb.					2	
<i>P. praelongus</i> Wulf.	1					
<i>P. acutifolius</i> L.	2					
<i>P. obtusifolius</i> Mert. et Koch.		23			2	63
<i>P. rutilus</i> Wolfg.						3
<i>P. pusillus</i> L.					5	
<i>P. filiformis</i> Pers.	4					19
<i>P. vaginatus</i> Turcz.	5					
<i>P. dorofeevii</i> Wieliczk.				1	1	
<i>P. goretzkyi</i> Wieliczk.						7
<i>Najas marina</i> L.		28				
<i>Caulinia goretzkyi</i> (Dorof.) Dorof.	1	OM	2			
<i>C. minor</i> (All.) Coss. et Germ.		OM				
<i>Scheuchzeria palustris</i> L.			13			
<i>Stratiotes sp.</i>	+					
<i>Scirpus lacustris</i> L.	57	15	1			
<i>Eleocharis e gr palustris</i> (L.) Roem. et Schult.					11	14
<i>Dulichium arundinaceum</i> (L.) Britt.		1				
<i>Carex sgen Carex</i>		62	OM	48		
<i>Carex sgen Vignea</i>	71	57	OM	23	OM	OM
<i>Aracites interglacialis</i> Wieliczk.		22	OM	OM	10	6
<i>Betula alba</i> L.	OM	38	OM	19	8	15
<i>B. humilis</i> Schrank				3	4	
<i>Alnus incana</i> (L.) Moench		58	9			
<i>Urtica dioica</i> L.		1			1	1
<i>Rumex maritimus</i> L.	1				7	26
<i>R. acetosella</i> L.				7	3	
<i>Polygonum e gr lapatifolium</i> L.					1	
<i>Caryophyllaceae gen.</i>				2		
<i>Brasenia borystenica</i> Wieliczk.				2		
<i>Nymphaea cf. cinerea</i> Wieliczk.	3	75	1		+	
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith		18	1			
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	1					
<i>Batrachium sp.</i>	1				1	6
<i>Ranunculus sceleratoides</i> L.	1				21	OM

Продолжение табл.

Растение /	Образцы	1	2	3	4	5	6
<i>R. reptans</i> L.			1			10	
<i>Ranunculus</i> sp.		1					
<i>Rorippa palustris</i> (L.) Bess.							3
<i>Aldrovanda dokturovskyi</i> Dorof.			8	ом	1		
<i>Rubus ideaus</i> L.			6				
<i>R. saxatilis</i> L.		1					
<i>Rubus</i> sp.					5		
<i>Fragaria vesca</i> L.				2	1		3
<i>Comarum palustre</i> L.		3		6	1	3	2
<i>Potentilla</i> sp.					2	1	7
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.						2	7
<i>M. verticillatum</i> L.			1				8
<i>Hippuris vulgaris</i> L.		23				3	1
<i>Cicuta virosa</i> L.				1			
<i>Andromeda polifolia</i> L.					26	6	
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (L.) Spreng.		1	1		2	1	
<i>Naumburgia thyrsoiflora</i> (L.) Reichb.							2
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.			17	ом	5	22	20
<i>Ajuga reptans</i> L.					1		
<i>Lycopus europaeus</i> L.			1		2	1	
<i>Eupatorium cannabinum</i> L.			7		+	+	

Примечание: ом – больше 100 остатков; + обломки плодов и семян.

Другой особенностью данной флоры является большое количество семян такого типичного для оптимума лихвинского межледниковья вида, как *Caulinia interglacialis*, насчитывающего тысячи экземпляров, расцвет которого приходится также на лихвинское межледниковье [1]. Характерно, что остатки *Caulinia interglacialis* приурочены к нижней части оптимума межледниковья, или к его середине, а *Aracites interglacialis* - к его завершающим фазам. К наибольшему количеству остатков *Aracites*, приурочено и наибольшее количество семян *Aldrovanda dokturovskyi*, которых, в общем-то, не так и много (всего немногим более сотни экземпляров).

В самых верхних слоях оптимума (торф коричневый, обр. 4) обнаружено несколько семян *Brasenia borysthena*, также типично лихвинского вида. Семена бразении встречаются совместно с *Aracites* и единичными семенами *Aldrovanda*. Но в этом образце совершенно отсутствуют остатки *Caulinia interglacialis*, возможно, это явление обусловлено какими-то фаціальными особенностями отложений разреза, а возможно, просто недовыявленностью флоры. В других александрийских разрезах, таких как, например, Руба максимум остатков *Aracites* и *Brasenia* приходится на один интервал, а семена *Caulinia interglacialis* вообще отсутствуют [5]. В другом александрийском разрезе Верховье-1 семена *Aracites interglacialis*, *Caulinia interglacialis*, *Brasenia borysthena*, встречаются совместно на всем протяжении оптимума межледниковья, не создавая больших скоплений остатков. Наибольшее количество остатков *Brasenia borysthena* приходится на минимальное количество семян *Caulinia* и никак не связано с *Aracites* [6]. Следует также отметить, что семена *Brasenia* в лихвинских отложениях на территории Беларуси не создают массовых скоплений, как в муравинских отложениях.

Из других экзотов следует отметить присутствие одного орешка *Dulichium arundinaceum*, приуроченного к нижней части оптимума межледниковья, а также значительное количество семян теплолюбивого вида *Nymphaea cinerea*.

В целом, флора оптимума межледниковья отражает теплые климатические условия, а наличие значительного количества термофильных элементов в травянистой флоре и присутствие характерных вымерших видов, а также господство хвойных пород среди

древесных растений, хотя и без остатков *Abies alba*, позволяет относить выявленную флору к александрийскому (лихвинскому) межледниковью. Отсутствие во флоре широколиственных древесных пород типа *Carpinus betulus*, *Taxus baccata*, различных *Tilia* и *Acer*, а также некоторых экзотических форм травянистых растений как *Potamogeton maackianus*, *Myriophyllum spinulosum*, не умаляют значения данной флоры и позволяют сопоставлять ее с такими типичными александрийскими разрезами на территории Беларуси, как Миничи на Щаре, Руба и Верховье-1 на Западной Двине, а по набору древесных и травянистых растений с межледниковой флорой гипостратотипа александрийских отложений у д. Принеманская [4].

Флора, происходящая из ниже и вышележащих слоев, отражает неоптимальные фазы межледниковья и условия существования палеоводоема. Здесь нет термофильных форм, увеличивается доля видов умеренных условий обитания из семейств *Ranunculaceae*, *Caryophyllaceae*, появляется группа *Potamogeton*, типа *P. gramineus*, *P. filiformis*, *P. pusillus*, отражающих умеренные климатические условия.

Такой набор экзотов травянистых растений и темнохвойный тип лесной растительности позволяет без сомнения относить данную флору к александрийскому (лихвинскому) межледниковью.

Все приведенные материалы также позволяют выдвинуть данный разрез в качестве опорного для александрийского (лихвинского) межледниковья на юге нашей республики.

Литература

1. Величкевич Ф.Ю. Плейстоценовые флоры ледниковых областей Восточно-Европейской равнины. - Минск: Наука и техника, 1982. - 239 с.
2. Якубовская Т.В. Палеогеография лихвинского межледниковья Гродненского Полесья. - Минск: Наука и техника, 1976. - 298 с.
3. Величкевич Ф.Ю., Рылова Т.Б., Санько А.Ф., Феденя В.М. Березовский страторайон плейстоцена Белоруссии. - Минск: Наука и техника, 1993. - 146 с.
4. Карабанов А.К., Богдасаров М.А., Рылова Т.Б., Литвинюк Г.И. Новые данные о геологическом строении четвертичных отложений в опорном разрезе «Речица» Березовского района Брестской области // Актуальные вопросы инженер. геологии, гидрогеологии и рационального природопользования: Матер. геол. чтений, посвящ. 110-летию со дня рожд. акад. Г.В. Богомолва. – Минск, 3 апр. 2015. - С. 60–62.
5. Величкевич Ф.Ю. О лихвинской флоре пос. Руба на Западной Двине. – Докл. АН СССР. 1977. Т. 233. № 6. - С. 1158-1161.
6. Величкевич Ф.Ю. Новые данные о флоре Верховье-1 на Западной Двине // Докл. БССР. 1977. Т. 21, № 3. - С. 258-261.

УДК 552.578.2.061.4 (476)

ИЗМЕНЕНИЯ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ В ПРОЦЕССЕ НЕФТЕИЗВЛЕЧЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

К.А. Лобов

*РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» БелНИПИнефть,
Гомель, Беларусь*

Повышение добычных возможностей нефтяных скважин всегда было и остается важнейшей проблемой нефтегазодобывающей отрасли. Этот вопрос на сегодняшний день приобретает первостепенное значение для условий нефтяных месторождений Припятского прогиба, где открытые залежи нефти уже практически истощены, а вновь открываемые обладают низкими фильтрационно-емкостными характеристиками коллекторов. Залежи нефти в карбонатных коллекторах Припятского прогиба справедливо относятся к категории сложнопостроенных, в связи с их высокой геологической неоднородностью. Установлено,

что величина невыработанных запасов в таких залежах может достигать до 80 %, а существенным негативным геологическим фактором в этом процессе является эффект резкого снижения проницаемости пород, обусловленный объемной деформацией горных массивов.

Ответить на вопрос, как влияет напряженно-деформированное состояние на проницаемость породы, на фильтрационный процесс и, в конечном счете, на дебит скважин, невозможно без проведения экспериментальных исследований пород и определения их свойств. Экспериментальные исследования изменения проницаемости при изменяющихся давлениях обжима (имитирующих пластовые условия) проводились в Гомельском комплексном отделе НПЦ по геологии на лабораторной установке УИПК-1 с использованием керна большого диаметра.

Процесс деформации образца внешним давлением ($P_{обж}$) с последующим измерением проницаемости по газу, проходил по следующей технологической схеме. За начало измерения взято внешнее давление ($P_{обж}$) образца, соответствующее начальной части исследования энергетической системы пласта – 3 МПа. Ступенчато давление поднималось до 18 МПа с интервалом 3 МПа, при этом с каждым изменением давления образец выдерживался в течение 2 часов, после чего проводились замеры газопроницаемости. С 18 МПа до 30 МПа исследования проводились по той же схеме с интервалом изменения давления 9 МПа. Снижение внешнего давления с 30 МПа до 18 МПа и с 18 МПа до 3 МПа (обратный ход) проводилось аналогично приведенному выше. В общей сложности образец находился под нагрузкой 76 ч. Лабораторные исследования проводились на обр. 2 и 4 скв. 604 Зуевской площади (семилукские отложения, доломит). Предварительно определены их фильтрационно-емкостные свойства, а также проведено насыщение обр. 4 керосином.

В результате экспериментальных исследований установлено, что под воздействием знакопеременных нагрузок (рост давления обжима – его сброс) в коллекторах трещинного типа с ухудшенными фильтрационными свойствами, происходит смятие контактов и смыкание трещин, которые вызывают дальнейшее ухудшение проницаемости или даже полную потерю фильтрационной способности [1].

По результатам исследований построены графические зависимости изменения газопроницаемости, и относительной проницаемости $(K_n - K_t)/K_n$, % от величины внешнего давления (рис.).

Геодинамика в карбонатных коллекторах играет важную роль на всех этапах геологоразведочного процесса, начиная с бурения скважины и заканчивая разработкой месторождений. Вариации пластового давления приводят к изменению эффективных напряжений, а значит, происходят изменения раскрытости трещин и проницаемости коллекторов. Особенно это важно для низкопроницаемых коллекторов, где фильтрация происходит по микротрещинам и превышение допустимого эффективного напряжения приводит к смыканию микротрещин и прекращению фильтрации [2]. Если величина напряжений объемного сжатия меньше предела текучести карбонатных пород ($P_{тек}$), который определен экспериментально и равен приблизительно 25 МПа [3], то породы проявляют упругие свойства, при превышении этого порога – в породах развиваются частично упруго-пластические деформации, что сопровождается уменьшением трещинной проницаемости и резким падением дебитов скважины.

$$\text{Используя формулу } P_{\text{ср.эф}} = \left(\frac{P_{\text{ос}} + P_{\text{рад}} + P_{\text{кол}}}{3} \right), \quad (1)$$

где $P_{\text{ос}}$ – осевое напряжение в скважине, $P_{\text{рад}}$ – радиальное напряжение в скважине, $P_{\text{кол}}$ – кольцевое напряжение в скважине, *определим среднее эффективное давление* ($P_{\text{ср.эф}}$) по каждой скважине, характеризующее напряженное состояние массива пород.

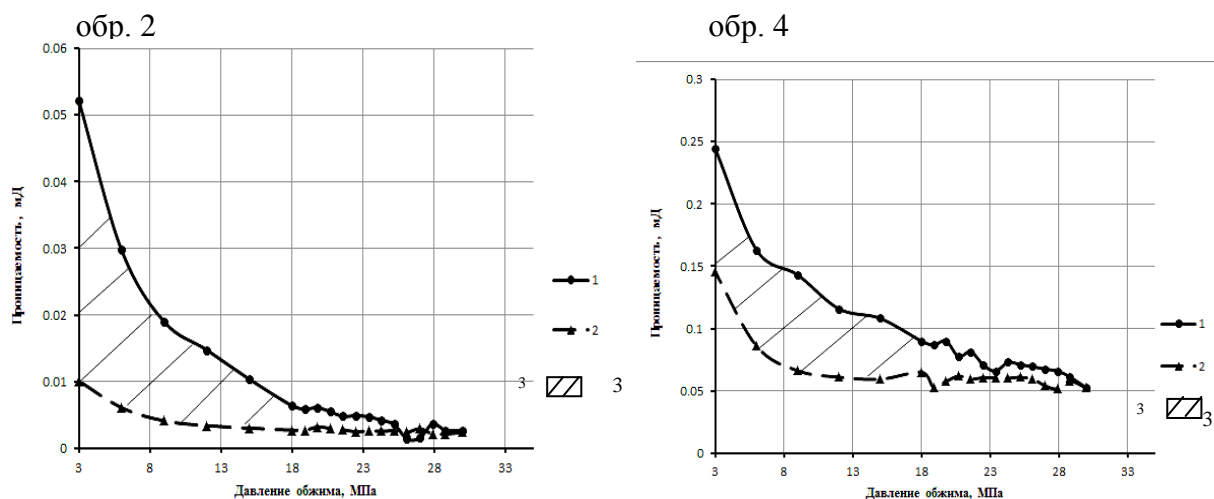


Рис. Изменение проницаемости от давления обжима ненасыщенного (обр. 2) и насыщенного керосином (обр. 4) кернов породы, скв. 604 Зуевская (семилукский горизонт): 1 – при повышении давления обжима $P_{обж}$ (прямой ход); 2 – при снижении давления обжима $P_{обж}$ (обратный ход); 3 – деформационная потеря проницаемости пласта

При $P_{ср.эф} = P_{тек}$ определяем критические значения пластового давления по формуле

$$P_{кр} = \frac{(1 + \mu) \cdot P_{гор}}{3(1 - \mu)} - P_{тек}, \quad (2)$$

предложенной в работе [4] (где: μ – коэффициент Пуассона, который можно для условий Припятского прогиба принять равным 0,35; $P_{гор}$ – горное давление); были определены критические значения пластового давления для каждой скважины и проанализирована динамика пластового давления относительно критического. При снижении пластового давления ниже уровня критического давления, первичные упругие деформации переходят во вторичные, третичные, вплоть до полного разрушения породы [5]. Необратимые деформации и пластическое изменение пород в пласте приводят к ухудшению фильтрационных свойств коллектора и, в конечном итоге, к потере добычного потенциала скважин.

С целью оценки напряженно-деформированного состояния пластов-коллекторов были рассчитаны значения эффективных давлений, построены карты и графики, а также выполнен анализ их изменения во времени и их влияние на состояние разработки по ряду месторождений Припятского прогиба.

В результате анализа выполненных исследований дана оценка эффективности существующей системы поддержания пластового давления (ППД) и выданы рекомендации для дальнейшей разработки этих месторождений. Полученные результаты позволяют прогнозировать невыработанные (или слабовырабатываемые) участки залежи, приуроченные к зонам, наиболее подверженным деформационным изменениям в процессе нефтеизвлечения, которые необходимо учитывать при проектировании разработки, планировании геолого-технических мероприятий и оценке выработки запасов.

Литература

1. Лобов К.А., Лобова Н.Л., Кибаш М.Ф., Зайцев А.И. Влияние упруго-пластичных деформаций на фильтрационные характеристики коллектора (на примере семилукской залежи Зуевского месторождения) // Литасфера. 2014. № 1. - С. 134–136.
2. Митрофанов В.П. О влиянии эффективного давления на фильтрационно-емкостные свойства карбонатных пород // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2005. № 1. - С. 34-45.

3. Рынский М.А., Лобов А.И. Механические особенности карбонатных коллекторов месторождений Припятского прогиба // Поиски и освоение нефтяных ресурсов РБ: Сб. науч. тр. – Гомель, 2007. - Вып. 6. - 412 с.

4. Липский Л.А., Мануйло В.С., Воробьев С.Н. Влияние упруго-пластических деформаций пласта на производительность скважин // Поиски и освоение нефтяных ресурсов республики Беларусь: Сб. науч. тр.– Речица, 2010. - Вып. 7. - С. 258-262.

5. Biot M.A. Theory of elasticity and consolidation for a porous anisotropic solid // J. Appl. Phys. 1955. Vol. 26. - P. 182-197.

УДК 550.4(476.5)

РЕТРОСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ г. ВИТЕБСКА МЕТАЛЛАМИ

О.В. Лукашёв, Н.В. Жуковская

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Авторами проводится систематизация и публикация архивных геохимических данных, отражающих эколого-геохимическое состояние урбанизированных территорий Республики Беларусь в конце 1980-х–начале 1990-х гг. [1–3 и др.]. Подобная геохимическая информация представляет интерес как своеобразная начальная «точка отсчёта», отражающая техногеохимическую ситуацию, существовавшую на момент распада СССР и возникновения суверенного белорусского государства – Республики Беларусь.

Оценка уровня загрязнения почв и растительности г. Витебска рядом химических элементов показывает, что в 1990 г. оно в целом носило умеренный характер. Основными загрязнителями почв являлись Cr, Ni, Cu и Pb, растительности – Cr, Zn, Pb.

По сравнению с местным геохимическим фоном почвы города в среднем были обогащены Cr в 1,6 раза, V, Ni, Cu, Y, Pb – в 1,3–1,4 раза. Содержание остальных элементов близко к фоновому. По отношению к региональному фону выражено накопление V ($K_a = 3$), Cr (3,2), Mn (2,1), Cu (1,7), Pb ($K_a = 1,6$).

Среднее значение показателя суммарного загрязнения почв (Z_c) составляло 7. Почвы на большей части города характеризовались допустимым уровнем загрязнения ($Z_c < 16$), умеренно опасный уровень (16–32) обнаружен в 4,5 %, опасный (более 32) – менее чем в 1 % случаев.

Характерной чертой техногенеза является изменение структуры и состава ассоциаций геохимически взаимосвязанных элементов.

В почвенном покрове г. Витебска с помощью метода главных компонент выделено 4 ассоциации химических элементов (Ti–Zr–Y–Mn, Cr–Cu–Co–Ni, Pb–Ni–Cu–Mn, Ba–V). Две из них интерпретированы как техногенные, одна – природно-техногенная. Ассоциация Cr–Cu–Co–Ni связана, в первую очередь, с выбросами промышленных предприятий. Ассоциация, ядром которой выступает Pb, в большей степени обусловлена деятельностью транспорта.

Картирование значений факторов, интерпретируемых как техногенные, позволяет локализовать источники загрязнения. Так, участки с максимальными значениями фактора, формирующего ассоциацию Cr–Cu–Co–Ni, территориально связаны с промышленными предприятиями города (завод электроизмерительных приборов, «Вистан», мотороремонтный завод, фабрика «Знамя индустриализации»).

Степень загрязнения древесных видов растительности г. Витебска в большинстве случаев относительно невысока.

По сравнению с местным фоном установлены повышенные концентрации Zn и Pb в листьях *Betula pendula* Roth ($K_a = 1,5$), Cr, Co, Pb – в листьях *Tilia cordata* Mill ($K_a = 1,6, 2,2$ и $1,9$ соответственно). Валовое содержание элементов в поверхностном горизонте почв с соответствующим содержанием в растительности не коррелировало.

Выявлено понижение концентраций Mn во всех опробованных древесных видах г. Витебска по сравнению с фоном ($K_a = 0,69-0,86$). Коэффициент биологического поглощения (КБП) Mn листвой *Betula pendula* Roth. и *Picea abies* Karst. г. Витебска на порядок ниже, чем аналогичных видов эталонных участков.

В условиях г. Витебска наблюдается снижение соотношений Mn/Cu, Mn/Pb в листьях *Betula pendula* Roth. и хвое *Picea abies* Karst по сравнению с региональным и местным фоном.

Структура и состав ассоциаций химических элементов в листьях *Betula pendula* Roth (Ti–V–Pb–Cr, Mn–Ni–Cu) и *Tilia cordata* Mill. (Ti–V–Pb–Cr, Cu–Ni, Mn) в целом схожи с фоновыми ассоциациями, выделенными в хвое *Pinus sylvestris* L. и *Picea abies* Karst. национальных парков Беларуси. Биофильные и «биологически инертные» элементы образуют отдельные ассоциации. Выделение отдельной ассоциации, ядром которой является Mn, может свидетельствовать о том, что основной чертой изменения химического состава листьев *Tilia cordata* Mill. в условиях города является дефицит биофильных элементов и, прежде всего, Mn.

С помощью корреляционного анализа была изучена связь между спектральными отражательными свойствами и содержанием ТМ в листьях *Betula pendula* Roth. и *Tilia cordata* Mill. г. Витебск.

Для оценки спектрального оклика городской растительности использовались материалы космической съёмки со спутника Landsat 5 TM.

Космоснимки были получены из архива Геологической службы США (USGS) с помощью сервиса EarthExplorer непосредственно на год и месяц отбора проб.

Были рассчитаны следующие вегетационные индексы (ВИ):

– относительный ВИ, $RVI = NIR/RED$, где NIR – значение коэффициента отражения в ближнем инфракрасном, RED – в красном диапазоне спектра;

– разностный ВИ, $DVI = NIR - RED$; нормализованный разностный ВИ, $NDVI = (NIR - RED)/(NIR + RED)$;

– трансформированный ВИ, $TVI = \sqrt{NDVI + 0,5}$;

– вторая компонента спектрального преобразования Каута–Томаса, KT2 (метод «колпак с кисточкой»).

Пространственное распределение значений NDVI представлено на рисунке.

Установлены статистически значимые обратные связи между содержанием в листьях *Tilia cordata* Mill. Pb и вегетационными индексами: RVI ($r = -0,28$, $p = 0,004$), DVI ($r = -0,34$, $p < 0,001$), NDVI ($r = -0,30$, $p = 0,002$), TVI ($r = -0,29$, $p = 0,002$), KT2 ($r = -0,25$, $p = 0,01$). Выявлена зависимость между концентрацией Cr в листьях липы и значениями индексов NDVI ($r = -0,21$, $p = 0,034$) и DVI ($r = -0,20$, $p < 0,042$).

Также была проанализирована взаимосвязь между рассчитанными индексами и суммарным показателем загрязнения почв Z_c (в точках отбора проб растительности). Коэффициенты корреляции Пирсона между показателем Z_c и вегетационными индексами составляют: $-0,34$, $p = 0,001$ (RVI), $-0,37$, $p < 0,001$ (DVI), $-0,30$, $p = 0,002$ (NDVI), $-0,36$, $p < 0,001$ (TVI), $-0,39$, $p < 0,001$ (KT2).

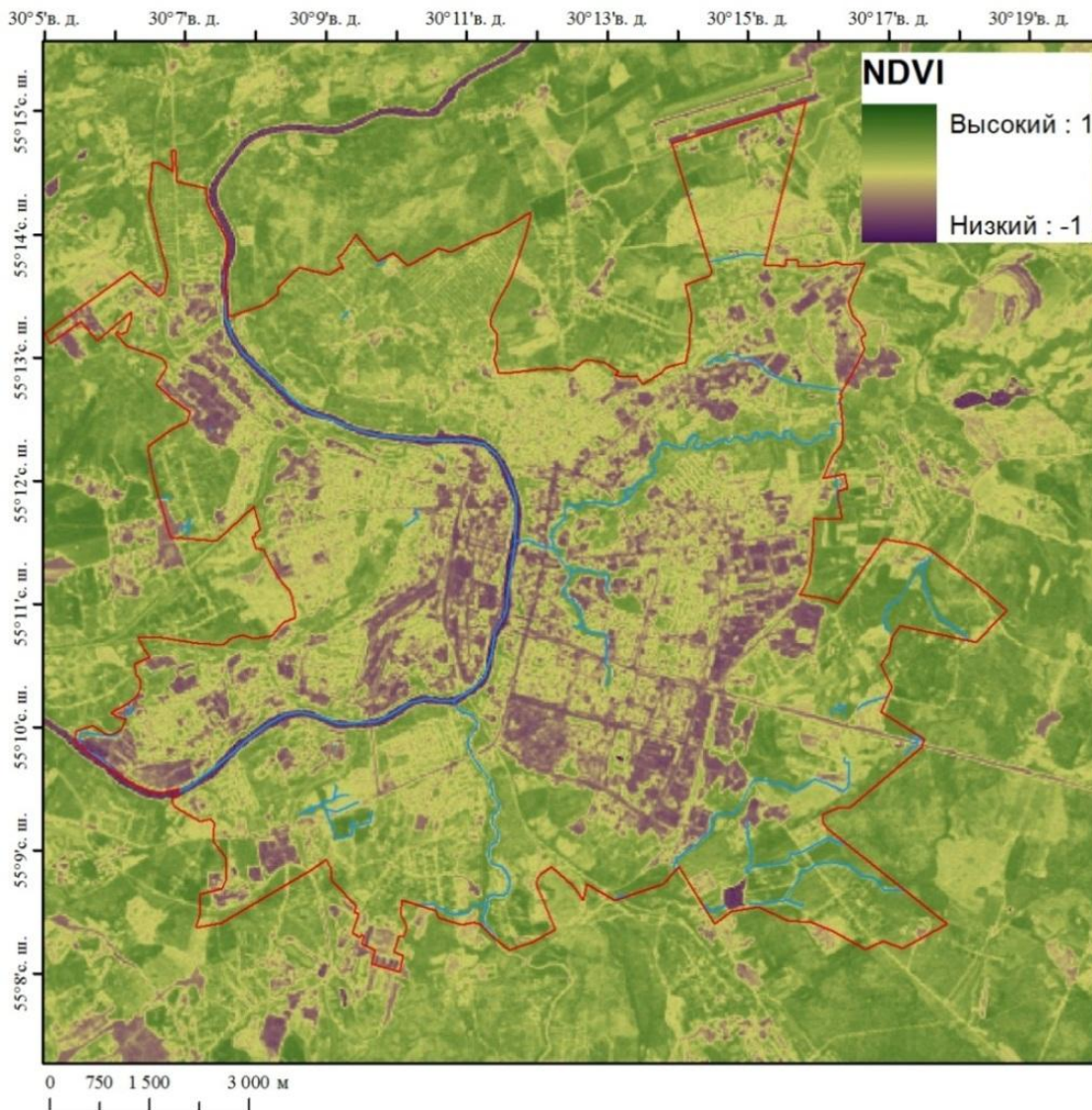


Рис. Пространственное распределение значений NDVI

Литература

1. Лукашѐв О.В., Жуковская Н.В. Ретроспективная оценка загрязнения почв и растительности г. Витебская тяжѐлыми металлами // Прир. ресурсы. 2006. № 4. – С. 52–58.
2. Лукашѐв О.В., Жуковская Н.В. Ретроспективная оценка загрязнения почв и растительности г. Кобрин металлами // Прир. ресурсы. 2009. № 1. – С. 15–21.
3. Жуковская Н.В., Лукашѐв О.В. Выделение техногенных ассоциаций элементов в почвах городских территорий методом главных компонент (на примере городов Беларуси) // Горные территории – экол. проблемы городов: Матер. Междунар. молодѐж. науч. конф., Ереван, 29–30 мая 2007 г. Ереван, 2007. С. 30–34.

ИЗУЧЕНИЕ НЕДР И РАЗВИТИЕ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В 2016-2020 гг.

С.О. Мамчик

Государственное предприятие «НПЦ по геологии», Минск, Беларусь

Для обеспечения устойчивого социально-экономического развития и экономической безопасности Республики Беларусь необходима модернизация экономики, базирующейся на инновациях и эффективном использовании национальных ресурсов.

В основу отраслевой структуры национальной экономики к 2030 г. должны лечь инновационные промышленные кластеры и производства, созданные, прежде всего, на базе имеющихся запасов минеральных ресурсов и сырьевых зон сельхозпродукции. Для максимального обеспечения минерально-сырьевыми ресурсами предприятий республики, увеличения экспортного потенциала, снижения зависимости экономики от импорта минерального сырья необходима своевременная подготовка запасов полезных ископаемых к промышленному освоению на выявленных месторождениях.

В конце 1980-х гг. в Беларуси стали резко доминировать геологоразведочные работы на уже открытых месторождениях с целью их доразведки и обеспечения прироста запасов промышленных категорий, а региональные работы были свернуты. В результате в период с начала 1990-х гг. по настоящее время не произошло сколько-нибудь значимых геологических открытий, а данные о геологическом строении территории, полученные в результате региональных работ «доперестроечного» периода, значительно устарели в связи с прогрессом геологической науки.

Выявление новых месторождений, как основы создания инновационных промышленных кластеров и производств на базе запасов минеральных ресурсов, в настоящее время сопряжено с решением проблем регионального геологического изучения недр страны. Анализ состояния регионального изучения недр на территории Беларуси указывает на наличие ряда проблем:

- сокращение объемов работ по региональному геологическому изучению недр;
- отставание уровня геологической изученности в крупном масштабе по сравнению с развитыми странами;
- несоответствие имеющейся геологической информации общего содержания, прежде всего, геологических карт среднего и мелкого масштаба современным требованиям;
- отсутствие современного материально-технического обеспечения для получения, хранения и использования геологических данных при проведении регионального геологического изучения недр.

Социально-экономические ориентиры на высокое качество человеческого развития на основе формирования «зеленой экономики», ее глобальной информатизации, ускоренного развития высокотехнологичных производств и услуг, позволяющих выйти на лидирующие позиции на мировом рынке, возможны только при наличии соответствующей инфраструктуры.

Без создания современной геологической основы как элемента социально-экономической инфраструктуры современного государства невозможно обеспечение эффективного использования природных ресурсов, экологизации производств и обеспечения экологической и экономической безопасности страны.

Целью программных мероприятий по геологическому изучению недр под эгидой государства традиционно является обеспечение потребностей экономики страны в минерально-сырьевых ресурсах, повышение уровня геологической изученности территории

Республики Беларусь для выявления месторождений полезных ископаемых, геологического обеспечения проектов в области строительства, мелиорации, обороны, экологии, оценки и прогноза состояния недр на территориях, подверженных опасным геологическим процессам и явлениям.

Задачи, поставленные для обеспечения экономики минерально-сырьевыми ресурсами на 2016–2020 гг. следующие:

- проведение поисков углеводородного сырья с целью наращивания собственного топливно-энергетического потенциала;

- поиск, предварительная разведка и подготовка к промышленному освоению новых месторождений строительных материалов и других видов нерудного сырья для обеспечения создания инновационных промышленных кластеров и производств на базе запасов минеральных ресурсов;

- изучение подземной гидросферы, поиск и разведка пресных и минеральных подземных вод для обеспечения потребностей населения;

- проведение комплексной многоцелевой геологической съемки территории страны с составлением комплекта крупномасштабных геологических карт и соответствующих баз данных геологической информации для обеспечения недропользователей достоверной информацией геологического содержания (минерагенической, гидрогеологической, инженерно-геологической, геолого-экологической) при решении вопросов в области поисков и разведки месторождений общераспространенных полезных ископаемых, обеспечения подземными водами, строительства, мелиорации, горного дела, обороны, охраны окружающей среды, предупреждения опасных геологических явлений;

- проведение глубинного геологического картирования территорий, наиболее перспективных на обнаружение полезных ископаемых, с оценкой прогнозных ресурсов минерального сырья для обеспечения недропользователей, выполняющих работы по геологическому изучению недр, геологической основой при поисках новых месторождений стратегических полезных ископаемых, залегающих на больших глубинах, с целью расширения минерально-сырьевой базы и развития импортозамещающих производств;

- создание сети опорных геолого-геофизических профилей и параметрических скважин для прогнозирования возможности выявления месторождений полезных ископаемых, в пределах слабо изученных участков недр, а также для корреляции геологической информации о глубинном строении недр с соседними государствами;

- создание единой цифровой геологической карты территории Республики Беларусь на нескольких уровнях генерализации, соответствующих мелкому, среднему и крупному масштабам, путем переинтерпретации имеющейся геологической информации с минимальным комплексом работ по геологическому доизучению ранее заснятых площадей;

- совершенствование системы сбора, обработки, анализа, хранения и предоставления в пользование геологической информации о недрах в соответствии с современными и перспективными требованиями в сфере недропользования на основе создания общедоступных информационных ресурсов.

Конечной товарной продукцией геологоразведочных работ являются разведанные запасы различных видов минерального сырья, которые служат материальной основой для развития промышленности. Экономика геологоразведочных работ органически взаимосвязана со многими отраслями народного хозяйства и функционирует с учетом закономерностей их развития, особенно с добывающими предприятиями. Чистый или чистый дисконтированный доход, образующийся в результате деятельности этих предприятий, составляет и экономический эффект геологоразведочных работ. Оценку такого эффекта можно произвести путем сопоставления ожидаемых приростов запасов полезных ископаемых, затрат на производство геологоразведочных работ и рентабельности

производства товарной продукции, получаемой при разработке аналогичных видов минерального сырья.

Косвенный экономический эффект, который не поддается непосредственной количественной оценке, будет обеспечиваться путем создания цифровых версий геологических карт, в том числе специального содержания (инженерно-геологических, гидрогеологических, геоэкологических), применяемых широким кругом пользователей для принятия решений, связанных с поддержанием и улучшением качества жизни населения и экономического развития регионов, поддержки решений землеустройства, строительства, ведения сельского хозяйства, смягчения природных опасностей, проведения экологического мониторинга.

Реализация предусмотренных на 2016–2020 гг. геологоразведочных работ призвана получить следующие социальные, экономические и экологические результаты:

- привлечение иностранных инвесторов в сферу поиска, разведки и добычи полезных ископаемых, в том числе на основе передачи участков недр в концессию;
- создание условий для комплексного развития регионов с учетом эффективного использования его ресурсного потенциала, прежде всего минерально-сырьевых ресурсов, а также с учетом инженерно-геологических условий и проявлений опасных геологических явлений при размещении социальных и промышленных объектов;
- сохранение и улучшение природного потенциала сельского хозяйства, комплексное землеустройство с учетом геологических предпосылок мелиорации земель;
- обеспечение производства экологически чистой сельхозпродукции и ландшафтно-экологического планирования промышленного использования лесов за счет правильного учета геохимического фона ландшафтов;
- создание условий для обеспечения высоких стандартов жизни населения за счет учета геолого-экологического фактора;
- восстановление состояния природной среды на территориях, нарушенных в процессе деятельности горнодобывающей и перерабатывающей промышленности;
- повышение эффективности функционирования национальной системы мониторинга окружающей среды;
- обеспечение растущих информационно-коммуникационных потребностей граждан, бизнеса и государства в части геологической информации о недрах.

УДК 550.42;551.763.3(476–12)

ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ УГЛЕРОДА И КИСЛОРОДА ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ

А.А. Махнач, Л.А. Каримова, О.В. Мурашко

Государственное предприятие «НПЦ по геологии», Минск, Беларусь

Образования писчего мела, широко распространенные на территории Беларуси в толще позднемелового возраста, до сих пор не были охвачены более или менее обстоятельными изотопными исследованиями, несмотря на то, что такие исследования представляются многообещающими для понимания динамики условий седиментации в литологически монотонных меловых разрезах. Мы изучали разрез верхнемеловых отложений юго-востока Беларуси (Гомельский объект, скв. 804) мощностью порядка 80 м (рис.). Он был охарактеризован 29 образцами, в которых определены изотопный состав углерода и кислорода (Б.Г. Покровский, ГИН РАН) и содержание кальцита (Г.И. Лучина, ГП «НПЦ по геологии»).

Содержание кальцита по разрезу обычно не менее 90 %; исключение составляют песчанистые отложения нижней части сеномана и прослой мергеля в отложениях верхнеконьякского подъяруса. Значения $\delta^{13}\text{C}$ – от 1,2 до 4,1 ‰ (PDB), в среднем составляют 2,6 ‰. Диапазон флуктуаций $\delta^{18}\text{O}$ (SMOW) – 26,0–29,8 ‰, среднее – 28,6 ‰.

Из-за стратиграфической неполноты разреза и недостаточной частоты отобранных проб нам не удалось выявить признаков глобальных аноксических событий, хорошо известных, в частности, в среднем сеномане, на рубежах сеноман–турон, коньяк–сантон [1–3 и др.]. Однако полагаем, что динамика значений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$, наблюдаемая в разрезе, несет информацию о «местных» (региональных) изменениях седиментационной обстановки. Интерпретацию изменений значений $\delta^{13}\text{C}$ мы осуществляли исходя из того, что изотопный состав углерода пород зависит от биопродуктивности бассейна осадконакопления. Чем выше биопродуктивность, тем больше легкого изотопа выводится из системы в органическое вещество и тем больше тяжелого изотопа мобилизуется в минеральной части, и наоборот. Изотопный состав кислорода пород трактовался как функция температуры морской воды: с ростом температуры раствора изотопный состав кислорода кристаллизующегося карбоната облегчается и наоборот.

Ранний сеноман–начало позднего сеномана. В этом временном интервале отмечается значительный положительный экскурс $\delta^{13}\text{C}$ (около 3 ‰), который может свидетельствовать об увеличении биопродуктивности седиментационного бассейна. Однако здесь стоит оговориться, что отмеченный положительный экскурс $\delta^{13}\text{C}$ может также указывать на снижение роли легкой почвенной («континентальной») углекислоты при переходе от существенно терригенного осадконакопления (нижнесеноманские песчаники с карбонатным цементом) к открытоморской (пелагической) карбонатной седиментации в среднем сеномане. Отмечается также значительный отрицательный экскурс $\delta^{18}\text{O}$ (около 3 ‰), отражающий увеличение температуры морской воды.

Вторая половина среднего турона–середина позднего турона. Выявляется небольшой отрицательный экскурс $\delta^{13}\text{C}$, сопровождающийся незначительным положительным экскурсом $\delta^{18}\text{O}$. Данный временной отрезок характеризуется некоторым снижением биопродуктивности бассейна и температуры морской воды.

Середина позднего турона–первая половина раннего коньяка. Фиксируются отрицательные экскурсы $\delta^{13}\text{C}$ (0,5 ‰), и $\delta^{18}\text{O}$ (около 1 ‰), которые означают продолжение снижения биопродуктивности, начавшегося в середине позднего турона, но теперь сопровождающегося увеличением температуры морской воды.

Середина первой половины–середина второй половины раннего коньяка. Не отмечается существенных колебаний $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$, что свидетельствует о стабильности уровня биопродуктивности бассейна и температуры морской воды.

Середина второй половины раннего коньяка–середина позднего коньяка. Здесь выявляется положительный экскурс $\delta^{13}\text{C}$ (1 ‰), сопровождающийся отрицательным экскурсом $\delta^{18}\text{O}$ (1,1 ‰), что указывает на увеличение биопродуктивности в сочетании с потеплением морской воды. Увеличение биопродуктивности на этом уровне может быть связано с подачей питательных веществ с суши, так как здесь в породах отмечается увеличение содержания терригенного материала.

Середина–вторая половина позднего коньяка. Фиксируется весьма незначительный отрицательный экскурс $\delta^{13}\text{C}$, сопровождающийся незначительным положительным экскурсом $\delta^{18}\text{O}$. Отрезок характеризуется незначительным снижением биопродуктивности в сочетании с незначительным похолоданием морской воды.

Вторая половина позднего коньяка–первая половина раннего сантона. Отрицательный экскурс $\delta^{13}\text{C}$ (1 ‰) и положительный – $\delta^{18}\text{O}$ (1,7 ‰) свидетельствуют о снижении биопродуктивности в сочетании с похолоданием морской воды.

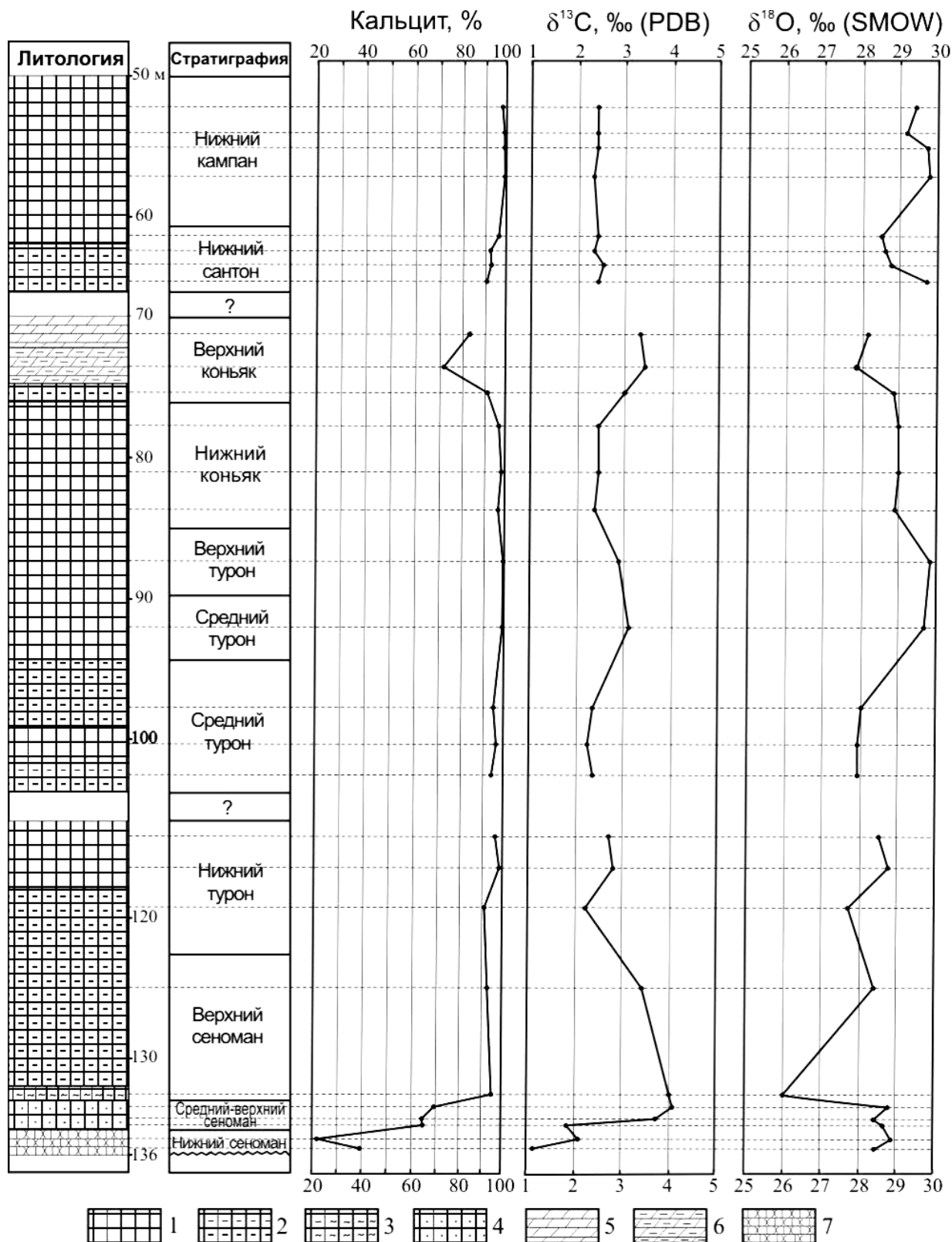


Рис. Диаграмма изотопных индикаторов изменений седиментационной обстановки в поздне меловую эпоху на юго-востоке Беларуси, Гомельский объект, скв. 804: 1 – причий мел; 2 – писчий мел глинистый; 3 – писчий мел алевритистый; 4 – писчий мел песчанистый; 5 – мергель мелоподобный; 6 – мергель слабглинистый; 7 – песчаник известковистый

Первая половина раннего сантона–ранний кампан. Фиксируется отсутствие сколько-нибудь существенных флуктуаций $\delta^{13}\text{C}$ при разнонаправленных изменениях изотопного состава кислорода. Для $\delta^{18}\text{O}$ отмечены отрицательный экскурс (1,3 ‰) на протяжении почти всей изученной части раннего сантона, затем положительный (1,3 ‰) – до середины раннего кампана, далее – незначительные разнонаправленные экскурсы. Таким образом, на описываемом отрезке времени биопродуктивность бассейна существенно не менялась, а температура морской воды испытывала некоторые колебания.

В истории чередования седиментационных обстановок на одних временных отрезках температура и биопродуктивность коррелируют между собой прямо, на других – обратно. Это свидетельствует о разнообразии причинно-следственных связей между данными параметрами [1]. Одной из популярных трактовок обратной связи между температурой морской воды и биопродуктивностью бассейна является объяснение ее апвеллингом: подъем глубинных холодных богатых питательными веществами морских или океанических вод к поверхности вызывает вспышку продуктивности планктона. Не исключено, что несколько волн апвеллинга на территории Беларуси имели место со второй половины позднего сеномана по вторую половину среднего турона. В этом временном интервале имело место чередование периодов снижения биопродуктивности, сопровождавшегося увеличением температуры морской воды, и периодов увеличения биопродуктивности, сопровождавшегося снижением температуры морской воды.

Литература

1. Савельева О.Л. Меловые океанские аноксические события: обзор современных представлений // Вестн. КРАУНЦ. Науки о земле. 2010. № 1. Вып. 15. - С.45–55.
2. Юдович Я.Э., Кетпис М.П. Геохимические индикаторы литогенеза (литологическая геохимия). - Сыктывкар: Геопринт, 2011. - 742 с.
3. Jarvis I., Gale A.S., Jenkyns H.C., Pearce M.A. Secular variation in Late Cretaceous carbon isotopes: a new $\delta^{13}\text{C}$ carbonate reference curve for the Cenomanian–Campanian (99.6–70.6 Ma) // Geol. Mag. 2006. 143 (5). - P. 561–608.

UDC: 551.263

SALT DEPOSITS OF IRAN

Siamak Mansouri-Far

Belarusian State University, Minsk, Belarus

Introduction. Presence of evaporate series from Precambrian to Quaternary is recognized in many locations of Iran which is. That traces are different from chronological aspect to determine stratigraphic indexes for salt sequences. Of course according to precise time of salt formation in some locations, this classification will have some problems. Moreover, all over the territory of Iran, with respect to the type of surveys and related classification, it is only one of classifications which is applied based on geographical, geological or oil explorations. In survey of mines or salt deposits in Iran, it seems that it is more suitable that they are surveyed with respect to their time scattering in various structural zones (mainly Zagros, central Iran and Alborz). According to these results the main purpose of this article is to overview of available publications related to salt mines in Central Iran and Zagros Range, with time span from the Late Precambrian to Tertiary.

Late Precambrian salts in Zagros Zone. Late Precambrian salts from Iran are located within late Precambrian rifts of the Arabian Plate. Present evaporate sediments are formed within South Iran and located in sedimentary basins having NS orientation from the east of the Arabian Plate in the direction of the Kerman–Yazd area (close to the Central Iran) between in between two long

faults of Oman-Nayband and Qatar-Kazerun ones and the Hormoz Formation. These deposits are recognized as the platform cover on erosional surface which is resulted from the Baikalian folding and it belongs to Late Precambrian. Late Precambrian salt series are developed in the Bandar Abbas town as a diapiric province. Also it was a typical one for a geological section composed of salt, sedimentary and intrusive rocks in Hormoz Island and Hormoz Formation. Most of salt dome aggregations are located in southeast and middle parts of Zagros. Moreover Persian Gulf Island is in reality a salt domes which are outstand of the sea water surface. The Hormoz Salt Island, Abu Musa, Big and Small tonbs actually are salt domes. These salt domes represent folded deposits in Zagros Region which have been crossed by a fault. Though these salt domes are old but their outcrop is extended to some late times. Salt core forms major part of the dome in some parts, it seems that such domes as the salt dome in Hormoz Island and some other ones were uplifted completely exposed and now we can observe some examples, for instance the Gachin Salt Dome [3] (fig. 1).

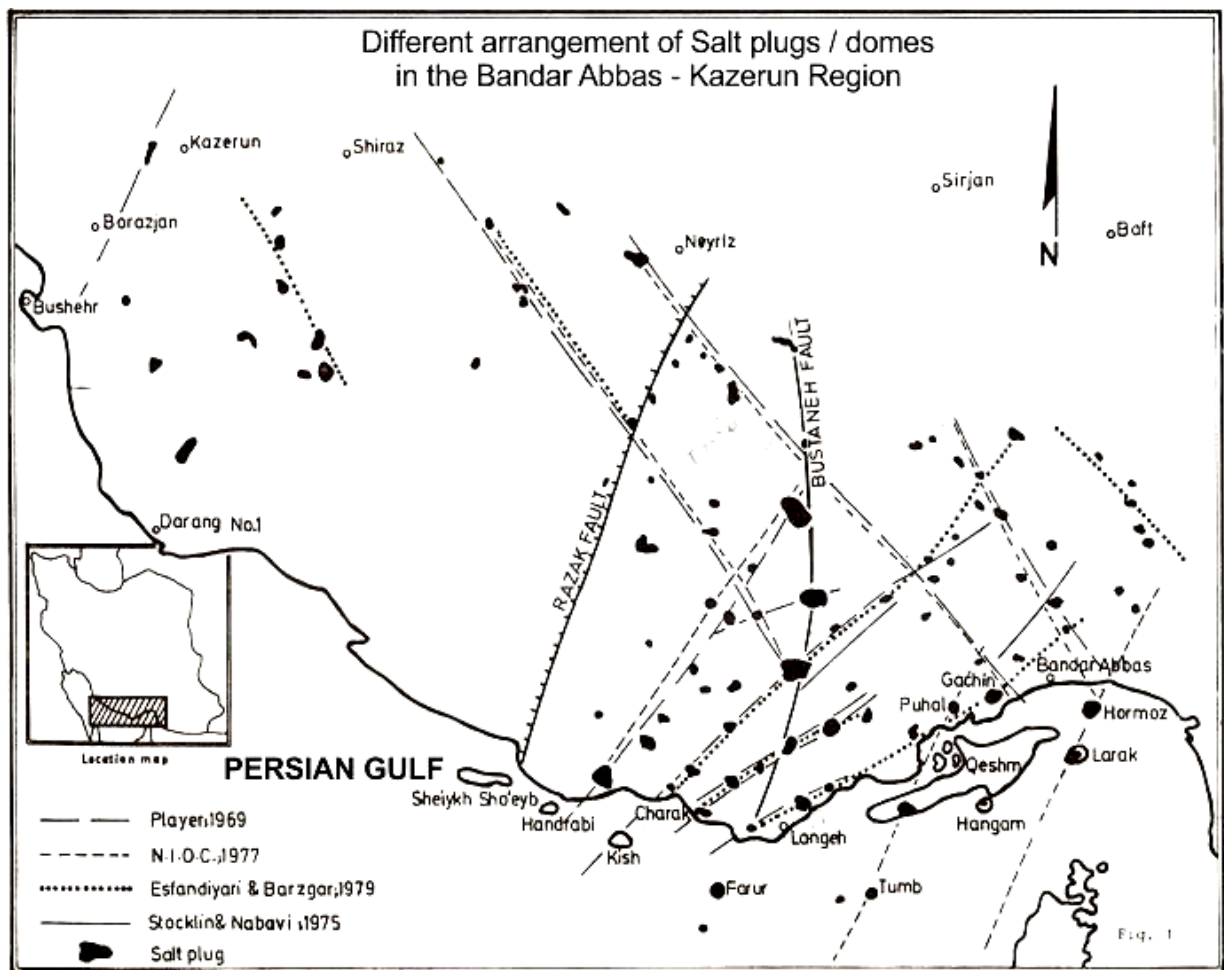


Fig 1. Scattering salt domes in southern Iran [2]

Upper Jurassic salts. Sea depth is declined in most areas of Iran to Late Jurassic period and it results in creation of evaporate basins in some locations. As it is recognized, gypsum layers are located on Surmeh Formation and in coastal segments of Fars, Khuzistan and Lorestan states. There are some salt domes in north and east (North Kerman) that these roots originated during the Upper Jurassic according to [1]. These salt domes are composed of gypsum, salt, sandstone and limestone. Apparently, difference in these salt domes is caused with salt-bearing layers at salt domes which were created during Late Precambrian near the Ravar Fault.

There is a lack of xylonite fragments (chert-bearing dolomite, limestone, volcanic rocks and others) in salt domes of the Upper Jurassic age. Of course salts in these two formations are mixed in some areas to each other. Upper Jurassic saline layers are changed in facieses to southward in limestone and continental red layers in Bidu Formation to northward side in the Esfandyar Reef limestone [2].

The Upper Jurassic formations with evaporites are simultaneous to evaporate formation from anhydrite Hith Formation in Persian Gulf and with Shurijeh gypsum-bearing layers in Kopet Dagh and salt-bearing series to Central Asia and salts to north Afghanistan [3].

Eocene salts in Central Iran zone. Eocene salts are exposed in Yazd-Ardakan Basin. [4] knows the vicinity of Ardakan salt domes to present types of Kashan and Qom towns and they are attributed to deposits before Oligocene. Eocene salt beds are recognized from Kalout Basin basement to northeast of Iran. Several salt outcrops are usually between layers in lower parts with thick sequence from sandstones with gray to green colors, siltstone and tuff shales with middle Eocene nummulites. These beds are as salt domes in several areas and they have cut red Neogene sediments. Some of evaporate deposits from comer of Miocene and some of basal deposits of Upper Red Formations are created. They known as Shurab Mount. From first type (120 km from southwest of Qazvin town) and Semnan town and salt mount is from type II. It seems salt domes are attributed to North Kavir Zone, east Tehran and south Semnan which are pertaining to Miocene. They are in reality as two various saline formations and a formation is attributed to Eocene and other one is pertaining to Miocene which are generally in central parts of domes with Eocene salts (with near white color and volcanic inclusions) are similar. Some salt domes have outcrop of deposits in Tertiary period in salt-bearing basins from Ardakan and Yazd towns in various shapes. To northeast Ardakan which is named Kalout Basin and salt domes are related to Early Lutetian and likely Eocene [2].

Eo-Oligocene salts. Through central Iran, NW and NE Iran, after volcanism phase was relatively calm under Eocene, sea and extrusion activity of lava is decreased in the mentioned regions and with continuing in volcanism as extrusion of products as volcano-clastics and their sediments were formed to late Eocene (formation of Lower Red Formation) as lens and small and big lenses and they are thick and thin some of main reservoirs are gypsum and salt in Qom basin, Saveh town (Palang Abad ore deposit), Semnan, Garmsar, Neyshabour and Varamine are in this type [2] (fig. 2).

Tertiary salts in central Iran zone. Some of salt domes are situated around Garmsar and Ivanakey towns with Eo-Oligocene age. They can be characterized in Lower Red Formation, but some salt domes age and genesis were discussed and it is not completely characterized. For Tertiary salts, present in central Iran, there are two different origins, so that some of the Miocene evaporite deposits and others originated from basal deposits of Upper Red Formation. [4]. Many salt domes are in the area of northern desert completely and or a part of that his root in Miocene evaporate layers and these evaporate layers can be compared to evaporates in Ghachsaran Formation [2].

Conclusions. The largest salt deposits of Iran belong to the Hormuz Series that consists of volcano-sedimentary rocks and belongs to Late Precambrian–Early Cambrian. Iran is rich in salt deposits, and they are found in various forms as salt domes, closed lakes, and open seas. Evaporite series from Precambrian to present have been identified in many parts of Iran, but there are two major salt horizons as described by [2]. One is a salt horizon within the rock units equivalent to the Hormuz Series, which mostly spread in south of Iran. The second one is within the Tertiary rocks found in the Lower Red, Qom, and Upper Red Formations in Central Iran, Azerbaijan, east of Iran, and Gachsaran Formation in Zagros.

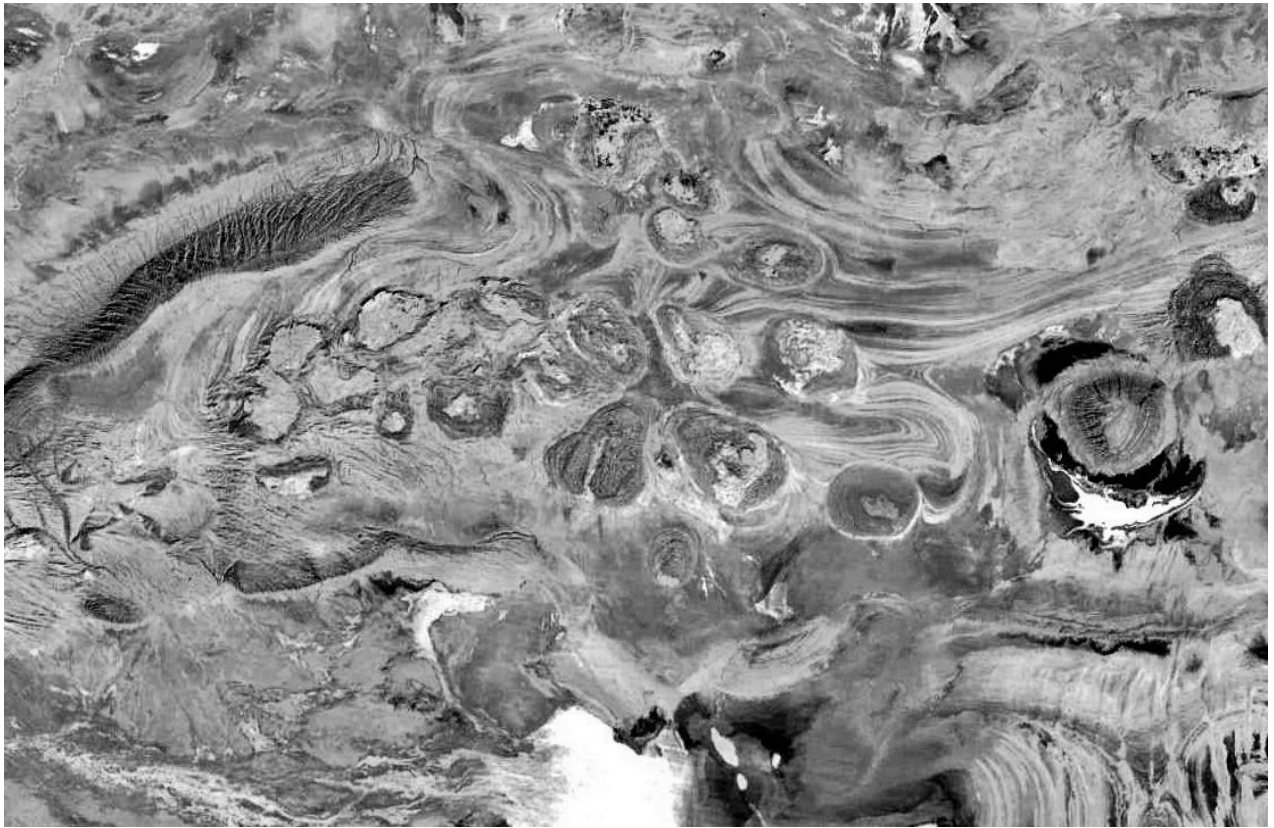


Fig. 2 Satellite image of the salt dome caprocks in the south Semnan (53,32 E &34,57 N) [2]

References

1. *Stocklin J.* Iran (central), Septentrional et oriental. Lexique stratigraphique International, III Fascicule 9b, Iran, 1972. – P. 1-283. Center National de la Recherche scientifique.
2. *Helmi F.* A depiction of halite and potash, and their distribution in Iran / Geological Survey of Iran, Tehran, 2000.
3. <http://www.google.com/maps/@34.952571,53.5785119,79226m/daqt=!3m1!1e3>.
4. *Gansser A.* New aspects of the geology in Central Iran // Proc. 4 th World Petroleum Congress, Rome. Section I/A/5, 1959. - P. 280-300.

УДК 551.79(476)

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПЕТРИКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ

И.А. Митько

ОАО «Белгорхимпром», Минск, Беларусь

Петриковское месторождение калийных солей было открыто в 1966 г. и территориально приурочено к Петриковскому району Гомельской области. Оно включает Северный и Южный участки. К середине 1970-х гг. была проведена детальная разведка месторождения, для чего было пробурено около 150 скважин с отбором керна, выделением калийных горизонтов и оценкой содержания хлористого калия, хлористого магния и терригенных примесей в верхнесоленосной толще. В стволах скважин проводились геофизические исследования, включающие гамма-каротаж (ГК), электрокаротаж (КС), кавернометрию. В

небольших объемах проведены исследования нейтронный гамма-каротаж (НГК), нейтрон-нейтронный гамма-каротаж (ННГК), гамма-гамма каротаж (ГГК) и термометрия. Также был проведен подсчет запасов калийных солей по основным продуктивным горизонтам.

Калиеносная формация Петриковского месторождения характеризуется относительно высокой соленасыщенностью (порядка 80 %) и исключительно высокой калиеносностью. В сводном разрезе по данным В.В. Савченко выделяются 11 калийных горизонтов снизу вверх: VIII-п, VII-1-п, VII-п, VI-п, V-п, IV-п, III-1-п, III-п, II-п, I-п и 0-п. Калийные горизонты представляют собой переслаивание слоев калийной и каменной солей, галопелита и карбонатно-ангидритовых пород. Калийные соли отличаются светлой окраской и чистотой, средне- и крупнозернистой структурой, а также значительной примесью карналлита, часто наличием кристаллов синего галита. Все калийные горизонты, кроме VIII-п, расположены выше маркирующего глинистого горизонта – репера В. Основными продуктивными горизонтами на месторождении являются IV-П и VI-П.

Основным методом изучения особенностей структурно-тектонического строения осадочной толщи является сейсморазведка методом отраженных волн (МОВ) в модификации общей глубинной точки (МОГТ). Физической основой данного метода является образование отраженных волн (ОВ) на границах раздела между породами разного литологического состава. При этом качество ОВ определяется коэффициентом акустической жесткости границы, который равен отношению произведений скорости и плотности в выше и ниже залегающих породах [1]. Стратиграфическая привязка отраженных волн проводится по данным вертикального сейсмического профилирования (ВСП).

Основным маркирующим горизонтом по данным А.А. Разводовского в разрезе соленосной толщи является репер В. Отраженная волна В характеризуется динамически выраженным колебанием. Граница стратиграфического несогласия надсолевых и соленосных отложений картируется как отражающий горизонт I. При спокойном субгоризонтальном залегании он контролируется динамически выраженным одно- двухфазным колебанием и хорошо опознается на временных разрезах МОГТ.

Привязка отражающего горизонта I является контролем привязки нижележащих калийных горизонтов из-за высокой соленасыщенности верхнесоленосной толщи. Отраженные волны VI-п и IV-п на временных разрезах МОГТ представляют собой слабое колебание; их корреляция затруднена, и потому проводится согласно нижележащему маркирующему горизонту В.

Необходимо отметить, что достоверная интерпретация сейсмических построений невозможна без надежных сведений об их точности. Для того чтобы судить о геологической значимости структурных форм, которые изображаются на сейсмических разрезах и структурных картах, необходимо знать также и уровень вероятных погрешностей этих построений.

Структурно-тектоническое строение верхнесоленосной толщи (содержащей калийные горизонты) Петриковского месторождения представляет собой чередование положительных (валов) и отрицательных (синклинальных зон) структур. Они залегают пликвативно и имеют преимущественно субширотное простирание. Углы наклона пластов в крыльях складок достигают 20°. Отмечается выполаживание горизонтов вверх по разрезу. С севера на юг выделяются: Южно-Копаткевичский вал, Северо-Конковичская синклинальная зона, Конковичский вал, Северо-Шестовичская синклинальная зона, Шестовичский вал, Предсколодинская синклинальная зона, Сколодинский вал. В пределах валов выделяются куполовидные, антиклинальные и брахиантиклинальные складки, которые отделены друг от друга седловидными прогибами.

Сейсморазведочными исследованиями изучено строение всего осадочного чехла месторождения. На участках уменьшенной мощности верхнесоленосной толщи ее строение

осложнено проникновением региональных разломов, амплитуда которых в пределах калийной залежи изменяется от 30 до 50 м.

Вблизи сводовых частей соленосных складок в надсолевых отложениях выявлены безкорневые разломы, которые могли образоваться вследствие тангенциальных подвижек, происходивших в пермское, триасовое, а иногда и более позднее время, когда пластичные верхнесоленосные отложения сминались в складки, а жесткие надсолевые – трескались с вертикальным смещением.

В районах проявления галокинеза в галитовой подтолще безкорневые разломы из надсолевых отложений иногда проникают до поверхности галитового купола. Встречаются такие явления в основном в краевых частях месторождения. Выявление безкорневых разломов необходимо для обеспечения безопасности ведения горных работ.

На рис. 1 и 2 представлены иллюстрации безкорневых разломов в надсолевых отложениях.

Необходимо отметить, что сейсморазведочные исследования на территории Припятского прогиба проведены в основном по методике профилирования 2D, тогда как в мировой практике широко распространены исследования по методике 3D. В отдельных странах 3D сейсморазведка включена в список обязательных исследований при проведении геологоразведочных работ.

Автор выражает благодарность Православной Т.Н. – заведующей лаборатории структурной геологии НИГЭО ОАО «Белгорхимпром» за консультацию и помощь в написании данной статьи.

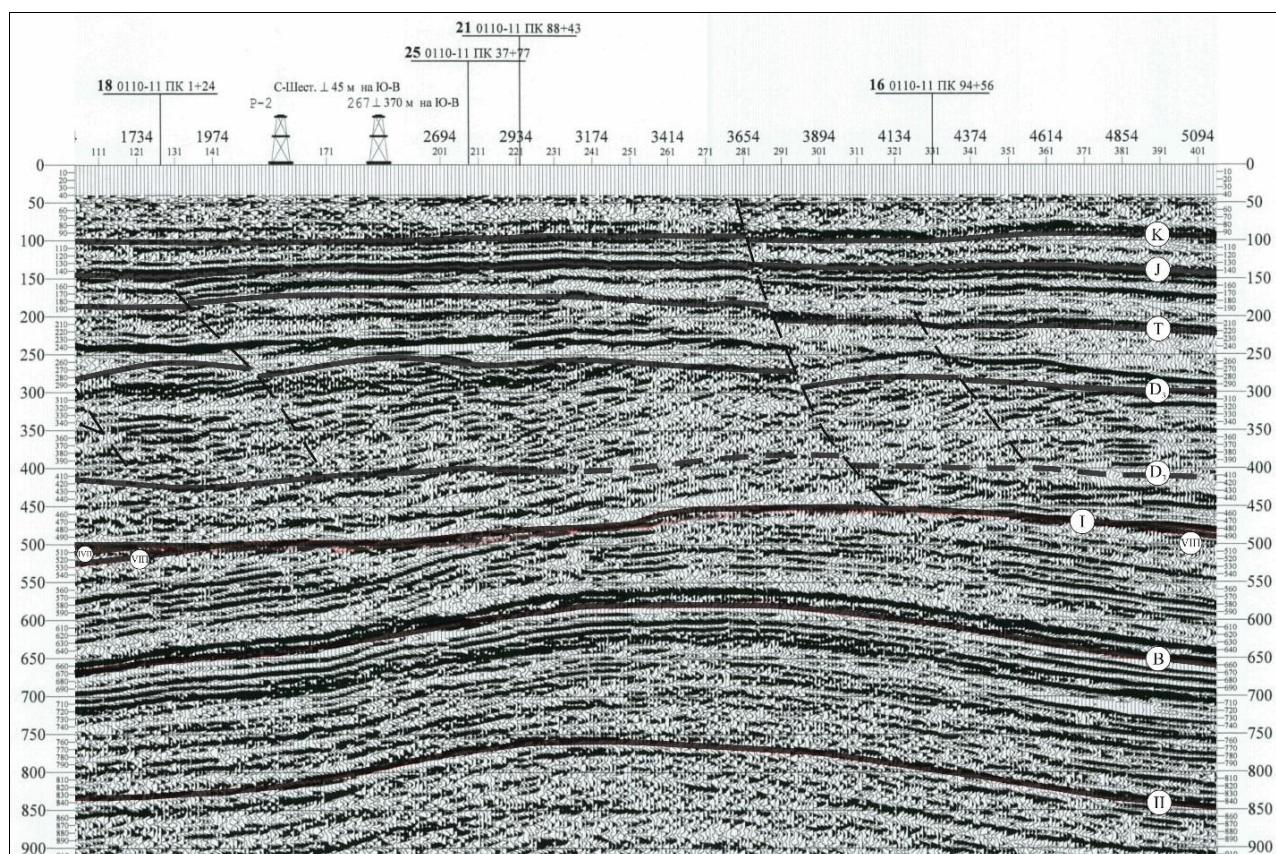


Рис. 1. Фрагмент временного разреза по профилю 07110-11

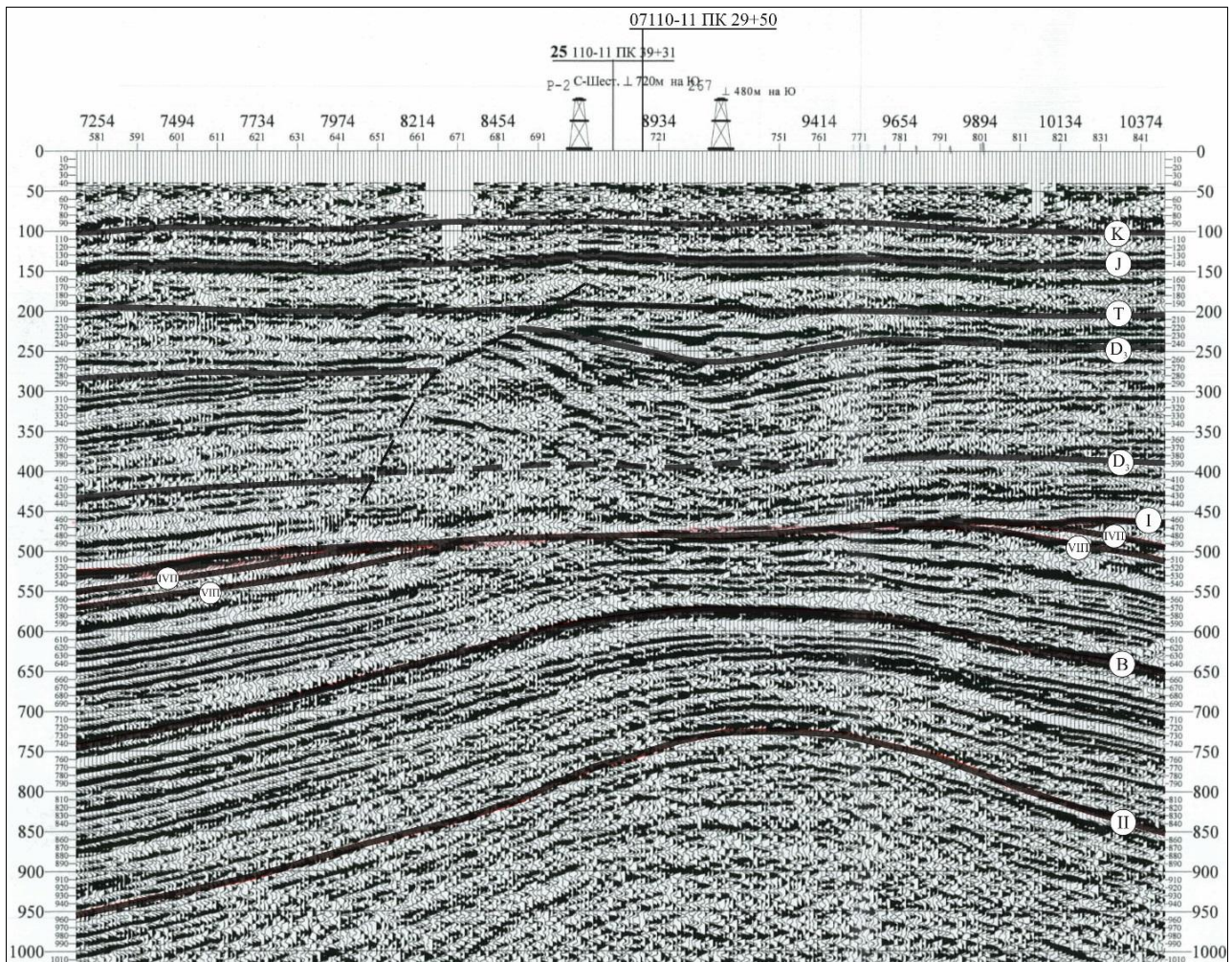


Рис. 2. Фрагмент временного разреза по профилю 21110-11

Литература

1. Гурвич И.И. Сейсморазведка. – М.: Недра, 1975. – 408 с.

УДК 551.781(476)

МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ МОРСКИХ ПАЛЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКОМ КАРТИРОВАНИИ

Л.И. Мурашко

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Морские отложения палеогеновой системы широко распространены на юге и западе Беларуси, вскрыты тысячами скважин, десятками карьеров, изредка встречаются в естественных обнажениях (рис. 1). Они неизменно вызывают затруднения при стратиграфической идентификации, прежде всего, из-за литологической схожести

сублиторальных фаций палеогеновых и более древних (меловых, юрских и др.) морских комплексов, обилия литоральных переходов в разрезах, высокой степени гипергенного преобразования, частого отсутствием биостратиграфических индикаторов геологического возраста [1].

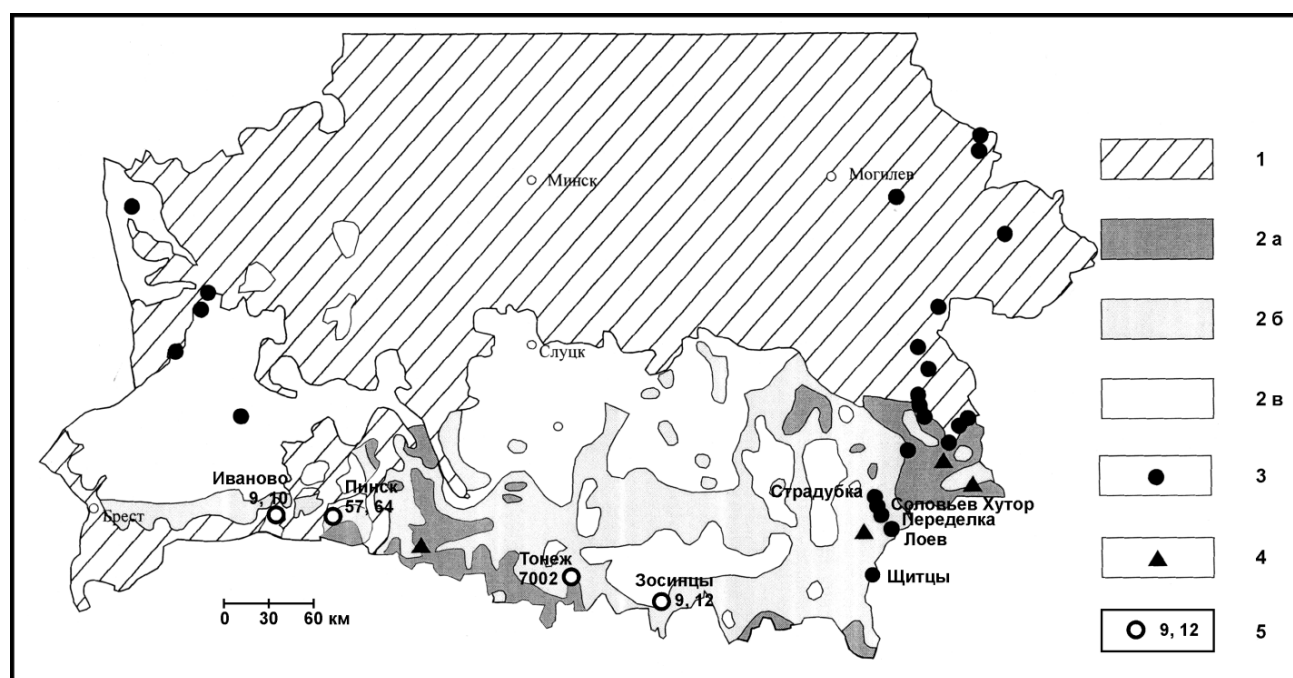


Рис. 1. Глубины залегания морских палеогеновых отложений Беларуси: 1 - области отсутствия или островного залегания; 2 - площади залегания на глубинах до 20 м (а), до 40 м (б), более 40 м (в); 3 - выходы на дневную поверхность; 4 - районы, перспективные для разработки глауконитового сырья; 5 - местоположение исследованных автором разрезов и номера скважин

Первое упоминание о находках «зеленой земли» (очевидно, глауконитово-кварцевых пород палеогена) в окрестностях Гродно без стратиграфической привязки было сделано в 1826 г. Н.А. Кумельским. Официальное выделение палеогеновой системы на территории республики принадлежит П.А. Армашевскому, который в 1897 г. описал керн первой глубокой буровой скважины в г. Гомель [1]. С тех пор и до середины 50-х годов XX в. региональные подразделения палеогена устанавливались лишь по косвенным литологическим признакам, предложенным Н.А. Соколовым в книге «Нижнетретичные отложения Южной России» (1893 г.).

В 60-х гг. прошлого века С.С. Маныкин разработал палеонтологические критерии выделения и расчленения разрезов по ископаемым спорам, пыльце, частично фауне фораминифер (определения А.В. Фурсенко, К.Б. Фурсенко, Е.С. Линник). Позже, при создании региональной стратиграфической схемы палеогеновой системы Беларуси [2] ее авторы Л.И. Мурашко и К.И. Давыдик опирались на исследования выдающихся белорусских стратиграфов (геологов, геофизиков, палеонтологов): А.Ф. Бурлак, В.А. Вечера, Р.А. Зиновой, Л.И. Матрунчика, К.Н. Монкевича, Г.Ф. Плаксицкого, Т.Б. Рыловой, Т.В. Якубовской и др.

При геологическом картировании палеогеновых отложений следует дифференцированно подходить к континентальным и морским частям разрезов. Континентальная их часть достоверно диагностируется лишь с помощью дополнительных лабораторных анализов, поскольку в текстурном отношении имеет схожие черты с

генетически подобными породами неогена и нижнего плейстоцена. При картировании морских пород возможно успешное применение достаточно широкого спектра стратиграфических методов.

При первичных полевых описаниях в соответствии с методом последовательности напластований палеогеновые породы подстилают четвертичную толщу в районе сплошного распространения (рис. 1). При этом следует учитывать не только текстурные признаки морских пород, но и установленные предшествующими исследованиями глубины залегания их кровли. Маркирующими признаками являются трансгрессивно-регрессивное чередование батиметрических фаций, волнистая текстура, хорошая сортировка и окатанность, а также состав аллотигенных минералов, присутствие аутигенного глауконита, гидрослюдистый состав глинистой фракции, признаки сероводородного заражения бассейнов, характерный состав гравийно-галечной фракции для каждого горизонта [2].

В практике геологического картирования успешно используются разработанные К.Н. Монкевичем, Г.Ф. Плаксицким и А.Ф. Бурлак критерии выделения и стратиграфического расчленения морских палеогеновых пород сопряженными методами скважинной геофизики, литологии и биостратиграфии. На диаграммы электрического и радиоактивного каротажа авторы нанесли литологические и биостратиграфические (где это возможно) материалы, разработали и успешно применили оригинальную методику выделения горизонтов морского палеогена [3].

Неизменно приоритетными в установлении и расчленении палеогеновой системы остаются биостратиграфические методы, для морских горизонтов это, прежде всего, палеоальгологический и палинологический.

Во всех пяти горизонтах [2] А.Ф. Бурлак и ее украинская коллега С.А. Люльева установили комплексы перединеевых и зеленых водорослей и акритарх (всего более 400 таксонов), содержащие виды-индексы. Это позволило провести корреляцию непосредственно с зональными шкалами Северо-Западной Европы, Франции, Северного Причерноморья и Крыма, в свою очередь сопоставимыми с зональными шкалами по нанопланктону и фораминиферам (заклЮчения А.А. Григялиса, Е.Я. Краевой). Их возрастная привязка уточнена по спорам и пыльце, данным изотопной геохронометрии (К/Аг методом по глаукониту [4]).

В настоящее время палеонтологические исследования морских палеогеновых отложений приостановлены, хотя полностью себя не исчерпали. Остаются неизученными находки кремневых и известковых губок (есть единичные определения М.М. Иваника), морских лилий и ежей (рис. 2), фрагменты ихтиофауны, двустворчатых и брюхоногих моллюсков (единичные определения А.В. Красовского, В.Ю. Зосимовича).

Наиболее привлекательными для автора представляются методы событийной стратиграфии. В палеогене Беларуси установлены свидетельства эвстатических колебаний уровня моря, глобальных флуктуаций климата и эволюции флоры. Пригодность палеогеновых пород для палеомагнитных исследований, установленная Р.А. Зиновой, А.Н. Третьяк и З.Е. Волок, позволяет надеяться на успешное в будущем применение магнитостратиграфического метода расчленения и корреляции палеогеновой толщи.

Таким образом, в республике разработан достаточный комплекс приемов и методов идентификации и стратиграфического расчленения морских палеогеновых пород, который может быть успешно использован при геологическом картировании.

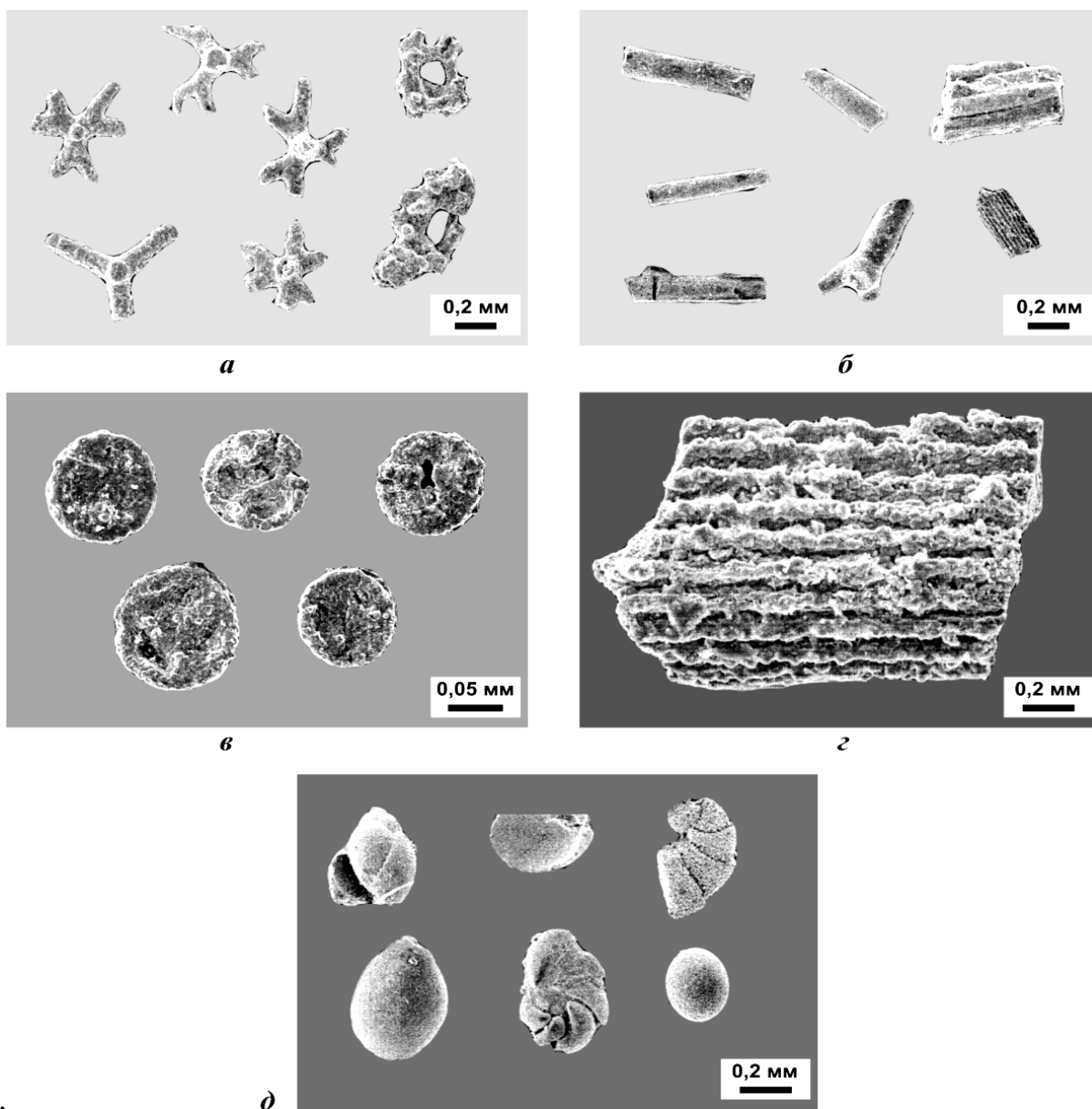


Рис. 2. Палеонтологические остатки из морских палеогеновых отложений: а, б - спикулы и фрагменты скелетных решеток губок (ув. 24×); в – членики стеблей криноидей (ув. 40×), з – фрагмент иглы морского ежа (ув. 130×); д – раковины фораминифер (ув. 30×), (скв. 9, Иваново, глубина 38,2-40,8 м)

Литература

1. Мурашко Л.И., Давыдик К.И., Бурлак А.Ф. Новое в стратиграфической схеме палеогена Беларуси // Стратиграфия и палеонтология геологических формаций Беларуси. – Минск: Ин-т геол. наук НАН Беларуси, 2003. - С. 208-216.
2. Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси. Объяснительная записка / С.А. Кручек, А.В. Матвеев, Т.В. Якубовская, Л.И. Мурашко и др. – Минск: ГП «БелНИГРИ», 2010. - 282 с.
3. Мурашко Л.И., Монкевич К.Н., Бурлак А.Ф. Палеогеновая система // Геология Беларуси / Под ред. А.С. Махнач, Р.Г. Гарецкого, А.В. Матвеева. – Минск, 2001. - С. 301-311.
4. Мурашко Л.И. Изотопный возраст глауконитово-кварцевых пород палеогена Белоруссии // Литасфера. 1994. № 1. - С. 182–184.

К ВОПРОСУ О ГРАНИЦЕ МЕЖДУ ОТЛОЖЕНИЯМИ ФРАНСКОГО И ФАМЕНСКОГО ЯРУСОВ ВЕРХНЕГО ДЕВОНА СЕВЕРО-ПРИПЯТСКОГО ПЛЕЧА

В.Ю. Обуховская, С.А. Кручек

Государственное предприятие «НПЦ по геологии», Минск, Беларусь

Проблема палеонтологического обоснования границ ярусов девонской системы является одним из приоритетных направлений деятельности Международной подкомиссии по стратиграфии девона (SDS), рекомендации которой положены в основу ярусного деления девона Международной стратиграфической шкалы 2008 г. В связи с проведением геологического картирования эта проблема актуальна и для стратиграфии девонских отложений территории Беларуси, что отражено в новой стратиграфической схеме этой системы 2010 г. [1]. В данном сообщении рассматривается одна из таких границ - граница франского и фаменского ярусов в пределах Северо-Припятского плеча, в решении которой важная роль принадлежит данным палинологического анализа [2, 3]. Этот стратиграфический уровень важен еще и тем, что с ним связано глобальное биотическое событие Kellwasser [4, 5]. Пограничные франско-фаменские отложения на исследуемой территории плеча, как и в Припятском прогибе [6–8], представлены разнофациальными образованиями чернинского и домановичского региональных горизонтов [1], краткая характеристика которых приводится ниже.

Отложения чернинского горизонта, сформировавшиеся на Северо-Припятском плече в заключительную регрессивную стадию позднефранского этапа осадконакопления, представлены соленосным (скв. Городокская 4, Хатецкая 1), глинисто-сульфатно-карбонатным (скв. 478, Городокская 1, Южно-Борецкая 1, Мормаль 4), с присутствием прослоев вулканогенных пород (скв. 804, Уваровичская 26) и условно вулканогенным (скв. Борхов 2) типами разрезов. Мощность отложений чернинского горизонта глинисто-сульфатно-карбонатного типа разреза изменяется от 43 м в скв. Городокская 1 до 143 м в скв. Южно-Борецкая 1. Их возраст датирован по миоспорам лоны *Grandispora subsuta* [7], установленных в скважинах: 478 (инт. 408-418 м), Городокская 1 (инт. 699,9-705 м), Уваровичская 26 (инт. 278-357 м) и 804 (инт. 338-341 м; 344,3-344,6 м).

Миоспоровые ассоциации лоны *Grandispora subsuta* характеризуются присутствием видов: *Grandispora subsuta* (Naz.), *Cymbosporites boafeticus* (Tschibr.) tip., *C. eximius* (Obuch.), *Spelaeotriletes microgranosus* (Kedo), *Chelinospora lepida* (Obuch.), стратиграфическое распространение которых ограничено чернинским горизонтом. На верхней границе лоны также исчезают: *Cristatisporites deliquescens* (Naum.), *Auroraspora speciosa* (Naum.), *Diaphanospora platyrugosa* (Naum.), *Membrabaculisporis radiatus* (Naum.), *Diducites hopericus* (Naz.). Помимо вышеназванных видов, здесь присутствуют споры родов: *Geminospora* (0-30%), *Hystricosporites* (13-20%), *Stenozonotriletes* (5-15%), *Kedoesporis* (до 5%), *Knoxisporites polymorphus* (Naum.), споры морфона *Verrucosisporites evlanensis* (до 5%) и *Sinuosisporis volgogradicus* (Naz. et Obuch.). Все они унаследованы от более древних воронежских и евлановских отложений. Среди миоспор, выделенных из песчаных прослоев, в большом количестве обнаружены переотложенные миоспоры полоцкого (старооскольского) возраста. По присутствию зонального вида-индекса *G. subsuta*, а также *C. eximius*, *C. lepida*, наряду с *A. speciosa*, *C. deliquescens*, *C. subdeliquescens*, *M. radiatus*, *D. hopericus*, выделенные на исследуемой территории миоспоровые ассоциации сопоставляются с таковыми из чернинского горизонта Припятского прогиба [1]; ливенского горизонта Центрального

девонского поля и Воронежской антеклизы [9] и Волгоградского Поволжья [10]; миоспоровой ассоциацией из нижней части борковской свиты Днепровско-Донецкой впадины [11], а также с комплексами миоспор из верхней части ухтинской свиты Тимано-Печорской провинции [12], соотносимых с конодонтовой зоной *linguiformis* [8].

Для всех регионов Восточно-Европейской платформы общим является появление на данном стратиграфическом уровне миоспор *Grandispora subsuta*, *Cymbosporites boafeticus* tip., *C. eximius*, *Spelaeotriletes microgranosus*, верхний уровень распространения которых совпадает с верхней границей франского яруса. На этой границе исчезают как виды-индексы, так и другие наиболее характерные для франского яруса миоспоры. Их вымирание на этом уровне следует связывать с глобальным событием Kellwasser, в период которого на разных континентах наблюдалось массовое катастрофическое вымирание в составе различных групп фауны и флоры, что, скорее всего, связано с изменением климата [3].

В то же время эколого-морфологический состав растительных микрофоссилий чернинского горизонта, выражающийся в процентном соотношении отдельных видов, в размерах спор, в присутствии акритарх, несколько различен, отражая регрессивную направленность и, вероятно, появление отдельных, возможно, островных участков суши, связанных с проявлением регионального седиментационного события - перерыва в осадконакоплении на границе между франским и фаменского ярусами.

Отложения домановичского горизонта, маркирующие в пределах Северо-Припятского плеча начало раннефаменского этапа осадконакопления, залегают со скрытым несогласием на сульфатно-карбонатно-глинистых или соленосных образованиях чернинского горизонта. Они представлены в основном мергельно-глинистой толщей пород (скв. Новый свет 171к), с включениями и прослоями сульфатов (скв. Городокские 1, 3), с прослоями доломитов (скв. Уваровичская 26) или доломитизированного известняка (скв. Южно-Борецкая 1). Отложения горизонта выдержаны по мощности и изменяются в пределах от 40 м (скв. Хатецкая 1) до 25,1 м (скв. Уваровичская 26).

Горизонту соответствует миоспоровая лона *Corbulispora viminea* [13], виды которой определены в скважинах: 478 (инт. 404,5-408,9 м; 400-401 м); Городокская 1 (инт. 669-697,9 м) и Уваровичская 26 (инт. 271-278 м).

На нижней границе данной лоны происходит существенная смена состава миоспоровых ассоциаций, как за счет вымирания многих видов, так и за счет одновременного появления вида-индекса *Corbulispora viminea* (Nekr.), а также миоспор *Lophozotriletes furssenkoi* Nekr., *Pustulatisporites pullus* (Naum.), *Lophozotriletes curvatus* Naum. var. *medius* Kedo. Здесь постоянно присутствуют: *Geminospora notata* (Naum.) var. *microspinosus* Tschibr., *G. vasjamica* (Tschibr.). Наряду с ними в миоспоровых ассоциациях лоны *C. viminea* содержатся виды, унаследованные от более древних комплексов, такие как: *Verrucosisporites evlanensis* (Naum.), *V. grumosus* (Kedo), *Lophotriletes salebrosus* Naum., *Lophozotriletes iniquus* Kedo, *Sinuosisporis volgogradicus* (Naz. et Tschibr.), споры родов *Stenozotriletes* и *Hystricosporites*.

Все перечисленные виды, включая и вид-индекс, продолжают существовать в залегающих выше задонских (кузьмичевско-тонежских) отложениях исследуемой территории. Отмечаемые в отдельных разрезах единичные экземпляры миоспор *Cristatisporites deliquescens*, *C. subdeliquescens*, *Diducites hopericus* рассматриваются как переотложенные из пород франского яруса.

Видовой состав миоспор, аналогичный палинокомплексу лоны *Corbulispora viminea*, установлен в линевской толще Волгоградского Поволжья [14]; в верхней части борковской свиты Днепровско-Донецкой впадины [11], а также в подзадонском горизонте Тимано-Печорской провинции (базальная часть савиноборской свиты и ее аналога в Ухтинском районе) [12]. Эколого-морфологические (фациальные) различия миоспоровых ассоциаций выражаются в преобладании видов *Corbulispora viminea* и морфона *Verrucosisporites*

evlanensis в Припятском прогибе, на Северо-Припятском плече и в Днепровско-Донецкой впадине; а вида *Cristatisporites imperpetuus* - в Тимано-Печорской провинции.

Таким образом, граница чернинского и домановичского горизонтов, на территории Северо-Припятского плеча, как и в пределах Припятского прогиба, совпадающая с перерывом в осадконакоплении и с заключительной стадией события Kellwasser, характеризуется, в первую очередь, массовым вымиранием наиболее типичных для франского яруса видов и появлением новых видов, продолжающих свое развитие в заведомо фаменских отложениях.

Литература

1. Обуховская Т.Г., Кручек С.А., Пушкин В.И. и др. Девонская система // Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси: объяснительная записка. - Минск: БелНИГРИ, 2010. - С. 98-114.

2. Обуховская В.Ю. Палинологическая характеристика пограничных отложений франа и фамена Северо-Припятского плеча (юго-восток Беларуси) // Темпы эволюции орган. мира и биостратиграфия: Матер. LVII сессии Палеонтол. общ-ва РАН, 5-8 апр. 2011 г., Санкт-Петербург. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2011. - С. 88-89.

3. 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.

4. Walliser O.H. Global events in the Devonian and Carboniferous // Global events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic. Berlin: Springer-Verlag, 1995. - P. 225-250.

5. Корень Т.Н. Событийная стратиграфия // Дополнения к стратиграф. кодексу России. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. - С. 67-80.

6. Обуховская Т.Г., Некрята Н.С. Палинологическая характеристика пограничных франско-фаменских отложений в Припятском прогибе // Вопр. регионал. геол. строения территории БССР. - Минск: Навука і тэхніка, 1983. - С. 108-122.

7. 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.

8. Obukhovskaya T.G., Avkhimovich V.I., Streel M. et al. Miospores from Frasnian-Famennian Boundary deposits in Eastern Europe (Pripyat Depression, Belarus and Timan-Pechora Province, Russia) and comparison with Western Europe (Northern France) // Review Palaeobot. Palynol. 2000. Vol. 112. - P. 229-246.

9. 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.

10. Назаренко А.М. Комплексы спор фаменского яруса Волгоградского Поволжья и их стратиграфическое значение. - Волгоград: ВГУ, 1978. - 220 с.

11. Кононенко Л.П. О палинолонах межсолевых отложений северо-запада Днепровско-Донецкой впадины // Палеонтология и стратиграфия фанерозоя Украины. - Киев: Наукова думка, 1974. - С. 29-33.

12. Обуховская Т.Г., Кузьмин А.В. Споры и конодонты из пограничных верхнефранских и нижнефаменских отложений Ухтинско-Тебукского района // Палеонтол. метод в геологии. – М.: ИГиРГИ, 1993. - С. 35-51.

13. Некрята Н.С. Зональные комплексы спор межсолевых отложений Припятской впадины // Докл. АН Беларуси. 1979. Т. 23, № 6. - С. 547-549.

14. Манцурова В.Н. Палинологическая характеристика линевских и уметовских слоев Волгоградского Поволжья // Нефтегеол. зональность и методы поисков нефти и газа в Прикаспийском регионе. – М.: Наука, 1987. - С. 95-101.

ИНДИКАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Ю.М. Обуховский, Т.А. Жидкова

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Опыт исследователей-естествоиспытателей показал, что оптимальным результатом интерпретации космических снимков (КС) в научно-практических целях являются тематические и комплексные карты. По словам Е.А. Востоковой, именно через карты лежит магистральный путь внедрения аэрокосмических методов в практику.

КС – многоуровневая оптическая модель территории, одновременно отражающая всю морфологию природных территориальных комплексов (ПТК) – от ландшафта до урочища и фации. При ландшафтной интерпретации КС осуществляется выделение таксономических единиц «сверху-вниз» (аналитический подход). При этом существуют значительные отличия от принятого в теоретическом ландшафтоведении определения ПТК, вызванные спецификой дистанционных исследований и практической необходимостью. Они заключаются в следующем:

- таксоны всех рангов определяются только по физиономичным признакам;
- местности выделяются как по расчлененности рельефа, так и по генетическому принципу, хотя индикатором генезиса выступают физиономичные признаки;
- ведущим признаком при определении сложных урочищ является рельеф;
- в понятие «простое урочище» вкладывается более конкретное геоботаническое содержание.

Территория Беларуси отличается высокой степенью тематической изученности. В этих условиях исследователю предоставляется возможность использования материалов предшествующих работ, сосредотачивая детальное, в том числе и полевое, дешифрирование на ключевых участках.

При наличии материалов тематического картографирования составление ландшафтных карт может осуществляться по следующей схеме [1-3].

Сначала на исследуемый планшет (трапедия разграфки или топографически привязанная ее часть) наносятся контуры геологической (геоморфологической) карты территории, которые в масштабе 1 : 200 000 имеются для всей территории республики. Это – генетическая канва, определяющая локализацию различных ландшафтов. Она уточняется при нанесении фактического материала (шурфы, скважины, обнажения), детализируется с учетом фоторисунков исследуемого района. В результате происходит дифференциация территории, при которой выделенные ландшафты соответствуют полям геологических пород различного генезиса и возраста, а также выделяются местности и урочища, соответствующие речным террасам, эоловым, болотным, озерным и другим образованиям.

Следующий этап – анализ рельефа, при котором в пределах генетически однородных поверхностей могут быть выделены различные по морфологии участки (мелко-, средне- и крупнохолмистые); разные типы равнин (плоские, волнистые); территории, характеризующиеся различной степенью расчленения (вертикального, горизонтального). Выделяются отдельные отрицательные и положительные формы, а также вершинные и склоновые участки, что особенно важно для освоенных территорий.

Далее анализируется использование земель: с помощью топокарт, аэрофото- и космоснимков выделяются участки лесов, болот, пашен, урбанизированных и техногенно используемых территорий. С применением лесотаксационных и геоботанических карт выделяются контуры растительных ассоциаций или, в зависимости от заданного масштаба, различных их групп. На участках развития естественной растительности (леса, луга, болота)

по сочетанию форм рельефа и геоботанических выделов устанавливается локализация эктоярусов урочищ в масштабах 1 : 50 000 – 1 : 200 000, фаций – в более крупном масштабе и местностей – в более мелком.

Необходимо отметить, что анализ особенностей рельефа особенно важен при картографировании освоенных территорий. Здесь по рисунку изображения выделяются две крупные группы ПТК: агроландшафты на суходолах и мелиоративные агроландшафты. В пределах первых из них эктоярусы выделяются только по положению в рельефе, которое на КС не всегда четко выражено визуально; определение его в таком случае требует использования топографической основы. На залесенных участках растительные ассоциации физиономичны и тесно коррелируют с гипсометрией, вертикальным и горизонтальным расчленением местности.

На заключительном этапе полученная предварительная карта налагается на космофотооснову. При этом производятся:

- оценка соответствия границ, проведенных на основе фактического материала, и видимых на КС;
- уточнение конфигурации границ по дешифровочным признакам объектов;
- анализ фоторисунков доминантных ПТК и комплексов детерминантов;
- степень соответствия дешифровочных признаков единицам ландшафтного районирования территории;
- выявление аномальных в строении ландшафта фоторисунков и объяснение их природы;
- подбор фотоэталонов ПТК.

В результате перечисленных операций составляется космоландшафтная карта, на которой изображены эктоярусы; соответствующие им деципиентные компоненты ландшафта прогнозируются по предварительным установленным для того или иного региона индикационным связям.

Немаловажен и тот факт, что для индикации могут быть использованы и устаревшие тематические карты. Например, карты лесов, существовавшие на месте преобразованных мелиоративных агроландшафтов уже не пригодны для гидроиндикации. Однако для целей литоиндикации в пределах избыточно-увлажняемых ранее минеральных грунтов их использование вполне целесообразно.

Ландшафтная карта – документ многопланового использования. Она совмещает в себе более десяти информационных слоев. Применение ландшафтно-индикационных карт определяется запросами практики. Чаще всего они в настоящее время востребованы при мелиоративных, инженерно-геологических, лесотипологических исследованиях. Для административных районов, где залесенность территории превышает 50 %, ландшафтные карты позволяют существенно упростить геологическую крупномасштабную съемку территории.

В урбанизированных районах, где применение традиционных методов затруднительно, ландшафтные карты индикационного содержания могут быть использованы для:

- районирования территорий по локализации и интенсивности современных экзогенных процессов;
- оценки экологической стабильности территории, возможностей ограничивать негативные последствия техногенеза;
- оценки экологического состояния ПТК;
- оценки динамики и тенденций развития ПТК;
- оценки степени медико-экологической напряженности территорий;
- прогноза эволюции ПТК при различных сценариях их использования;
- наземного обеспечения подспутниковых экспериментов.

Дальнейший шаг в развитии комплексного картографирования – использование КС для создания карт природоохранного направления.

Литература

1. *Обуховский Ю.М., Самсоненко, И.П., Жидкова Т.А.* Космоландшафтное картографирование и оценка экологического состояния природных комплексов Брестского района // Земля Беларуси. 2013. № 4. - С. 35-41.

2. *Жидкова Т.А.* Индикационное картографирование ландшафтов на основе использования материалов дистанционного зондирования и ГИС // Матер. XIV Международ. молодеж. науч.-практ. конф. «Человек и Космос», 13–15 апр. 2012 г. - Днепропетровск: Нац. центр аэрокосм. образования молодежи им. Макарова, 2012. - С. 420.

3. *Обуховский Ю.М., Жидкова Т.А.* Лито- и гидроиндикация в лесо-болотных ландшафтах Беларуси // Матер. I Всероссийской науч. конф. «Мальшевские чтения»: в 2 т., 24 апр. 2013 г. / Старооскольский филиал ФГБОУ ВПО МГРИ-РГГРУ/ИПК «Кирилица». – Старый Оскол, 2013. Т. 2. - С. 146-149.

УДК 550.4:550.424:631.4 (476)

КОМПЛЕКСНОЕ ГЕОХИМИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ

М.П. Оношко¹, А.С. Глаз², Л.И. Смыкович³

¹Государственное предприятие «НПЦ по геологии», ²Институт природопользования НАН Беларуси, ³Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

На территории Беларуси геохимические особенности пород, почв исследуются многими специалистами. Однако обобщающих территориальных геохимических карт по покровным отложениям среднего масштаба нет. Геохимические съемки проведены лишь в пределах отдельных участков и не позволяют получить целостное представление о состоянии и геохимических особенностях территории. Отсутствуют методики геохимической съемки и геохимического картирования применительно к условиям Беларуси. До настоящего времени при геохимических работах среднего масштаба используются методики бывшего Советского Союза [1, 2].

Наша разработка основана на применении к условиям Беларуси технологии многоцелевого геохимического картирования, используемой в настоящее время в России [3-5]. Многоцелевое геохимическое картирование является новым видом региональных работ, позволяющим в едином технологическом процессе путем системного изучения сопряженных компонентов природно-геологической среды решить комплекс геологосъемочных, прогнозно-поисковых, эколого-геохимических, агрогеохимических и других задач. В результате, по итогам работ по методике многоцелевого геохимического картирования создаются комплекты цифровых и аналоговых карт: фактического материала геохимического опробования, геологических комплексов, функционального зонирования, ландшафтно-геохимическая, прогнозно-геохимическая, эколого-геохимическая, в то время как по результатам стандартной геохимической съемки составляется карта распределения содержания химических элементов, их ассоциаций лишь в одном компоненте геологической среды и итоговая прогнозная карта.

Материалом для данной работы явились результаты геохимической съемки масштаба 1 : 100 000 территории, находящейся в пределах листа N–35–41 Свирь. В процессе выполнения съемочных работ составлена и отработана методика геохимического картирования покровных отложений Беларуси в масштабе 1 : 200 000 (1 : 100 000).

Аналитический блок банка геохимических данных, на основе которых составлены карты, представляет собой электронные таблицы, которые дают возможность сбора, хранения и обработки первичной геохимической информации с применением новейших компьютерных технологий. База данных сформирована в приложении Excel (формат XLS). При создании базы данных (БД) первичной геохимической информации соблюдались следующие требования:

- все пробы массива имеют площадные координаты в системе Гаусса–Крюгера;
- каждая проба имеет свой уникальный номер;
- значения содержаний для каждого элемента вводятся в одной принятой метрике;
- аналитические результаты, объединяемые в одну БД, принадлежат к одной партии анализов;
- в БД включается также атрибутивная информация, характеризующая условия отбора проб, материал проб, исполнителей опробования и другие задокументированные в полевом журнале параметры.

Картографический блок данных представляет собой комплект электронных вспомогательных, базовых и итоговых карт. Все карты увязаны с единой цифровой топоосновой.

Вспомогательные карты являются фактографической базой картирования и включают: топографическую, геологических комплексов, полезных ископаемых, ландшафтную, функционального (хозяйственного) зонирования, геохимической изученности, имеющихся фактических материалов геохимического опробования, материалы дистанционных съемок.

Базовые карты отражают геохимическое состояние компонентов и в целом экогеосистемы. Они включают моноэлементные и полиэлементные карты по опробованным компонентам геологической среды и карту интегральных геохимических аномальных полей.

Итоговые карты интегрируют результаты геохимической оценки территории и включают следующие карты: ландшафтно-геохимическую, геохимической специализации геологических комплексов, прогнозно-геохимическую, эколого-геохимическую, агрогеохимическую, геохимическую основу карты рационального природопользования.

Все карты построены на основе карты фактического материала, созданной на оцифрованной топооснове изучаемой территории и базы аналитических данных. Карты сопровождаются соответствующими легендами. Построены карты в цифровом формате с использованием программ ArcView и CorelDRAW.

Технология составления геохимических карт предусматривала следующую последовательность операций:

- компьютерная обработка аналитических данных и определение перечня химических элементов для картографирования;
- построение электронных карт.

Ниже приведены особенности технологии построения вспомогательных карт геохимического опробования и функционального зонирования территории, базовых геохимических карт (моно- и полиэлементной) и из итоговых карт – ландшафтно-геохимической.

Карта геохимического опробования исследованной территории строится на основе цифровой модели данной территории в программной среде ArcGis. В цифровую модель входят данные по административным районам, населенным пунктам, гидрографии, генерализованные для масштаба 1 : 100 000 (1 : 200 000). На модель накладываются точки наблюдения, которые ранее были привязаны на местности с помощью GPS-приемника. Эти точки на цифровой модели включают данные: номер точки, дата отбора, вид пробы (почвы, донные осадки, растения), отобранные почвенные горизонты, слагающие породы, тип ландшафта, привязка относительно населенного пункта, географические координаты – зафиксированные в полевом журнале на месте наблюдения. Карта фактического материала

сопровождается легендой, определяющей все виды точек наблюдения, отмеченных на ней.

Для построения карты функционального зонирования используются опубликованные и фондовые материалы, а также графическая информация, относящиеся к изучаемой территории. Они дополняются данными, полученными в ходе полевых работ, в процессе которых описывается местность, природный ландшафт и его видимые границы, вид растительности, природные и антропогенные объекты. На основе всех этих материалов уточняются границы зон, расположение природных и антропогенных объектов.

Графическая информация представляет собой карты различного содержания и масштаба с данными о лесной и луговой растительности, распаханности территории, распространении селитебных ландшафтов. Картографический материал на бумажных носителях оцифровывается и подготавливается для пространственного анализа в программной среде ArcGis. В ходе построения карты функциональной зональности территории возможно использование спутниковых снимков этой территории из открытых интернет-источников, которые позволяют получить актуальные данные о границах изучаемых зон.

На основе полученной информации и ее анализа создается цифровой тематический слой, отображающий распределение различных зон (лес, пашня, луг, населенные пункты). Тематический слой совмещается с цифровой топографической основой изучаемой территории. Карта сопровождается легендой с описанием цветовых заливок используемых на ней. На завершающем этапе проводится допечатная подготовка макета карты в графическом редакторе CorelDRAW.

Моно- и полиэлементные геохимические карты строятся на основе карты фактического материала и базы данных по геохимическому составу отложений. На основе полученной информации и ее анализа создается цифровой тематический слой, отображающий пространственное распределение содержаний химических элементов. Изолинии соединяют точки с одинаковыми значениями содержаний элементов. Первичное построение изолиний производится методом обратных взвешенных расстояний. Далее проводится уточнение проведения линий с учетом геологических, литологических, геоморфологических, почвенных, растительных, гидрологических особенностей территории. Карта сопровождается цветовой шкалой градаций содержаний микроэлементов. На полиэлементной карте цифровой тематический слой отображает пространственное распределение значений мультипликативных показателей типоморфных элементов, ассоциаций элементов или сумму кларков концентраций элементов, выделенных с использованием корреляционного, факторного анализов и иных алгоритмов. Карта сопровождается цветовой шкалой градаций по сумме кларков концентраций микроэлементов.

При построении ландшафтно-геохимической карты использовались материалы карт фактического материала, функционального зонирования территории, ландшафтной карты, эколого-геохимической и базы данных по содержанию химических элементов. Ландшафтно-геохимическая карта характеризует взаимосвязь и закономерности распределения и условия миграции в ландшафтах. С учетом рельефа местности в пределах природных ландшафтов выделены элементарные ландшафты с наложением на них путей миграции вещества. Каждый из элементарных ландшафтов на карте отражен условным знаком с определенной штриховкой. Показаны границы и индексы природных ландшафтов. Цветом отображена степень устойчивости ландшафтов к химическому загрязнению.

Дополнительно к вышеназванным условным обозначениям на самой карте, к ней прилагается экспликация в виде таблицы. В шапку таблицы включены название элементарного ландшафта, индексы природных ландшафтов, литологический состав почвообразующих пород и почв, условия миграции химических элементов, оценка геохимических условий среды, ряды накапливающихся элементов, показатели СПК (Z_c), характер освоенности территории, и суммирующий показатель – степень устойчивости ландшафтов к химическому загрязнению.

Литература

1. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. - М.: Недра, 1983. - 191 с.
2. Беус А.А., С.П. Рожков, Ю.А. Алентьев и др. Методические указания по геохимическому картированию при геолого-съемочных работах масштаба 1 : 200 000 и 1 : 50 000. М., 1965. - 78 с.
3. Буренков Э.К., Головин А.А., Филатов Е.И. Комплексное геохимическое картирование: Основы технологии // Прикладная геохимия. Геохим. картирование. – М.: ИМГРЭ, 2000. - Вып. 1. - С. 28–46.
4. Ачкасов А.И., Волочкович К.Л., Головин, А.А. и др. Многоцелевое геохимическое картирование – новые решения проблем металлогенического прогнозирования // Разведка и охрана недр. 2002. № 8. - С. 2–9.
5. Требования к производству и результатам многоцелевого геохимического картирования масштаба 1 : 200 000. Приложения. – М., 2002. – 177 с.

УДК 551.79(476)

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОШИБКИ ПРИ ПОДСЧЕТЕ ЗАПАСОВ: ВИД И ВЕЛИЧИНА МОЩНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ БОРИСОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА)

Е.Г. Паремский, А.С. Грудинин, В.Г. Седач, Ю.А. Гапонова

РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» БелНИПИнефть, Гомель, Беларусь.

Повышение достоверности оценки запасов углеводородов, является важнейшей задачей нефтегазопромысловой геологии. От точности подсчета зависит обоснованность и целесообразность капитальных вложений в разработку месторождений, эффективность освоения запасов и планирование уровней добычи углеводородного сырья.

В последние годы на месторождениях Республики Беларусь для повышения эффективности системы разработки месторождений достаточно широкое развитие получила технология разбуривания залежей субгоризонтальными, наклонно-направленными и горизонтальными скважинами. Столь сложная методика геометризации объектов может приводить к произвольным авторским ошибкам в определении, как истинной мощности горизонта, так и истинной нефтенасыщенной мощности резервуара, что в конечном результате отражается на точности подсчета запасов углеводородного сырья.

Цель доклада – на примере Борисовского нефтяного месторождения Припятского прогиба показать случаи геометризации нефтяной залежи и определения различных видов мощности, используемых для подсчета запасов нефти объемным методом и изучения закономерностей осадконакопления. В данной работе авторы показывают приемы и подходы, которые помогут минимизировать ошибки в определении истинной мощности резервуара или горизонта.

Согласно общепринятой нефтяной терминологии различают мощность – видимую, вертикальную, истинную стратиграфическую и истинную вертикальную.

В настоящее время известен ряд методов определения истинной мощности: таблицы А.Л. Вычегжанина, номограмма Л.В. Пшеничного-Г.И. Иванова, номограмма И.Я. Фурмана, однако наиболее точным является расчет по формуле П.М. Леонтовского, которая редко применяется из-за ее громоздкости [1]:

$$h_{ист} = h_{вид} \cdot (\sin \beta \cdot \sin \sigma \cdot \cos \varphi \pm \cos \beta \cdot \cos \sigma), \quad (1)$$

где $h_{ист}$ – истинная стратиграфическая мощность пласта;

$h_{вид}$ – видимая мощность пласта;

β – угол падения пласта;

σ – угол отклонения ствола скважины от ее вертикальной проекции;

φ – острый угол между азимутом линии падения (или восстания) пласта и азимутом линии отклонения скважины от ее вертикальной проекции.

Для расчета истинной вертикальной мощности используется формула:

$$h_{ист-верт} = h_{ист} / \cos \beta, \quad (2)$$

где $h_{ист-верт}$ – истинная вертикальная мощность.

В зарубежной литературе можно встретить формулу, математически эквивалентную формуле П.М. Леонтовского (1), которая напрямую выводит истинную вертикальную мощность [2]:

$$TVT = MLT \cdot (\cos \sigma \pm (\sin \sigma \cdot \cos \varphi \cdot \operatorname{tg} \beta)), \quad (3)$$

где TVT – истинная вертикальная мощность; MLT – видимая мощность пласта.

Знак плюс и минус в формулах (1), (3) применяют в зависимости от направления наклона пласта и скважины. Если скважина вскрывает пласт вверх по восстанию, то в формулах (1) и (3) берется знак плюс, если вниз по падению, то берется знак минус.

Борисовское нефтяное месторождение расположено в пределах Речицко-Вишанской региональной зоны локальных поднятий на гребне одноименной ступени в Северном ареале Припятского грабена [3]. Промышленная нефтеносность месторождения связана с отложениями семилукского и саргаевского горизонтов девонского подсолевого карбонатного комплекса Припятского нефтегазоносного бассейна. По условиям залегания и типу ловушки залежи пластовые, сводовые, тектонически экранированные с юга-востока и юго-запада, на севере - ограничены контуром нефтеносности (рис., а).

В 2013 г., с целью повышения эффективности системы разработки Борисовского месторождения на залежи нефти семилукско-саргаевского горизонтов была пробурена субгоризонтальная скв. 18п (рис., б).

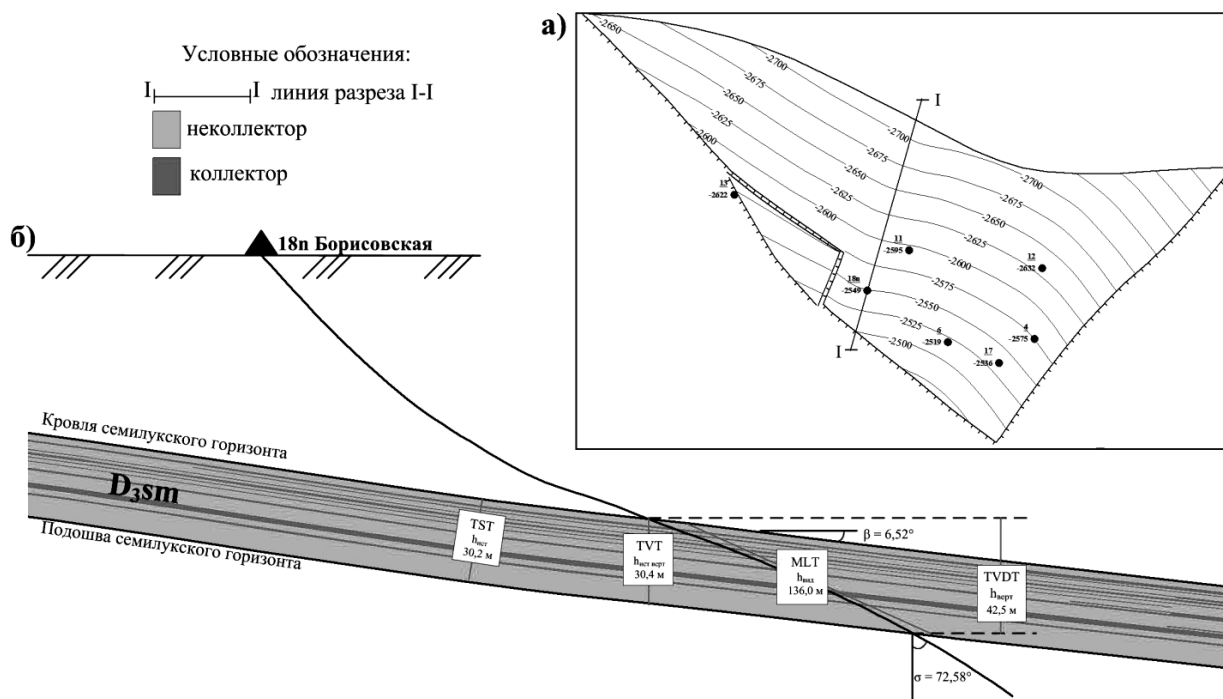


Рис. Борисовское нефтяное месторождение: а) структурная карта по поверхности семилукского горизонта; б) геологический разрез через скв. 18п Борисовская

Вскрытая видимая мощность (MLT) отложений семилукского горизонта в скв. 18п составляет 136 м, вертикальная мощность (TVDT) – 42,5 м. В среднем по месторождению вертикальная мощность составляет 25 м.

В результате выполненных расчетов по формулам (1), (2), (3) и в Petrel, истинная вертикальная мощность (TVT) семилукского горизонта составила 30,4 м. Относительное отклонение вертикальной мощности составляет 39,8 % (от истинной вертикальной). Данный пример хорошо демонстрирует, насколько велико может быть расхождение между значениями вертикальной и истинной вертикальной мощности горизонта.

К наиболее серьезным последствиям неправильного понимания геологической модели месторождения приводит вычисление истинной вертикальной эффективной нефтенасыщенной мощности коллектора, так как именно эта величина существенно влияет на подсчет запасов углеводородов. Согласно интерпретации материалов ГИС, вертикальная эффективная нефтенасыщенная мощность (TVDT) залежи нефти семилукского горизонта в скв. 18п составляет 9,8 м, а рассчитанная по формулам (1), (2), (3) и с помощью Petrel – 6,9 м (TVT) (табл. 1).

Табл. 1. Расчет различных видов мощности семилукского горизонта в скв. 18п Борисовского месторождения

Объект	Угол искривления скважины (σ), град	Азимут искривления скважины, град	Угол падения пласта (β), град	Азимут падения пласта, град	Угол (ϕ), град	Мощность (h), м				
						видимая $h_{\text{вид}}^{\text{MLT}}$	вертикальная $h_{\text{верт}}^{\text{TVDT}}$	истинная вертикальная, рассчитанная по формуле П.М. Леонтовского, $h_{\text{ист верт}}^{\text{TVT}}$	истинная вертикальная, рассчитанная в Petrel, $h_{\text{ист верт}}^{\text{TVT}}$	истинная стратиграфическая, (рассчитанная в Petrel), $h_{\text{ист}}^{\text{TST}}$
горизонт	72,58	335,20	6,52	10,28	35,08	136,00	42,50	30,4	30,4	30,2
коллектор						33,20	9,80	6,89	6,91	

Если использовать при подсчете запасов семилукской залежи вертикальную эффективную нефтенасыщенную мощность (9,8 м), это приведет к необоснованному завышению запасов на 5,9 % (табл. 2).

Табл. 2. Влияние используемого вида эффективной нефтенасыщенной мощности скв. 18п на величину начальных геологических запасов нефти Борисовского месторождения

Эффективная нефтенасыщенная мощность, м	Относительная погрешность, %	Средневзвешенная эффективная нефтенасыщенная мощность по залежи, м	Начальные геологические запасы, усл. ед.	Абсолютная погрешность, усл. ед.	Относительная погрешность, %
истинная вертикальная (TVT)	6,9	8,4	592		
вертикальная (TVDT)	9,8	42,0	8,9	627	35

Литература

1. Буряковский Л.А. Ускоренный метод вычисления истинной мощности пластов по видимой, замеренной по стволу наклонной скважины // Геология нефти и газа. 1958. № 3. - С. 67-70.

2. *Tearpock Daniel J., Bischke E. Richard.* Applied Subsurface Geological Mapping: With Structural Methods. – Houston: Prentice Hall, 2003. - 822 p.

3. *Бескопыйный В.Н., Айзберг Р.Е., Грибик Я.Г.* Тектоническое районирование как основа прогноза остаточных перспектив нефтегазоносности Припятского прогиба // Потенциал добычи горючих ископаемых в Беларуси и прогноз его реализации в первой половине XXI века: Матер. Международ. науч.-практ. конф. (25-27 мая 2011 г.). – Гомель: ОАО «Полеспечать», 2012. – 788 с.

УДК 553.43: 553.430

ПРИНЦИПЫ ГЕОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ МЕДНЫХ РУДОПРОЯВЛЕНИЙ

Д.А. Пашкевич

Льежский Университет, Льеж, Бельгия

В условиях снижения содержания полезных компонентов в руде и усложнения морфологии тел месторождений, в последние десятилетия происходит внедрение геометаллургических принципов в традиционную схему горнорудного бизнеса. Геометаллургия представляет собой междисциплинарное направление, призванное ликвидировать производственный разрыв между геологией, горной инженерией и металлургией. В узком смысле, геометаллургия – это геологически-информированный отбор определенного количества проб для выяснения металлургических параметров и их распространения по всему рудному телу. Это позволяет прогнозировать свойства руды, поступающей на обогатительный комбинат. Таким образом, геометаллургия предназначена для создания пространственно-ориентированной модели геолого-металлургической информации [1].

Согласно традиционному подходу, геологическая часть проекта основывается на генетической интерпретации минералого-петрографических материалов, и заканчивается построением геологической модели месторождения. Горная инженерия выполняет геостатистическую обработку данных, производит оценку запасов и блочное моделирование месторождения, что влечет за собой планирование эксплуатационных работ. В результате, руда, поступающая в металлургический цикл, изучается на микроскопическом уровне для выяснения основных параметров, влияющих на обогатимость, с целью усовершенствования схемы производства. Основным недостатком традиционного подхода является отсутствие пространственно-привязанных металлургических параметров в модели рудной залежи, что влечет за собой неполное использование ресурсов, неоптимизированную производственную схему, и, как следствие, неэффективное управление рисками [2].

Медные месторождения мира испытывают продолжающееся падение в качестве и количестве. Только за прошедшее столетие среднее содержание меди в руде разрабатываемых месторождений упало с 4 до 1,5 %. Кроме того, следует принимать во внимание тот факт, что наиболее простые и неглубоко залегающие месторождения уже давно открыты и разработаны. Большинство оставшихся могут быть охарактеризованы как содержащие крайне неравномерные концентрации многочисленных минералов (со сложной морфологией, непостоянством параметров и небольшими размерами). В то же время, потребление металла на мировом рынке неуклонно растет. [3]. Именно поэтому медная промышленность особенно нуждается в геометаллургических подходах. В настоящее время геометаллургическое тестирование внедрено в производство на медном месторождении Каллауази (Чили), золото-медно-серебряном месторождении Канауире (Перу), медно-золотом месторождении Дегрусса (Австралия) и других местах [2].

В основе построения геометаллургической модели лежит выделение доменов и их разделение на блоки (рис. 1). Гомогенность, необходимая для выделения структурной единицы модели, основывается на геологических, геохимических, минералогических, текстурно-структурных и обогатительных свойствах породного массива.

Это позволяет создать модель очередности разработки (сценарии планирования работ). Существует около десятка геолого-минералогических факторов, несущих принципиальное значение для металлургического цикла (рис. 1), например: структурно-текстурные особенности, твердость, хрупкость, содержание глин и талька (для дробления и измельчения); растворимость, минералого-петрографический состав, гидрофобность (для флотации и выщелачивания); и т. д. [4].



Рис. 1. Геометаллургическая матрица [4]

На примере данных, предоставленных лабораторией Льежского Университета (для рудопроявления в Чилийском медном поясе), была построена геостатистическая модель (программное обеспечение SGeMS) для медно-порфирового месторождения (рис.2).

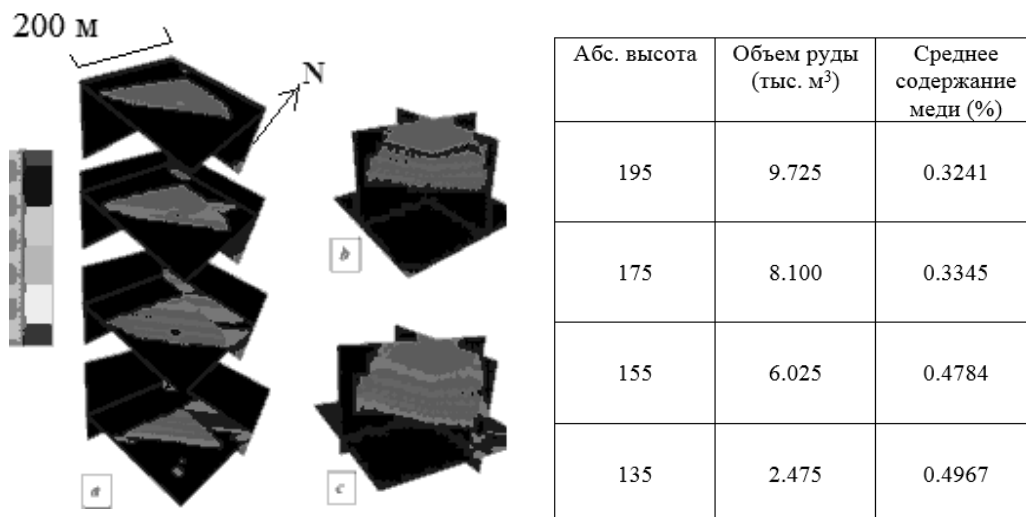


Рис. 2. 3D модель рудного тела: фрагмент слева – горизонтальные срезы (интервал – 20 м), пороговое значение меди 0.3 %; фрагмент по центру – 3D вид с пороговым значением 0,2 % и 0,3 % (сверху и снизу соответственно); фрагмент справа – таблица со статистическими данными по каждой секции фрагмента слева

Модель базируется на концентрации химических элементов в пробах, взятых из 15 скважин. С геологической точки зрения рудопроявление можно считать перспективным. Средние содержания меди по выбранным четырем секциям колеблются от 0,32 до 0,49 %, что

выше порогового значения в 0,3 %. Дополнительным преимуществом рудного тела является его приповерхностное залегание (десятки метров). Простираение жильного тела составляет около 200 м. Тем не менее, принимая во внимание мизерные запасы руды (3 тыс. т), и используя комплексную оценку рудопоявления (факторы технологического процесса), и расчеты капитальных (CAPEX) и операционных (OPEX) расходов, данный проект можно охарактеризовать как нерентабельный при текущих рыночных условиях.

Особенно важными факторами при расчёте прибыльности проекта и составлении геометаллургической модели медных месторождений являются флотационные параметры. Флотация позволяет концентрировать зерна медных минералов на основе трехфазной физико-химической сепарации (как результат – достижение 20-30 % меди в сырье). Важным компонентом, пронизывающим всю концепцию геометаллургии, является производственная минералогия, которая на разных этапах цикла руды дает объективную информацию (высвобождение зерен рудного минерала, их морфологию, номенклатуру), что помогает выяснить источник возникших производственных проблем. Так, на рис. 3 представлен классифицированный автором снимок (программное обеспечение MultiSpec) концентрата флотации, полученного при выполнении лабораторного опыта по физико-химической сепарации руды медного пояса Копакуйре (Чили). При анализе снимка становится очевидным большое содержание пирита в полученном концентрате халькопирита. Решением проблемы является осаждение пирита депрессантами при флотации. Построение геометаллургической модели дает прогноз на сырьевые риски, что позволяет заранее подобрать сепарационные параметры.

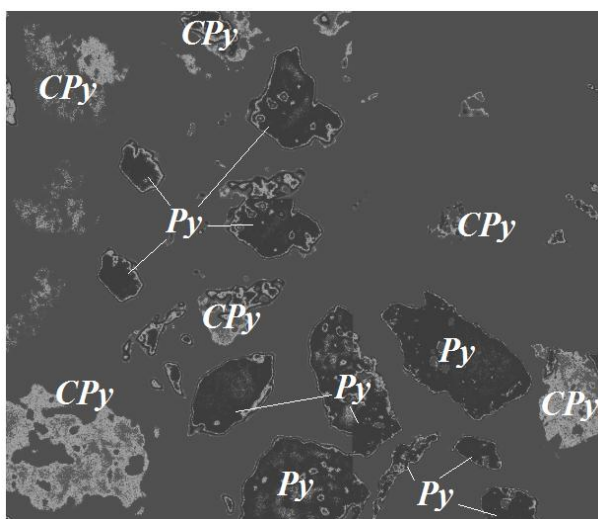


Рис. 3. Флотационный концентрат с неотрегулированными параметрами (Py - пирит, CPy - халькопирит)

Основные перспективные на медь рудопоявления на территории Беларуси - это колчеданные руды, приуроченные к центральной и западной частям Белорусской антеклизы (Мир, Унихово, Рудьма, Раевщина, Рубежовичи и др.). На данный момент выявлены медные, медно-свинцово-цинковые разновидности. Содержание меди неустойчиво и колеблется в пределах от 0,1 до 5 %. Молибден-медные рудопоявления (Шнипки, Лашевичи) установлены в крутопадающей жиле гранитоидов, с доминирующей пирит-халькопиритовой минерализацией (Cu 1-6 %, Mo > 1 %). Медно-никелевое рудопоявление в небольшой интрузии ультрабазитов и базитов расположено также в пределах Белорусской антеклизы (основные минералы: халькопирит, пирротин). Содержание меди колеблется от 0,2 до 0,8 % [5]. Применение геометаллургического картирования для установления порядка возможного

освоения в будущем (при благоприятной конъюнктуре рынка меди), имеющих на территории Беларуси рудопроявлений, является ключом к устойчивой разработке рудных тел (минимизация производственных рисков в условиях сложной морфологии рудопроявлений, высокой вариативности содержания металла и значительных глубин возможной эксплуатации).

Литература

1. SGS Minerals Services. Geometallurgy. SGS Minerals Services. [Electronic resource]. <http://www.sgs.com/mining/> (date of access: 13.01.2016).
2. Lamberg P. Geometallurgy. [Electronic resource]. http://www.emerald.ulg.ac.be/sites/default/files/Geometallurgy_Lund_Lamberg_14.pdf/ (date of access: 10.01.2016).
3. *Thoughts* S. Steve Todoruk explains where he's speculating now. [Electronic resource]. <http://www.mining.com/web/steve-todoruk-explains-where-hes-speculating-now/> (date of access: 27.02.2016).
4. SGS Minerals Services. Geometallurgical mapping: a new approach that reduces technical risks. Minerals Services. [Electronic resource]. <http://www.sgs.com/> (date of access: 05.01.2016).
5. Полезные ископаемые Беларуси: к 75-летию БелНИГРИ / редкол.: П.З. Хомич и др – Минск, 2002. - 527 с.

УДК 553.63:[549+552] (476)

ВЫЯВЛЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДПОСЫЛОК, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ВЕРОЯТНОСТНУЮ СХЕМУ СЛОЕНАКОПЛЕНИЯ

Н.С. Петрова¹, Н.Ю. Денисова²

*¹Белорусский государственный университет, ²Государственное предприятие
«НПЦ по геологии», Минск, Беларусь*

Изучение закономерностей пространственного размещения, условий залегания, взаимосвязи калийных отложений с вмещающими породами невозможно без анализа структурно-вещественных особенностей слоистых толщ. Отчетливая ритмичность является характерной особенностью слоистых пород, в том числе и собственно галогенных. В свою очередь наличие этой ритмичности напрямую свидетельствует о связи седиментации (солеобразования) и аккумуляции (соленакопления) с тектонической обстановкой, ее периодическими колебаниями и, в определенной степени, позволяет оценивать эволюцию галогенеза в рассматриваемой тектонической структуре.

Цикличность отражает вещественную неоднородность, обусловленную перемежаемостью различных типов ассоциаций разного иерархического уровня. Циклическую седиментацию контролируют несколько факторов, которые обычно рассматриваются как совершенно независимые, но в действительности проявляются в тесной взаимосвязи и взаимодействии. И, как отмечал В.Е. Хаин, «...цикличность – явление глобальное, и причины ее также должны быть глобальными» [1].

Строение всех элементов соленосных толщ рассматривается в ритмичном чередовании. Для накопления единичного «набора» (ранее обозначенного как годовой ритм седиментации [2]) достаточны: петрофонд и палеогеографическая обстановка. «Петрофонд» соленосных формаций имеет двоякий смысл: с одной стороны, и прежде всего, это источник жидкой фазы и ее состав, понимая источник солей и влияние десцендентных и асцендентных растворов; с другой – особенно для хемогенно-терригенных отложений, привнос терригенного материала и его накопление в определенной палеогеографической обстановке, обладающей необходимой устойчивостью (или изменчивостью в определенных пределах) в соответствующей геодинамической обстановке. Каждый из выделенных иерархических

уровней от прослая до разреза калиеносной субформации вносит свой вклад в оценку и, несомненно, важен при оценке «привязки» определенного типа разреза к определенной геодинамической обстановке.

Выделенные ранее типы строения разрезов средневерхнефаменской соленосной формации, а также ее двух основных составляющих – калиеносной и галитовой субформации, позволяют говорить о разнице в представлениях, рассматривающих методологию создания эталонных и типовых разрезов.

Структура вертикального ряда структурно-вещественного комплекса определяется эволюцией тектонических движений обоих знаков на рассматриваемой территории (в пределах Северного или Центрального структурных ареалов прогиба). Одинаковые по составу и строению толщи могут служить индикаторами разных обстановок в зависимости от их положения внутри формационного комплекса.

Структурно-вещественные характеристики контролируются двумя показателями:

- 1) естественно-фациальной зональностью палеоводоемов; и
- 2) тектоно-седиментационными депрессиями, а также другими тектоническими осложнениями подсолевого ложа. В результате в разных тектоно-фациальных обстановках наблюдаются закономерные вертикальные и латеральные наборы галогенных парагенераций и несоляных пород, формирующие индивидуализированные литолого-фациальные типы, опознаваемые по структурно-вещественным параметрам.

Итоги детального системно-литологического анализа позволили выделить упорядоченно структурированные элементы, обладающие наборами определенных характеристик, выявить общие принципы их строения и типоморфные особенности, и в конечном итоге разработать схемы типизации по структурно-вещественным параметрам. На основании обобщения показателей были выделены наборы устойчивых признаков, важных для их диагностики.

Повторяемость слоев (слоек) является основным признаком любой слоистости (слоистости) пород, при повторяемости определенных сочетаний слоистость будет ритмической. Слоистость разделяется по форме слоев и их серий (морфологические типы) – косая, волнистая и горизонтальная слоистость, переходные – косоволнистая и пологоволнистая; по выдержанности – выдержанная (непрерывная), прерывистая, невыдержанная; по отчетливости проявления – резко выраженная, отчетливая, неясная (неотчетливая, скрытая, невыраженная); по масштабу – очень крупная, крупная, мелкая, очень мелкая, микрослоистость; по сложности строения – простая и сложная; по равномерности распределения слоев – равномерная (или однородная), направленно-изменяющаяся и неравномерная; по механизму образования; по фациальным условиям образования. В разрезах калиеносной субформации и собственно калийных горизонтов была проведена классификация слоистости: по мощности; по характеру границ элементов слоистости; по соотношению прослоев, слоев и типу их сочетаний; по выдержанности прослоев и слоев и т. д. [3, 4]. Некоторые из этих признаков могут быть применены для всех иерархических уровней. Однако характеристики, связанные с абсолютными значениями, могут быть использованы для элементов одного уровня. Для оценки характера и структуры изменчивости по соотношению мощности отдельных прослоев и слоев выделены разрезы с равномерной (когда отношение максимальной мощности к минимальной не превышает 2–3), неравномерной (отношение 3–5) и резко неравномерной (отношение >5) слоистостью; по резкости границ между слоями выделена весьма четкая, умеренно четкая, нечеткая (когда границы между слоями не являются резкими), комбинированная (когда чередуются границы различной четкости) слоистость. По абсолютной мощности: микрослоистость (прослой <0,1 мм), очень тонкую (0,1–10 мм), тонкую (1–10 см), мелкую (10–25 см), среднюю (25–50 см), крупную (50–100 см) и очень крупную (>100 см) слоистость.

Благодаря периодичности почти всех факторов седиментогенеза для разреза калиеносной субформации слоистость часто бывает ритмической. Основным фактором, обуславливающим слоистость толщ вообще и ритмическую в частности, являются движения земной коры. Однако они далеко не всегда действуют непосредственно, а влияют через другие факторы. Слоистость всегда образуется на стадии седиментации. Однако она может быть изменена, подчеркнута или затушевана последующими процессами, проходившими в осадке (седиментационно-диагенетическая и даже диагенетическая слоистость) [3]. В большинстве случаев генетический тип слоистости бывает представлен комплексом морфологических типов, видов или разновидностей слоистых текстур.

Генетический тип слоистости, связанный с особыми механизмами ее формирования. Впервые в разрезе была выделена слоистость *миграционная и мутационная* [3].

Миграционная слоистость относится к типу сложной слоистости и характеризуется сложными сочетаниями в вертикальном разрезе разноглубинных отложений. В её образовании основную роль играют вертикальные тектонические движения, вызывающие смещение береговых линий и фациальных зон накопления осадков. Рассмотрение этого типа слоистости очень важно при рассмотрении фациальных замещений, отличий этого явления от выклинивания, а также при оценке генезиса зон замещения.

Мутационная слоистость [3] возникает тогда, когда при образовании слоистых толщ происходят химические изменения в составе вод палеобассейнов, которые вызывают выпадение или, наоборот, прекращение образования тех или иных хемогенных минералов, изменения в окраске осадков и т. д.: а) процесс слоеобразования протекает не непрерывно, а с паузами (или резкими уменьшениями скорости поступления в бассейн осадочного материала); б) слои образуются и фиксируются в разрезе между этими паузами, а после окончания паузы дно вновь прогибается и весь шлейф осадков смещается вслед за наступающей на сушу береговой линией; за это время вновь поступивший в бассейн материал формирует новый слой и т. д.

Калиеносность и закономерности ее распределения по площади связаны с разделением на определенные палеобассейны, размеры которых определяют строение латерального ряда. При увеличении размеров бассейна, в котором формируются калийные залежи (т. е. в какой-то степени запаса стужающейся рапы), и местоположения мигрирующих калийных залежей, структурно-вещественный комплекс приобретает более сложное строение и начинает сказываться и расположение устьев рек и батиметрия дна бассейна. Влияние рельефа на прилегающей суше особенную роль играет в зонах высокоамплитудных разломов, что в первую очередь определяется специфическими особенностями размыва хемогенно-терригенных пород с высокой ролью электролитов при формировании твердого стока. Батиметрия дна бассейна при столь высокой скорости формирования осадков (рециклитов, вулканического пепла, органогенного материала) во внутриконтинентальном палеорифте не может не сказаться на степени контрастности латерального ряда. В качестве барьеров на пути движения обломочного материала выступают и разломные зоны, и сформированные ранее поднятия. Локальные зоны смены состава связаны с созданием контрастного рельефа, нарушающего структуру латеральных рядов с возникающими структурными «ловушками» в основном терригенного материала, нередко меняющими и структуру типового разреза одновозрастных отложений. Наличие в составе слоев резко контрастных по растворимости образований предполагает использование различно детализированных классификаций для соляных пород и галопелитов.

Вместе с тем существует понятие более узкое – литогенетический тип. В принципе, каждый из генетических типов представляет собой комплекс разных литогенетических типов осадков и литологически разнородных горных пород, иногда весьма пестрый и сложнопостроенный и обычно соответствующий группе фаций, т.е. генетический тип отложений – это категория, объединяющая комплексы осадочных образований в целом

родственных друг другу по общим законам строения и истории формирования. Сущность понятия генетический тип охарактеризован следующим образом: в разные генетические типы объединяются отложения, играющие качественно различную роль в строении и истории формирования осадков и генетически связанные с такими сочетаниями процессов и механизмов осадконакопления, которые имеют особые, четко распознаваемые черты.

Литература

1. Хаин В.Е. Крупномасштабная цикличность, ее возможные причины и общая направленность тектонической истории Земли // *Фундаментальные проблемы общей тектоники*. М.: Научный мир, 2001. – С. 403–424.

2. Кислик В.З., Лутинович Ю.И. Годовой ритм седиментации сильвинитов Старобинского месторождения // *Литология, геохимия и полезные ископаемые Белоруссии и Прибалтики*. - Минск, 1968. – С. 207–218.

3. Романовский С.И. Физическая седиментология. Л.: Недра, 1988. – 240 с.

4. Ботвинкина Л.Н. Слоистость осадочных пород. М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 542 с.

УДК 553.63:[549+552] (476)

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТИПОВОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ

Н.С. Петрова¹, Н.Ю. Денисова²

¹Белорусский государственный университет, ²Государственное предприятие
«НПЦ по геологии», Минск, Беларусь

Сложность расшифровки условий формирования калийных залежей заключается в существовании резких физико-химических различий среды поверхностного слоя рапы и осадка на стадии седиментации, углубляющихся на стадии диагенеза. Относительно простой минералогический состав (карналлит, сильвин, галит и смеси этих минералов) не дает возможности однозначно судить о характере процессов, сформировавших современный облик соляных отложений Припятского прогиба. Широкое развитие диагенетических изменений в легкорастворимых солях затушевывает те различия, которые сформировались на седиментационной стадии.

Поэтому, применительно к задачам создания образов калийной залежи, необходима разработка научно-методических основ типового профилирования при разведке и разработке месторождений калийных солей. Принципы выделения и классификации особенно на разрабатываемых месторождениях заключаются в ранжировании по критериям или генетически взаимосвязанным комплексам таких критериев.

Основой для разработки (и/или уточнения) таких критериев системно обобщенных в классификации являются: 1) использование положений теории калийного рудогенеза; 2) уточненные данные о закономерностях строения и процессах формирования разных типов (оценка изменчивости – степени, характера, структуры); 3) существующий опыт по оценке изменчивости продуктивных слоев горизонтов на эксплуатируемых участках Старобинского месторождения.

На основании исходных данных были выделены рудоконтролирующие факторы и признаки залежей, которые позволили определить прогнозные показатели для последующего максимально эффективного и достоверного типового районирования.

Подготовлен комплект типовых разрезов, ориентированных на оценку особенностей развития и характеристику изменчивости строения в соответствии с геодинамической

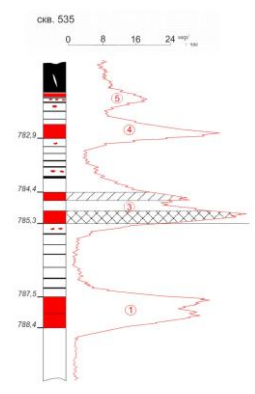
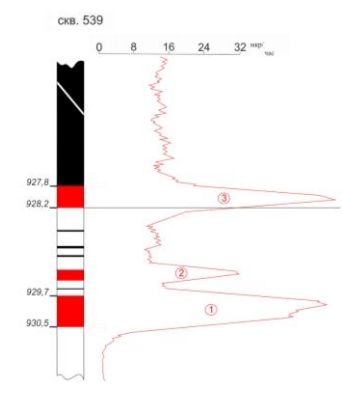
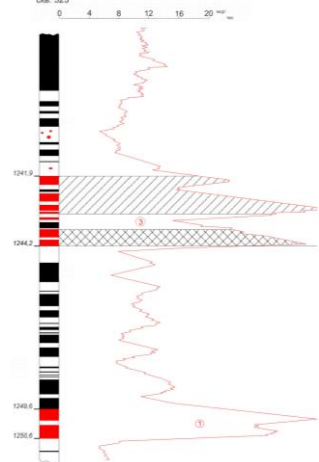
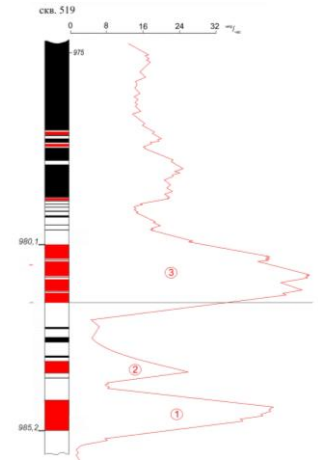
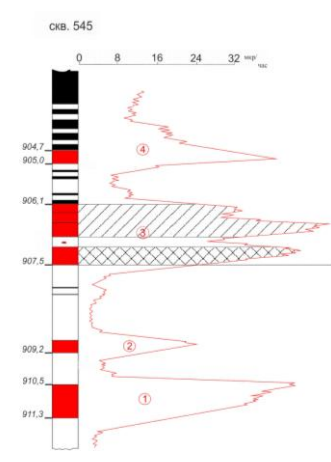
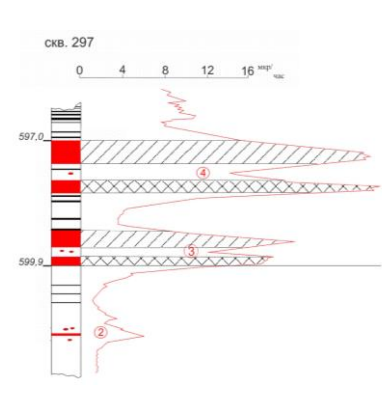
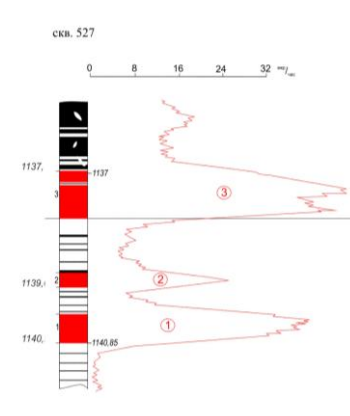
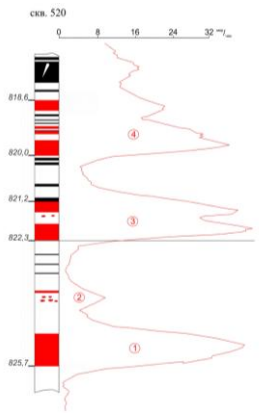
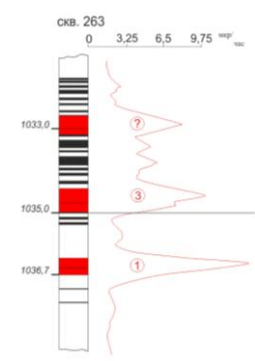
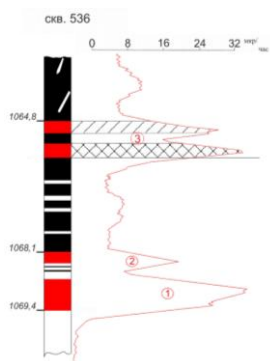
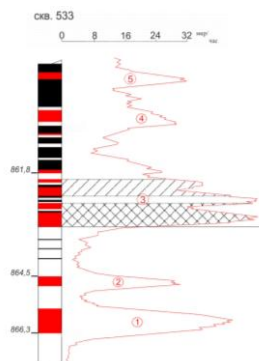
историей бассейна. Рассмотрены эталонные и типовые разрезы для выделения генотипов калийных ритмов высшего иерархического уровня (средневерхнефаменская соленосная формация, галитовая и калиеносная субформации). Показана их приуроченность к различным территориально разделенным частям прогиба и тектоническим элементам. Отмечается измененность как латеральных, так и вертикальных рядов в краевых частях глобальной структуры.

Самыми заметными признаками закрепившейся методологии формирования системы многофакторной оценки оказались следующие: 1) одновременное принятие разных оснований при выделении таксономических единиц одного иерархического уровня; 2) совмещение вещественных, структурных и концептуальных (чаще всего генетических) признаков; 3) взаимозамена – перемещение оснований деления по глубине: генезис и состав, структура и состав и т. д.); 4) обособление в качестве главных таксономических категорий хомогенно-терригенных пород, выступающих в роли галопелитов и также разделяемых по структуре и составу, или по составу и генезису.

Итоги детального системно-литологического анализа позволяют говорить о наличии упорядоченно структурированных элементов, обладающих наборами определенных характеристик, выявить общие принципы их строения и типоморфные особенности, и в конечном итоге разработать схемы типизации по структурно-вещественным параметрам. На основании обобщения показателей были выделены наборы устойчивых признаков, важных для их диагностики. При последовательном формировании типовых разрезов более низкого иерархического уровня происходит расширение и детализация характеристических признаков и показателей.

Классификация типовых разрезов проведена путем последовательного решения ряда частных задач: 1) выделение полного комплекса рудоконтролирующих факторов и признаков залежей на основе составления разнообразных рабочих моделей, как стандартных, так и специальных. Такой подход к оценке причин и условий формирования обеспечивает объективность выделения факторов; 2) общая оценка значимости факторов и признаков. Среди факторов могут быть выделены монофакторы, или собственно факторы. Признаки разделены на постоянные (устойчивые) и переменные (случайные); 3) ранжирование критериев по их значимости в оценках.

Предложенный изначально подход (принцип) подразумевает рассмотрение критериев, связанных с процессами формирования, и критериев локализации типов в пространстве и времени. Если первые базируются на рудоконтролирующих факторах и выступают *как базовые (обязательные)*, определяющие результаты и достоверность выделения типов, то вторые, основанные на *постоянных* признаках, нередко играют ведущую роль при оценке масштаба и особенностей распределения (размещения, приуроченности к элементам тектонического строения) на площади развития калийной залежи, но далеко не всегда однозначно характеризуют эти параметры (рис.). Наибольшую эффективность обеспечивают критерии, выделенные по комплексным факторам, которые имеют и максимальную значимость при выделении типов. Эти критерии выступают как главные или ведущие. Таким образом, каждый из выделенных типов характеризуется по следующим классам: ведущие и главные прогнозные критерии; факторные прогнозные критерии; признаковые прогнозные критерии. Для каждой группы критериев определяется суммарная значимость в прогнозной оценке объекта, определяемая их отношением к общему количеству рудоконтролирующих факторов или постоянных признаков залежей определенного типа гиперсоляных ассоциаций.



а) тип I

б) тип II

в) тип III

Рис. Типы строения калийного горизонта VI-п в Центральном структурном ареале Припятского калиеносного бассейна

В общей классификации типы систематизируются по прогнозным критериям, обеспечивающим наиболее эффективную и достоверную их прогнозную оценку. В результате анализа выделены группы, которые прогнозируются: по одному ведущему критерию, по двум главным критериям, по одному – двум главным критериям и отдельным критериям-признакам; по комплексу критериев, связанных с рудоконтролирующими факторами; по общему комплексу критериев. Как ни парадоксально, но с увеличением числа используемых критериев уменьшается определенность прогноза.

Приведенные рассуждения не являются итогом абстрактного теоретизирования, так как нами проанализирован огромный фактический материал, включающий объекты различного иерархического уровня от изменяющихся разрезов калиеносной субформации до имеющихся в нашем распоряжении разрезов многопластовых калийных горизонтов. Методологические аспекты использования структурно-формационного анализа для решения задач типового профилирования могут быть применены при районировании шахтных полей по типам строения.

На изменение строения и состава калийных залежей оказывает влияние унаследованное или инверсионное развитие тектонических элементов, а также ход процессов галокинеза. Структуры, образованные внутрисолевыми поверхностями калиеносной субформации подчинены строению нижележащих отложений и отличаются унаследованным развитием.

Региональные разломы, разграничивающие ступени кристаллического фундамента и подсолевого ложа, прослеживаются также в верхнефаменской формации. Вертикальные движения по этим разломам привели к образованию крупных приразломных депрессий, имеющих пликативно-дизъюнктивный характер.

Систематизация и анализ результатов исследований по структурно-вещественной характеристике пород калийных залежей позволили выделить конкретный ряд постседиментационных преобразований и определить их роль в формировании современного облика залежей и распределения основных минералого-технологических типов руд в горизонте пестроцветной гиперсоляной ассоциации. На этой основе уточнены системные факторы контроля развития этой ассоциации в калиеносной субформации Припятского палеорифта. С некоторой долей условности выделены три группы минералого-петрографических признаков, свидетельствующих о ходе постседиментационных процессов.

Первая группа признаков складывается из наблюдений над структурными взаимоотношениями минералов – первичных, сохраняющихся в виде реликтов, и новообразованных, формирующихся на месте первых. Эти признаки устанавливаются непосредственно в калийных слоях и прослеживаются по латерали от современных депрессионных частей к палеоподнятиям. Особенно ярко этот эффект наблюдается в процессе замещения сильвина галитом, изменяясь по масштабам и времени проявления.

Вторая группа признаков связана с формированием метасоматической зональности, проявляющейся в закономерной смене карналлитовых (или смешанных) пород пестрыми сильвинитами, а красных сильвинитов – каменной солью. Эти признаки существенно расширяют представления о размерах областей, затронутых преобразованиями, но в своей классической форме проявляются только в пределах калийной залежи.

Третью группу признаков составляют ореолы, которые не всегда явно проявляются в минеральной форме или изменением структурно-текстурных особенностей, а регистрируются изменениями геохимических показателей и, в частности брома.

Первичность структур легко растворимых соляных пород невозможно отождествлять с первичностью источника вещества. Первичные структурно-текстурные особенности характеризуют лишь условия кристаллизации солей. Карналлит в калийных горизонтах красноцветной и пестроцветной ассоциаций отличается близостью содержания брома, которые хорошо укладываются в поля нормальных его значений, характерных для

карналлитовой стадии сгущения рассолов, свидетельствуя об одном типе и источнике маточной рапы солеродного бассейна.

Для сильвина отмечается значительное многообразие условий формирования. Сильвиниты большинства калийных горизонтов красноцветной ассоциации обладают невысокими содержаниями брома, подчеркивая развитие десцендентных процессов особенно в краевых зонах формирования калийных залежей. В областях, удаленных от краевых частей залежи даже в красноцветных разностях наблюдается нормальное содержание брома, укладываемое в область кристаллизации сильвина из первичных растворов.

Критерии выделения полновыраженных (идеальных) циклов, формирующихся при наиболее полной реализации циклоседиментогенеза, должны быть ассоциированы с оценкой стабильности динамической системы с прослеживанием седиментологического развития бассейна за большие отрезки времени.

К этому наиболее тесно примыкает проблема создания арифметизированных разрезов, заключающаяся в отыскании границ, разделяющих разрез на сегменты, которые статистически различаются в заданной системе признаков. Данная задача, кроме самостоятельного значения может быть базовой при последующей корреляции при выделении типовых разрезов. Предлагается в дальнейшем разбивать разрезы на однородные сегменты, в пределах которых заданные признаки имели бы одинаковые функции распределения. Для выявления закономерностей в изменчивости строения и состава калийных залежей были привлечены материалы и по площадям, в пространственном отношении значительно удаленных от хорошо изученных западных частей Припятского прогиба.

Практическая значимость определяется задачами освоения месторождений калийных солей и необходимостью принятия эффективных решений при разработке и переработке калийных руд, возможностью уточнения технологии ведения геологоразведочных работ на калийные соли, обоснования комплексных мониторинговых исследований на калийных рудниках Беларуси с целью создания на основе многомерных цифровых моделей алгоритма оценки управляемых рисков

УДК 36.29.33

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРОТЯЖЕННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕРИАЛОВ АЭРОКОСМОСЪЕМКИ И МЕТОДА МАГНИТНОЙ ТОМОГРАФИИ

А.Р. Понтус, М.С. Кудряков

Государственное предприятие «НПЦ по геологии», Минск, Беларусь

Процессы взаимодействия газопроводов и нефтепроводов с окружающей средой идут на больших территориях. Оперативно оценить их масштабы и состояние можно лишь на основе применения дистанционных аэрокосмических методов, позволяющих получать принципиально новую по качеству и полноте информацию не только в контрольных точках, но, что особенно важно, по всей трассе в целом.

Аэро- и космическая съемка местности применяется как для непрерывного одновременного контроля над загрязнением природной среды (земной поверхности, водных акваторий и приземной атмосферы), так и для контроля технического состояния объектов на всём протяжении тысячекilометровых водных и наземных нефтяных и газовых трасс. Данные космоаэромониторинга дают возможность оперативно выявлять и определять координаты неожиданно случающихся крупных аварий на нефте- и газопроводах, зон

опасного проявления стихийных природных процессов, которые могут привести к таким авариям, а также отслеживать и прогнозировать чреватые разрывами магистральных трубопроводов медленные однонаправленные геодинамические деформации земной поверхности.

Естественное старение трубопроводов и в связи с этим значительное повышение требований к их экологической безопасности – характерные особенности условий работы трубопроводного транспорта. Эти моменты и определяют основные направления совершенствования системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в отрасли. К одному из таких направлений относят внедрение систем мониторинга технического состояния магистральных трубопроводов и их объектов

Техническое диагностирование и проведение контроля неразрушающими методами проводится, как правило, на следующих объектах: магистральных, промышленных и технологических трубопроводах, а также систем газо-, тепло- и водоснабжения, продуктопроводах, а также - труб и деталей трубопроводов стальных и чугунных; газового оборудования котлов, технологических линий и агрегатов, газогорелочных устройств, емкостных и проточных водонагревателей, аппаратов и промышленных печей, технических устройств для нефтегазодобывающих производств; резервуаров из ферромагнитных материалов. Кроме того, данная технология применяется для непрерывного контроля над загрязнением природной среды и техническим состоянием протяженных объектов (нефтяных и газовых трасс и т.п.).

Применение данной технологии диагностирования дает возможность оперативно выявлять крупные аварии, а также отслеживать геодинамические деформации земной поверхности и позволяет выявлять:

- нарушения технического состояния объекта: разрывов, трещины, повреждения гидро- и теплоизоляции и др.;
- экологическое состояние природной среды вдоль трассы магистрального трубопровода, выявление мест и объёмов подземных и наземных утечек, областей загрязнений и др.;
- анализ участков перехода трубопроводов через водные преграды, автодорожные и железнодорожные переходы;
- активные разломы, трещиноватости и движения земной коры, их влияния на трубопровод, а также напряженно-деформационное состояние околотрубной среды;
- зоны подтоплений, обводнённые участки, области засоления, коррозионно опасные среды, промерзающие и оттаивающие грунты и др.;
- современные экзогенные процессы (сели, оползни, обвалы и др.);
- ранжирование участков по степени опасности, выделять участки для первоочередного диагностического исследования.

Бесконтактное (с поверхности Земли) обнаружение участков трубопровода с дефектами металла и сварных соединений за счет технологического брака, механических повреждений и очагов внутренней или наружной коррозии, выявление опасности разрушения из-за провисов трубы, оползней, нахождение местоположения участков резкого снижения пропускной способности трубопровода (в результате парафиноотложения).

Применение данного метода позволяет с поверхности Земли без вскрытия выявлять местоположение дефектов металла и изоляционного покрытия (в линейных и угловых координатах) с точностью $\pm 0,25$ м, оценивать характер дефектов металла трубопровода, проводить мониторинг их развития и формировать базу данных по реальному техническому состоянию. Осуществлять паспортизацию трубопроводных систем с внесением данных по местоположению выявленных дефектов в системе абсолютных географических координат (GPS), уточнением оси и глубины заложения трубопровода. Определять местоположения и глубины залегания подземных коммуникаций металлических трубопроводов большого и

малого диаметров, а также силовых и телефонных кабелей, при их параллельном залегании независимо от наличия катодной защиты, а так же при воздействии помех от ЛЭП, трамвайных и троллейбусных линий. Точно определять местоположения трубопровода при вскрытии траншеи для предупреждения повреждения изоляционного покрытия. Определять места пересечения трубопровода с любым кабелем под напряжением. Определять пространственную структуру трассы трубопровода или кабеля при близком расположении других коммуникаций, в том числе воздушных высоковольтных линий. Кроме того, это дает возможность быстро и надежно обследовать территорию перед проведением земляных работ.

Метод магнитной томографии (МТМ) зарекомендовал себя как высокоэффективный и надежный инструмент при диагностике протяженных инженерных объектов, как на суше, так и в водной среде (трубопроводов различного назначения, технических устройств для нефтегазодобывающих производств, резервуаров из ферромагнитных материалов).

Метод позволяет уверенно (с достоверностью выше 80 %) диагностировать и локализовать имеющиеся дефекты металла и сварных соединений, механические повреждения и очаги, определить остаточный ресурс трубопровода с учетом коррозионной агрессивности грунта, транспортируемого продукта, структурных и прочностных изменений металла.

Применяемые нами инновационные методы и подходы в дистанционном мониторинге трубопроводного транспорта позволяют:

- существенно минимизировать (фактически свести к нулю) количество аварий на трубопроводах за счет правильного планирования и управления плано-предупредительными ремонтами;

- в 9 раз сократить прямые расходы, связанные с диагностикой трубопроводных систем;

- в 20 раз сократить протяженность работ по вскрытию трубопроводов при ремонте;

- в 40 раз снизить объем участков снятия изоляционного покрытия для дополнительного дефектоскопического контроля в процессе предремонтного обследования.

Заключение. Проведенный комплекс исследований, выполненный на объектах газотранспортной инфраструктуры ОАО «Газпром-трансгаз Беларусь», позволил получить оценки текущего состояния газотранспортной инфраструктуры по материалам дистанционных исследований в комплексе с выборочными наземными магнитометрическими измерениями.

Комплексирование материалов дистанционных исследований с данными выборочных наземных магнитометрических измерений повышает достоверность и эффективность результатов оценки состояния газотранспортной инфраструктуры.

Предложенная технология оценки состояния газотранспортной инфраструктуры позволяет:

- проводить экспресс-оценку состояния газотранспортной инфраструктуры вне зависимости от времени года и природных условий;

- выдавать рекомендации по постановке детальных (шурфовочных) работ;

- выделять локальные участки газотранспортной инфраструктуры с максимальной вероятностью возникновения различных разрушений трубы вследствие различных причин (коррозия, дефекты сварных швов и т. д.) и, таким образом, существенно сократить финансовые затраты и сроки на выполнение диагностических работ, по сравнению с традиционным внутритрубным обследованием.

О ВОЗРАСТЕ КВАРЦЕВЫХ ПЕСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГОРОДНОЕ

Т.Б. Рылова

Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь

В связи с работами, осуществляемыми в соответствии с научно-техническим заданием к мероприятию № 14 «Поисково-оценочные работы и предварительная разведка выявленного месторождения кварцевых песков. Предварительная разведка восточной залежи месторождения Городное» Государственной программы геологоразведочных работ по развитию минерально-сырьевой базы Республики Беларусь на 2011–2015 гг. и на период до 2020 г., с целью определения геологического возраста отложений, вскрытых скв. 7, 82, 91, 99 в пределах восточной залежи месторождения Городное, изучена серия проб методом спорово-пыльцевого анализа.

Месторождение кварцевых песков Городное приурочено к юго-восточной части Полесской седловины и расположено в пределах Столинской равнины Белорусского Полесья. Изучение месторождения Городное начато Южно-Белорусской гидрогеологической экспедицией при производстве комплексной геолого-гидрогеологической съемки масштаба 1 : 200 000 в пределах нижнего течения рр. Горыни и Ствиги и среднего течения р. Припяти.

В геологическом строении месторождения участвуют отложения меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем. Палеогеновые отложения киевского горизонта в окрестностях месторождения имеют широкое распространение, перекрывают отложения верхнего мела и залегают, в основном, под отложениями харьковского горизонта, реже четвертичными образованиями. Отложения харьковского горизонта в пределах восточной залежи месторождения относятся к породам, подстилающим полезную толщу. Они имеют в районе месторождения повсеместное распространение, перекрываются палеогеновыми отложениями верхнего олигоцена, а в местах размыва последних – четвертичными отложениями.

Скв. 82, согласно геологическому описанию, вскрыта толща темно-коричневых, мелких, углистых, кварцевых песков. Они залегают на отложениях морского палеогена, представленных алевритом зеленовато-серым, глауконитово-кварцевым, глинистым, плотным. Из песков в интервале глубин 4,0–18,3 м были отобраны 7 образцов.

В обр. 1–4, 6 (интервал глубин 4,0–16,0 м), изученных методом спорово-пыльцевого анализа, содержалось большое количество пыльцы и спор хорошей сохранности, что дало возможность подсчитать процентное содержание каждого из определенных таксонов. В обр. 7 (глубина 16,0–18,3 м) пыльцы и спор содержалось мало, что не позволило вычислить процентное содержание компонентов спорово-пыльцевого спектра, однако их таксономический состав оказался аналогичен составу, выявленному в образцах, отобранных выше по разрезу. Спорово-пыльцевая диаграмма представлена на рис., А.

В общем составе спектров господствует пыльца хвойных древесных пород (71–82 %), таксономический состав которых очень разнообразен. Хвойные породы представлены, главным образом, пыльцевыми зернами семейства *Taxodiaceae* (до 58 %). В составе этого семейства присутствуют представители родов *Sequoia* (в т.ч. *Sequoia* aff. *sempervirens* Endl.), *Taxodium* (*Taxodium* aff. *distichum* (L.) Rich. и др.), *Cunninghamia* (в т.ч. *Cunninghamiapollenites janinae* Stuchlik & Konzalová), *Cryptomeria japonica* D. Don., *Sequoiadendron* sp., *Metasequoia* sp.). Количество пыльцы *Pinus* не превышает 14,5 %, и представлена она, в основном, видами подрода *Harpoxylon*. В значительном количестве присутствует пыльца *Cupressaceae* – до 13 % (в т.ч. *Inaperturopollenites dubius* (Pot. et Venitz), *I. concedipites* (Wod.) Krutzsch).

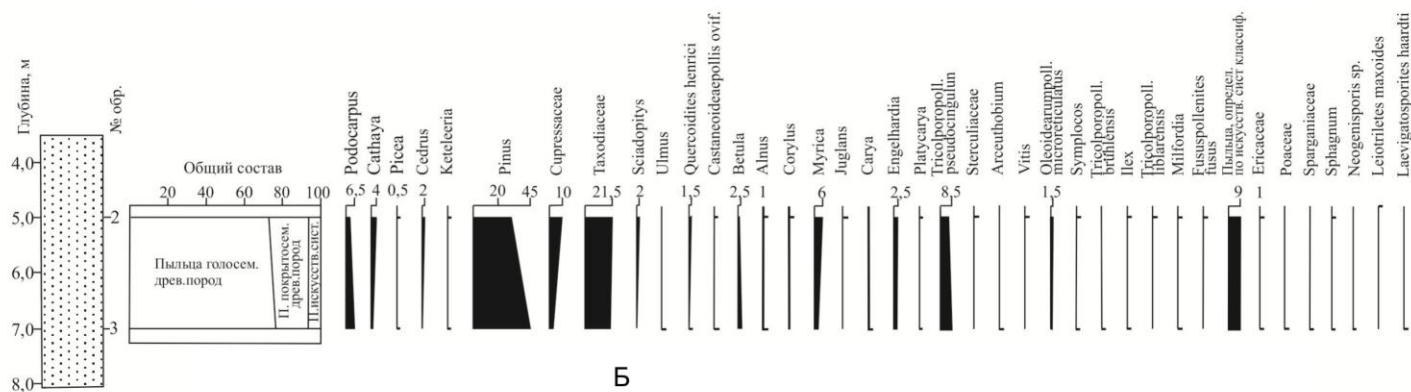
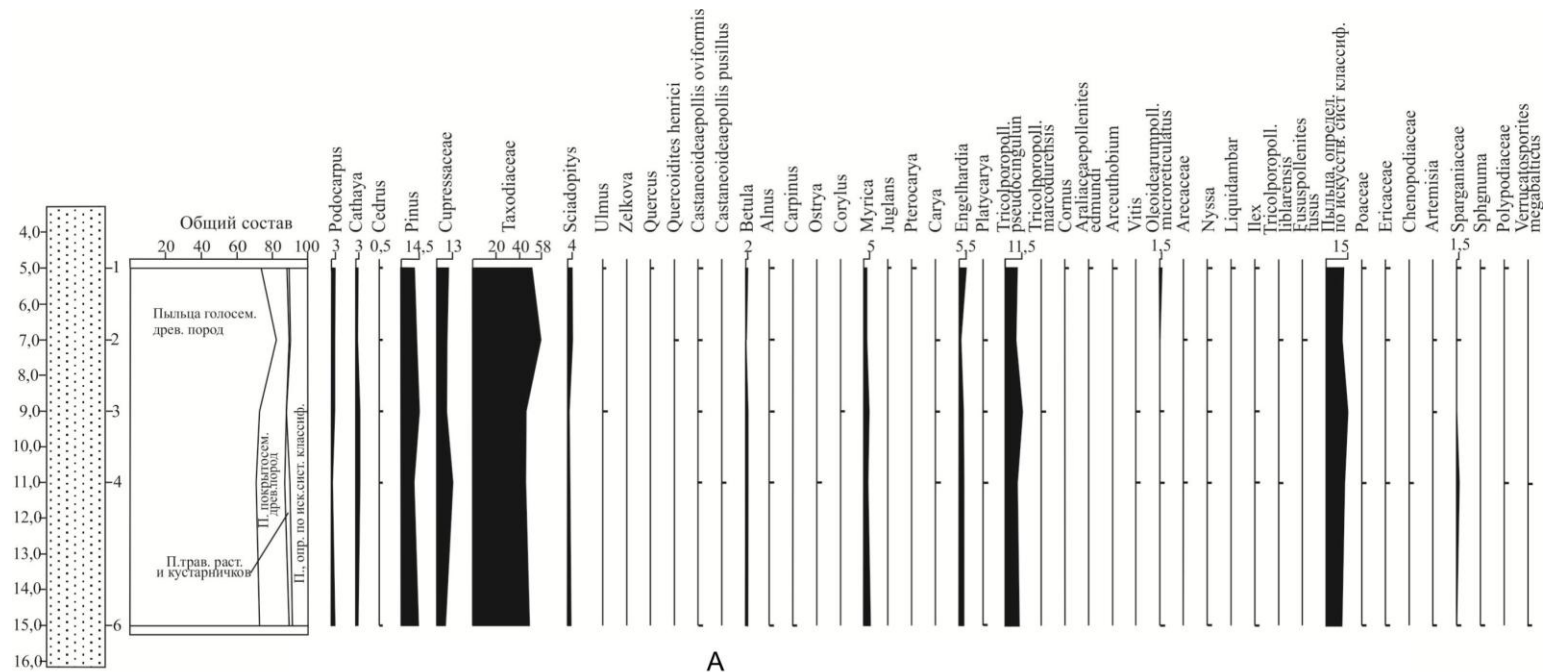


Рис. Спорно пыльцевые диаграммы верхнеолигоценовых отложений, вскрытых скв. 82 (А) и скв. 7 (Б) в пределах восточной залежи месторождения кварцевых песков Городное

Из пыльцы других хвойных пород следует отметить постоянное присутствие в составе спорово-пыльцевых спектров заметного количества представителей родов *Podocarpus* (*Podocarpus selloviiformis* Zakl., *P. nageiaformis* Zakl. и др.) и *Cathaya*, содержание каждого из которых достигает 3 %. В несколько большем количестве встречена пыльца *Sciadopitys* (в т. ч. *S. aff. verticillata* Sieb. et Zucc.) – до 4 %, изредка отмечен *Cedrus* sp. – до 0,5 %.

Систематический состав покрытосеменных древесных пород также достаточно разнообразен. Преобладает пыльца, принадлежащая к тропическим и субтропическим элементам геофлоры (до 30 %). Наиболее часто отмечаются пыльцевые зерна формального рода *Tricolporopollenites* Pfl. et Thoms., определяемые по искусственной системе классификации, – до 15 %. Среди них преобладают пыльцевые зерна *Tricolporopollenites pseudocingulum* (Pot.) Thoms. et Pfl. – до 11,5 %, реже отмечаются *Tricolporopollenites liblarensis* (Thoms.) Grab., *T. marcodurensis* Pfl. et Thoms., *Fususpollenites fusus* (Pot.) Kedves и др. Присутствует также пыльца *Araliaceapollenites edmundi* (Pot.) Pot. ex Pot. и *Arecaceae*. В заметном количестве представлены пыльцевые зерна таких лиственных пород, как *Engelhardia* – до 5,5 % *Myrica* – до 5 %. Пыльцы *Oleoidearumpollenites microreticulatus* Pfl. et Thoms. (Ziemb.-Tw.) – до 1,5 %, в числе до 1 % встречены пыльцевые зерна *Ulmus*, *Zelkova*, *Quercoidites henrici* (Pot.) Pot., *Castanea* sp., *Castaneoideaepollis oviformis* (Pot.) Grab., *C. pusillus* (Pot.) Grab., *Juglans*, *Carya*, *Platycarya*, *Arceuthobium* sp., *Vitis*, *Nyssa*, *Ilex* и др. Пыльцы *Betula* отмечено до 1,8 %, *Alnus* – до 1 %, *Carpinus* – до 1 %, *Ostrya* – 0,25 %, *Corylus* – 0,3 %. В небольшом количестве в препаратах присутствуют пыльцевые зерна *Ericaceae* – до 1 %.

В скв. 7 аналогичные отложения кварцевых углистых песков, подстилаемых алевроитом зеленовато-серым, глауконитово-кварцевым, глинистым, плотным, были вскрыты на глубине 2,8–18,0 м и изучены методом спорово-пыльцевого анализа по 8 образцам. Только в двух образцах (глубина 4,0–8,0 м) содержалось большое количество пыльцы и спор, что позволило выполнить определения до уровня семейства, рода, а иногда и вида, а также подсчитать процентное содержание каждого из таксонов. Состав спектров выявленного комплекса пыльцы и спор сходен с комплексом, полученным из углистых песков, вскрытых скв. 82. Основная разница заключается лишь в меньшем процентном содержании пыльцы *Pinus* (14,5 %) и большем процентном содержании пыльцы *Taxodiaceae* (до 58 %) в скв. 82, чем в скв. 7, где количество пыльцы данных таксонов достигает соответственно 45 % и 21,5 % (рис., Б). В кварцевых песках, вскрытых скв. 91 и 99, пыльца и споры не были обнаружены.

Данные спорово-пыльцевого анализа отложений, вскрытых скв. 82 и скв. 7, свидетельствуют о несомненном сходстве выявленного комплекса с позднеолигоценовыми, изученными в южной части Беларуси [1–6 и др.]. Важнейшими палинологическими критериями, которые положены в основу данного заключения, являются следующие:

- для верхнеолигоценовых отложений территории Беларуси характерно присутствие в составе спорово-пыльцевых спектров значительного количества пыльцевых зерен термофильных субтропических и реже тропических элементов;

- только для верхнеолигоценовых отложений свойственно преобладание в общем составе спектров пыльцы голосеменных, представленной, прежде всего, видами *Pinus* s/g *Harpoxylon* (содержание пыльцы *Pinus* s/g *Diploxylon* обычно не превышает нескольких процентов) и семейства *Taxodiaceae*;

- значительный процент приходится на долю таких элементов палеотропической геофлоры, как *Podocarpus* и *Cathaya* (пыльца *Cathaya* отсутствует в миоценовых отложениях территории Беларуси, а пыльца *Podocarpus* представлена в миоцене в очень незначительном количестве);

- для верхнеолигоценовых отложений характерен максимум пыльцы *Sciadopitys* (до 7 %) (в миоценовых отложениях эта пыльца встречается значительно реже);

- к верхнеолигоценовым отложениям приурочены максимумы пыльцы *Tricolporopollenites pseudocingulum* (Pot.) Thoms. et Pfl. (до 30%) и *Engelhardia* (до 9 %);

- только в верхнеолигоценовых отложениях фациальные элементы представлены исключительно пыльцой Taxodiaceae, реже Cupressaceae (в миоцене таксономический состав пыльцы древесных пород, которые образовывали болотные леса, включает Taxodiaceae, Cupressaceae, *Myrica*, *Nyssa*, Cyrillaceae-Clethraceae);

- для верхнеолигоценовых отложений характерно минимальное участие пыльцы покрытосеменных древесных пород, относимых к арктотретичным элементам геофлоры, таких как *Betula*, *Alnus*, *Carpinus*, *Ulmus* и др.;

- пыльца травянистых растений верхнеолигоценовых отложений представлена редкими таксонами, их содержание обычно не превышает 1-5 %.

Сравнение спорово-пыльцевого комплекса, полученного из углистых песков, вскрытых скв. 82 и 7, с комплексом st 2, характеризующим среднюю, глинистую пачку страдубской свиты в разрезах Страдубка и Переделка Лоевского района Гомельской области, указывает на сходство между ними по многим параметрам [2, 3, 5].

Имеющиеся между сравниваемыми комплексами отличия заключаются, главным образом, в меньших процентных значениях пыльцы *Podocarpus*, *Cathaya*, *Tricolporopollenites pseudocingulum* (Pot.) Thoms. et Pfl. и *Engelhardia* в скв. 82 и 7, но в более высоком содержании пыльцы Taxodiaceae, *Myrica*, *Betula*. Эти особенности состава спектров позволяют сблизить полученный комплекс с комплексами крупейской свиты, характеризующими углистые отложения нижней части буроугольной формации в Подляско-Брестской впадине и Припятском прогибе [3, 5, 6 и др.]. Однако для крупейской свиты характерно более существенное участие и разнообразие в составе наблюдаемых спектров элементов арктотретичной флоры, особенно пыльцы *Betula*, *Alnus*, *Corylus*, *Carpinus*, *Ulmus*, *Nyssa*, *Liquidambar* и др.

Таким образом, таксономический состав пыльцы и спор и количественное содержание отдельных компонентов спектров, полученных в результате исследований кварцевых песков в пределах месторождения Городное, проявляют сходство по ряду характерных особенностей как с комплексами страдубской, так и крупейской свит, что позволяет сделать вывод о формировании изученной толщи отложений в позднеолигоценовое время.

Литература

1. Манькин С.С. Пыльца верхнеолигоценовых и неогеновых отложений Белоруссии и ее стратиграфическое значение / Палеонтология и стратиграфия БССР. – Минск: Наука и техника, 1966. Сб. 5. - С. 144-297.

2. Зинова Р.А., Рылова Т.Б. Корреляция олигоценовых отложений страдубской свиты Белоруссии и берекской свиты Украины // Геология и гидрогеология кайнозоя Белоруссии. – Минск: Наука и техника, 1985. - С. 77–85.

3. Рылова, Т.Б. Позднеолигоценовые палинофлоры Беларуси // Літасфера. 1996. № 5. - С. 43-58.

4. Рылова Т.Б. Граница олигоцена – миоцена на территории Беларуси по палинологическим данным // Літасфера. 1997. № 6. - С. 23–33.

5. Мурашко Л.И., Рылова Т.Б., Якубовская Т.В. Поздний олигоцен Беларуси // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1998. Т. 6, № 4. - С. 67–80.

6. Якубовская Т.В., Рылова Т.Б. Позднекайнозойские флоры района проявления неогенового карста в окрестностях Березы // Флора и фауна кайнозоя Беларуси. – Минск, 1992. - С. 76–94.

КАРТА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ МАСШТАБА 1 : 200 000

Л.Н. Рябова, И.А. Залыгина

Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Донные отложения – с одной стороны это продукт литогенеза, с другой – педогенеза (особенно верхний приповерхностный слой). Состав донных отложений рек и ручьев наследует состав почв берегов, т.к. формируется в результате смешивания рыхлых образований, слагающих верхнюю кромку земной поверхности, снесенных метеорными водами в русла водотоков. Поэтому данные о составе аллювия позволяют оперативно оценить экологическое состояние компонентов ландшафта в пределах бассейнов водосбора водотоков. Одним из способов решения этой задачи является установление величин коэффициентов, характеризующих соотношение между содержаниями химических элементов в почве и речном аллювии. Такой подход был реализован американскими геохимиками для оценки состава почв на площади 35 тыс. км² в северной части шт. Висконсин, США.

Для характеристики загрязнения химическими веществами донных отложений в Брестской области и построения карты использовались геохимические данные по образцам (231 проба), отобраным во время полевых работ в 2012-2014 гг. Химические анализы образцов выполнялись в Центральной лаборатории ГП «НПЦ по геологии», имеющей аккредитацию на проведение таких работ. Были выполнены анализы по определению обменной кислотности, содержания сульфатов, соединений азота, хлоридов, нефтепродуктов, фенолов и СПАВ.

Анализ микроэлементного состава донных отложений выполняли с использованием эмиссионного спектрального метода. Определяли концентрации более 30 элементов (никеля, кобальта, марганца, титана, хрома, свинца, циркония, меди, цинка, бериллия, ниобия, скандия, молибдена, галлия, иттрия, иттербия, таллия, гафния, висмута, сурьмы, селена, олова, бора, лития и др.). Для ряда элементов (вольфрама, индия, германия, сурьмы, урана, тория, мышьяка, кадмия, ртути) концентрации оказались ниже чувствительности метода исследования.

Вся аналитическая информация помещалась в базу данных, которая использовалась для хранения, обработки и анализа полученного материала.

В связи с тем, что предельно допустимые концентрации химических веществ в донных отложениях не разработаны, в своих построениях мы опираемся на перечень ПДК и ОДК химических веществ в почве, что широко практикуется в Беларуси, России и других странах мира. Наглядно иллюстрируются ареалы загрязнения донных отложений на карте масштаба 1 : 200 000 (рис.), построенной по новой методике, разработанной в лаборатории гидрогеологии и гидроэкологии Института природопользования НАН Беларуси. На карту выносились следующие сведения:

- точка геохимического опробования, цифра у знака – номер точки по каталогу;
- суммарное загрязнение донных отложений тяжелыми металлами по коэффициенту загрязнения (Z_c), где цифра над знаком – значение показателя Z_c , цвет знака - степень опасности загрязнения;
- столбчатыми диаграммами показаны доли ПДК/ОДК тяжелых металлов, нефтепродуктов, сульфатов и хлоридов;
- отдельными знаками отражено присутствие в донных отложениях фенолов и СПАВ.

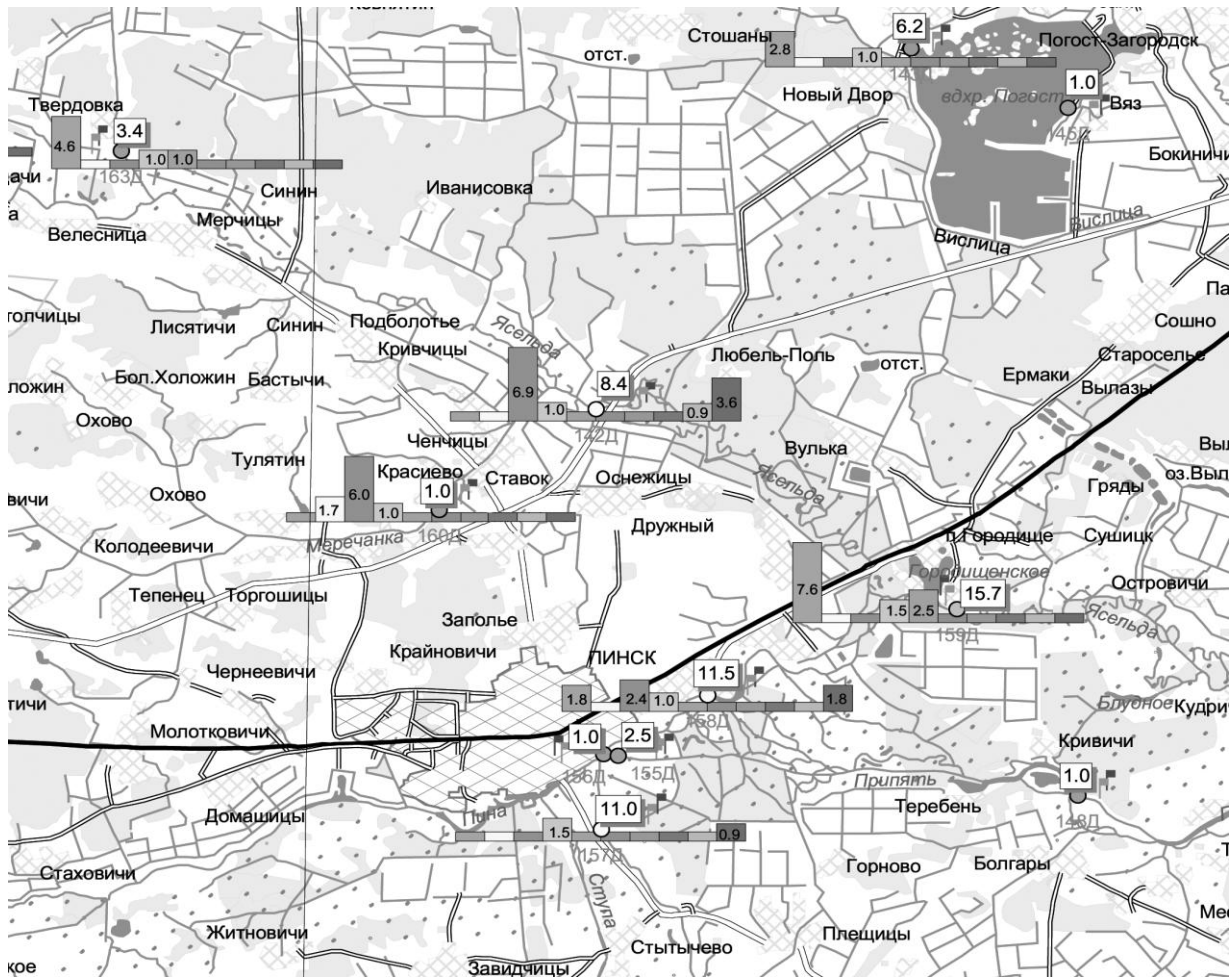


Рис. Фрагмент карты загрязнения донных отложений Брестской области (уменьшено, масштаб оригинала 1 : 200 000)

Врезками к карте показано абсолютное содержание в донных отложениях сульфатов, хлоридов и нефтепродуктов в мг/кг. Шкала для этих соединений разработана с учетом ПДК/ОДК для почв Беларуси.

Для комплексной оценки загрязнения донных отложений тяжелыми металлами использовался суммарный показатель загрязнения Z_c , который определяли по формуле:

$$Z_c = \sum K_c - (n - 1)$$

где: $K_c = K_x/K_f$; здесь K_x – фактическое содержание элемента загрязнителя в донных отложениях, мг/кг; K_f – фоновая концентрация элемента в ландшафте, мг/кг; n – число суммируемых элементов, где частное от деления K_x/K_f превышает единицу.

При расчете суммарного показателя загрязнения для каждого образца донных отложений подбирались фоновые концентрации в соответствии с геохимическими особенностями литологического состава отложений и почвенного покрова территории в точке опробования.

Полученные результаты химических анализов показали, что значения суммарного показателя загрязнения донных отложений Брестской области по восьми нормируемым элементам (Ni, Co, Mn, Cr, Pb, Cu, Zn, V) варьируют в пределах от менее единицы до 24,6. Согласно оценочной шкале опасности загрязнения, по суммарному показателю практически все исследуемые отложения относятся к категории допустимого загрязнения ($Z_c < 16$), только менее 3,0 % попадает в категорию опасного уровня загрязнения ($Z_c > 16$).

Загрязнение донных отложений допустимого уровня на исследуемой территории неоднородно, поэтому нами проведена детализация существующей градации: фактически незагрязненные донные отложения с показателем суммарного коэффициента загрязнения $Z_c < 4$; слабо загрязненные (Z_c 4-8); средний уровень загрязнения (Z_c 8-12); умеренно опасный уровень загрязнения (Z_c 12-16); опасный уровень загрязнения ($Z_c > 16$).

Фактически незагрязненные донные отложения с показателем суммарного загрязнения $Z_c < 4$ зафиксированы в 120 точках, что составляет 51,9 % от всех проб. Концентрации приоритетных загрязнителей не превышают фоновых концентраций или незначительно повышены в рамках естественных вариаций фоновых значений.

Слабо загрязненные донные отложения с показателями Z_c 4-8 установлены в значительном количестве отложений водоемов на территории области. Определено 68 точек с такими показателями, что составляет 29,4 % от всех исследованных донных отложений.

Донные отложения со средним уровнем загрязнения с показателями Z_c 8-12 установлены в 27 точках, что составляет 11,7 % от общего количества проб.

Донные отложения с умеренно опасным уровнем загрязнения с показателями Z_c 12-16 установлены в 9 точках, что составляет 3,9 % от их общего количества. В числе участков с таким уровнем загрязнения отложений: р. Копаявка в Брестском районе у д. Лепневка, пруд в городском парке г. Кобрин, канал Бона в г. Кобрине, канал Бона у д. Бельск, мелиоративный канал в Жабинковском районе, р. Ясельда в Пинском районе, р. Горынь в Столинском районе, р. Цна в Ганцевичском районе. Наиболее приоритетными загрязнителями, относительно фоновых концентраций, во многих случаях выступает ассоциация Co и Ni.

Донные отложения с опасным уровнем загрязнения с показателями $Z_c > 16$ выявлены в 7 точках, что составляет 3,0 % от общего количества проб. Среди участков с таким уровнем загрязнения отложений: канал Прилукский в Малоритском районе, р. Муха в Пружанском районе, р. Мухавец у д. Яцы, р. Лесная в Каменецком районе у д. Малые Мурины, пруд в поселке Первомайском Березовского района, р. Горынь в Столинском районе (д. Бухличи), р. Нача в Ганцевичском районе.

Наибольшие коэффициенты накопления относительно фона в донных отложениях установлены для Co – до 20,0; Mn, Cu и Cr – 10,0; V -7,1; Ni и Zn - 3,5; Pb до 3,0.

Содержание нефтепродуктов зафиксировано в 70,3 % всех опробованных донных отложений. Концентрация их варьирует от 0,19 до 1268,78 мг/кг в Пружанском районе р. Муха.

Присутствие СПАВ в донных отложениях определено в 56,5 % от общего количества. Наиболее часто встречается концентрация менее 0,025 мг/л. Более высокие концентрации этих соединений установлены в Брестском районе, р. Копаявка - 0,027 мг/л, Березовском районе, р. Чернявка – 0,038, р. Ясельда у д. Селец – 0,126 и у д. Стригинь – 0,028, 2-ой теплый канал на территории Березовкой ГРЭС – 0,032, в Дрогичинском районе р. Ясельда у д. Старомлыны – 0,028, в Ивацевичском районе, канал Рудянка – 0,044, канал Огинского – 0,025, р. Самаровка – 0,0125, оз. Завишанское – 0,046, оз. Заозерское – 0,0125 мг/л. Самая высокая концентрация СПАВ определена в донных отложениях р. Стырь в Пинском районе – 0,346 мг/л.

Содержание фенолов в донных отложениях зафиксировано в 10,9 % проб, их содержание не превышает 0,003 мг/кг.

Большое влияние на формирование геохимии донных отложений оказывает урбанизация и промышленность, за счет поверхностного стока с территории городов (табл.).

Отобранные образцы выше и ниже по течению городов позволяют выявить тенденцию в накоплении ассоциаций элементов в донных отложениях.

Табл. Влияние городской среды на загрязнение донных отложений

Место отбора донных отложений	Ингредиенты		
	Рассеивающиеся	Стабильные	Концентрирующиеся
р. Мухавец, г. Брест	NO ₂ ⁻ 0,6, PO ₄ ³⁻ 0,8, Ti0,5, Cr0,7, Nb0,4, Cu0,7	Ni, Co, Yb, Y, Ga, Sr, СПАВ	NH ₄ ⁺ 2,4, NO ₃ ⁻ 1,1, SO ₄ ²⁻ 26,3, Cl ⁻ 2,0, V2,0, Mn2,0, Pb1,4, Zr3,0, Zn1,4, нефтепродукты52,0, фенолы1,5
р. Пина, г. Пинск	NO ₂ ⁻ 0,5, Cl ⁻ 0,7, PO ₄ ³⁻ 0,1	Nb, Yb, СПАВ	NH ₄ ⁺ 3,0, NO ₃ ⁻ 4,3, SO ₄ ²⁻ 142,0, Ni6,7, Co5,0, V1,7, Mn2,3, Ti4,3, Cr5,0, Pb4,0, Zr7,5, Cu2,9, Zn3,3, Y2,0, Ga3,0, нефтепродукты 12,6, фенолы 4,0
р. Ведьма, г. Ляховичи	NO ₂ ⁻ 0,2, PO ₄ ³⁻ 0,9, Co0,3 V0,7, Zr0,5, Yb0,5, Y0,7,	Ti, Cr, Nb, Cu, Ga, СПАВ	NH ₄ ⁺ 1,8, SO ₄ ²⁻ 11,9, Cl ⁻ 2,3, Ni1,3, Mn2,1, Pb3,3, Zn3,3, Sr2,0, нефтепродукты 1,3

Примечание: рядом с химическим ингредиентом цифрой показано значение от деления концентрации в донных отложениях ниже города на концентрацию в отложениях выше города.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в донных отложениях рек во всех рассмотренных случаях, отмечается отчетливая тенденция превышения содержаний в отложениях, отобранных ниже городов, свинца в 1,4-4,0 раза, цинка – 1,4-3,3, аммонийного азота - 1,8-3,0, сульфатов до 142, нефтепродуктов - 1,3-52,0, фенолов до 4 раз.

В целом, полученные материалы и построенная «Карта загрязнения донных отложений в Брестской области масштаба 1 : 200 000» показали, что геохимическое состояние донных отложений в водоемах Брестской области находится в удовлетворительном состоянии, степень загрязненности тяжелыми металлами в большинстве случаев оценивается как допустимая. Содержание нефтепродуктов в донных отложениях превышают санитарные нормы в 13,9 % санитарные нормы от всех исследованных проб, что является следствием как их высоких содержаний в компонентах ландшафта, так и процессов диагенеза в слоях на контакте вода-осадок. Концентрации подвижных соединений азота не превышают допустимые значения. В то же время следует подчеркнуть, что высокие концентрации сульфатов в донных отложениях, особенно в мелиоративных каналах, способствуют развитию неблагоприятной обстановки для жизнедеятельности растительности и живых организмов водоемов. При этом отметим, что донные отложения, являясь продуктом, как аллювиального литогенеза, так и сноса химических элементов в растворенном и взвешенном состоянии с прилегающих территорий, в основном обогащены в той же степени и ассоциацией тех же элементов, что и почвенный покров.

УДК 622.06

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ГИС ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДОБЫЧИ СОЛЕЙ

В.П. Самодуров¹, С.Г. Шутин², Сиамак Мансури-Фар¹

¹Белорусский государственный университет, ²ОАО Белгорхимпром, Минск, Беларусь

Введение. Одна из функций ГИС основана на преобразовании цифровых изображений, получаемых методами дистанционного зондирования, в GRID-файлы с дальнейшим

представлением результатов измеряемого параметра в виде карт изолиний. Этот методический прием может быть с успехом использован для изучения динамики движения рассолов в камерах подземного растворения солей. Геотехнологии подземного растворения используются как для добычи сильвинитов, карналлитов и бишофитов, так и для формирования каверн для хранения газа и нефти. Эти технологии постоянно совершенствуются, что требует лабораторного моделирования процессов растворения в различных условиях. Цель данной работы – изучение процессов подземного растворения солей в случае кустового наклонно-направленного бурения. Метод исследования – лабораторное моделирование и анализ динамики движения рассолов разной плотности, определяемые способом построения изолиний минерализации рассолов.

Методы. Данный метод является разновидностью колориметрии и основан на анализе цифровых фотографий окрашенных рассолов и их потоков в камерах растворения солей. В лабораторных условиях ствол наклонно-направленной скважины под углом 5° к горизонтали моделировался стеклянной трубой диаметром 30 мм, заполненной насыщенным рассолом NaCl с минерализацией 330 г/дм^3 . Подкрашенная пресная вода, которая моделировала растворитель, подавалась по внутренней стеклянной трубе диаметром 10 мм (рис. 1, вверху). Поток растворителя составлял $10 \text{ см}^3/\text{мин}$.

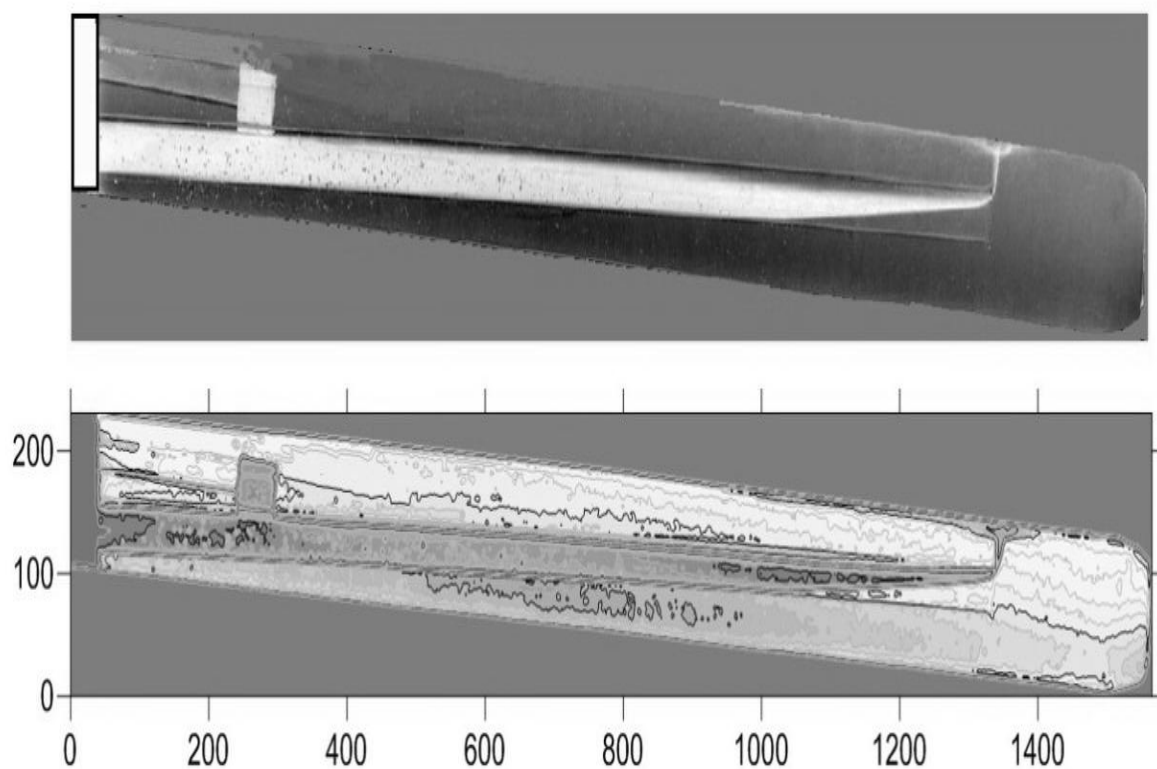


Рис. 1. Негативная цифровая фотография (вверху) модельного лабораторного эксперимента и изолинии минерализации рассолов в наклонной камере (внизу)

Процесс обработки цифровых фотографий заключался в нескольких последовательных операциях. На первом этапе применялось сглаживание для снижения влияния случайных точечных дефектов изображения. Затем применялось инвертирование исходного изображения в негативное, как показано на рис. 1, вверху. Такое изображение можно импортировать в программы построения контурных карт или 3d-моделей. Полученные контурные карты распределения минерализации рассолов в камерах растворения определяют

динамику их движения, в зависимости от формы камер выщелачивания солей. Обычно для добычи солей методом подземного растворения используют вертикальную схему со ступенчатой схемой растворения, а для создания каверн для хранения газа – вертикальную схему с заглубленной водоподачей [1]. В настоящее время исследуются другие геотехнологические схемы добычи солей, в том числе использование колтюбинговых технологий, применения кустового наклонно-горизонтального бурения и других способов добычи. Здесь рассматриваются процессы растворения солей при использовании наклонного кустового бурения.

Результаты. В случае подачи растворителя по внутренней трубе в наклонной скважине, пресная вода всплывает к потолочине непосредственно над местом ее выхода из водоподающей трубы (рис. 2). Это связано с разницей плотностей пресной воды и рассола. Плотность исходного насыщенного рассола NaCl при его минерализации 330 г/см^3 составляла $1,222 \text{ г/дм}^3$, что существенно выше плотности растворителя. В процессе конвекционного движения вверх, пресная вода перемешивается с рассолом и постепенно минерализуется до $80\text{-}100 \text{ г/см}^3$, а плотность такого рассола составляет $1,09 \text{ г/см}^3$.

При наклоне ствола скважины (в данном эксперименте он составлял 5° к горизонтали) этот рассол умеренной плотности поднимается вверх по стволу скважины вдоль потолочкины и накапливается в самой верхней части, в зоне извлечения добычного рассола. В процессе движения ненасыщенных рассолов, они частично растворяют кровлю ствола скважины, увеличивая ее пропускную способность для движения рассолов.

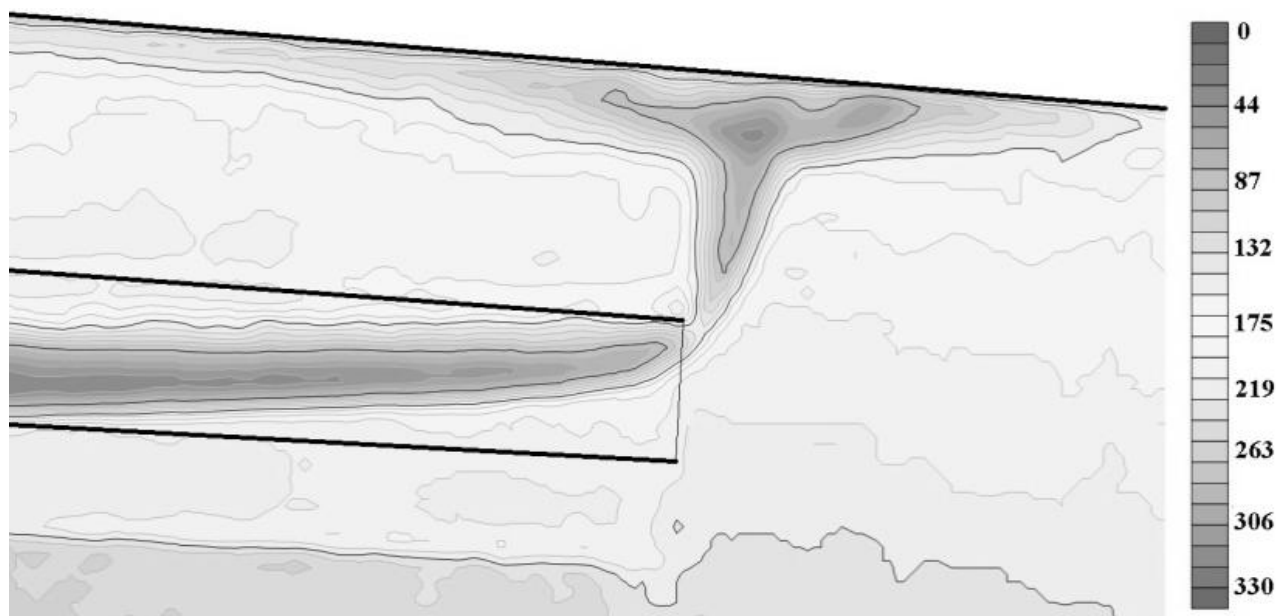


Рис. 2. Изолинии минерализации рассолов в вертикальном сечении при поступлении пресной воды в наклонную трубу. Справа – шкала минерализации рассолов (г/см^3)

В процессе растворения солей и смешения растворителя с рассолом получают рассолы средней минерализации, при этом скорости растворения солей в них падают. Скорость растворения существенно зависит от угла наклона поверхности растворения. Быстрее всего растворяется потолочина камеры растворения, а медленнее всего растворение происходит на дне камеры. В таблице представлены результаты зависимости массовой скорости растворения каменной соли от минерализации рассола для вертикальной поверхности растворения.

Процессы растворения соли в насыщенных рассолах с минерализацией более 330 г/см³ затухают. В рассолах промежуточной минерализации 200–150 г/см³ массовая скорость растворения W составляет 0,01-0,02 г/(см²·мин). В ходе выполнения лабораторных экспериментальных работ установлено, что сильвин в составе сильвинита растворяется быстрее галита, но скорость растворения сильвинита в среднем близка к скорости растворения каменной соли, так как сильвин распределен в породе в виде вкрапленников, а общая скорость растворения сильвинита определяется матрицей галита.

Табл. Зависимость массовой скорости растворения каменной соли W (г/(см²·мин)) от минерализации растворителя C (г/л)

C , г/л	0	12,7	48,5	107	158	219	287	330
W , г/(см ² ·мин)	0,037	0,036	0,035	0,028	0,018	0,010	0,003	0,0005

На рис. 3 представлена расчетная модель камеры растворения в случае кустового бурения четырех рассолодобычных скважин с наклоном 5° к горизонтали. Расчет проведен в предположении однородного солевого массива, в котором слои нерастворимых пород отсутствуют.

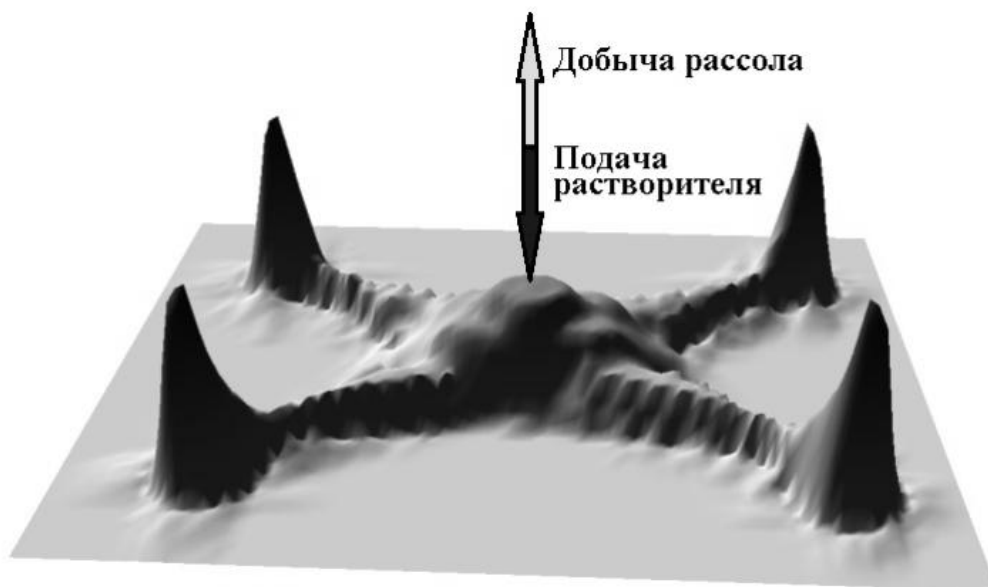


Рис. 3. Модель поверхности растворения соли при кустовом наклонном бурении

При такой схеме добычи рассолов, основные каверны растворения образуются на окончаниях водоподающих труб, и постепенно увеличиваются вверх. Рассолоотводящие каналы формируются на первом (предварительном) этапе формирования каверн при умеренных минерализациях рассолов. В дальнейшем, скорости растворения отводящих каналов замедляются. Продвижение каверн вверх будет проходить до контакта выработываемого солевого объема с нерастворимыми породами – ангидритами, доломитами, глинами и др. Далее увеличение объема каверн будет проходить на границе этого контакта.

Заключение. Технологическая схема добычи солей с помощью кустового бурения имеет ряд специфических особенностей. При этой схеме применение нерастворителя является проблематичным, в то время как в стандартных схемах добычи солей применение нерастворителя является основным способом формирования каверн и управления процессом

добычи. Кустовое бурение может быть использовано для интенсификации процесса добычи, сокращения сроков подготовки скважин к эксплуатации в случае благоприятного геологического строения месторождения. Особенно благоприятным является непосредственное залегание продуктивного горизонта под мощным пластом нерастворимых пород, которые могут служить нерастворимой кровлей каверны.

Литература

1. Самодуров В.П., Шутин С.Г., Мансури-Фар С. Моделирование динамики движения рассолов в камерах подземного растворения солей // Актуальные вопросы инженер. геологии и рационал. недропользования: Матер. IX Унив. геол. чтений. - Минск, 3-4 апр. 2015 г. – Минск: Цифровая печать, 2015. - С. 133-136.

УДК 551.79(476)

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

А.Ф. Санько

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Геологическое картирование в большинстве европейских стран проводится регулярно, приблизительно через 20-25 лет. В течение этого времени устаревают данные о запасах недр, изменяются стратиграфические схемы, появляются новые технические возможности в проведении геологических работ. Геологическое картирование территории Беларуси масштаба 1 : 200 000 завершилось, в основном, в 70-80 гг. прошлого столетия, то есть наступило время для его возобновления. Стратегия развития геологической отрасли и интенсификации освоения минерально-сырьевой базы Беларуси до 2025 г. была одобрена правительством республики еще в 2013 г.

Специфика геологического строения нашей страны заключается в том, что ее территория сложена мощным осадочным (фанеразойским) чехлом. Значительная часть чехла представлена молодыми четвертичными отложениями, сформировавшимися, главным образом, в результате деятельности материковых ледников. Четвертичные отложения, залегающие с поверхности, являются геологической средой для инженерной деятельности человека и в значительной мере определяют эту деятельность. С ними связан основной объем полезных ископаемых страны, используемых преимущественно в строительстве. Неудивительно поэтому, что четвертичные отложения были и есть здесь основным объектом геологического картирования.

Следует признать, что все составленные и изданные в 1960-1980 гг. геологические карты четвертичных отложений Беларуси масштаба 1 : 200 000 и объяснительные записки к ним устарели и не соответствуют современным требованиям. Поэтому для предстоящего регионального изучения четвертичных отложений страны необходимо выработать единый научно обоснованный подход в их картировании. В основе такого подхода должны лежать: глубоко проработанная стратиграфическая схема, общепринятая легенда к геоморфологическим картам и картам четвертичных отложений, усовершенствованная генетическая классификация, а также комплекс эффективных методов исследований четвертичных отложений.

Стратиграфическая схема четвертичных отложений. Для геологического картирования следует использовать стратиграфическую схему четвертичных отложений Беларуси 2010 г., рассмотренную и утвержденную приказом Департамента по геологии

Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь № 49 от 22 сентября 2010 г. [1]. Геологическому картированию в масштабе 1 : 200 000 подлежат следующие региональные стратиграфические горизонты четвертичной толщи: гомельский (нижний плейстоцен), брестский, наревский, беловежский, березинский, александрийский, припятский (средний плейстоцен), муравинский, поозерский (верхний плейстоцен) и судобльский (голоцен). При съемке отложений в масштабе 1 : 50 000 следует картировать подгоризонты, выделенные в составе гомельского, брестского, наревского, беловежского, припятского и поозерского горизонтов. В настоящее время стратиграфическая схема 2010 г. может быть дополнена еще одним подразделением.

Дело в том, что в связи с перемещением гелазского яруса из плиоценового отдела в плейстоцен, объявленного исполнительным комитетом Международного Союза Геологических Наук существенным образом изменяется объем четвертичного периода – с 1,8 до 2,588 млн лет. Поэтому предлагается признать нижнюю границу четвертичной системы и соответственно границу неогена и квартера на уровне 2,588 млн лет и включить объем гелазия Международной стратиграфической шкалы в нижний плейстоцен Общей стратиграфической шкалы Беларуси. В таком случае в состав нижнего плейстоцена добавляется еще одно региональное подразделение, скорее всего, дворецкий надгоризонт, отложения которого подлежат геологическому картированию.

Легенда к картам четвертичных отложений. Легенда является необходимым дополнением к стратиграфической схеме четвертичных отложений. Основным новшеством легенды 2010 г. следует признать переход от обозначения четвертичных отложений римскими цифрами при геологической съемке в 1960-1980 гг. (например, III – верхний плейстоцен) на буквенное обозначение отложений (например, Q₃ – верхний плейстоцен). Этот переход выглядит весьма логичным в связи с тем, что отложения всех геологических систем фанеразоя издавна маркируются буквенными индексами. Претерпели изменения обозначения генетических типов отложений. В новой легенде к геологическим картам четвертичных отложений предлагается использовать следующие индексы: th – техногенные образования, h – хемогений, e – элювий, d – делювий, p – пролювий, v – эолий, pl – палюстрий (торф, органогенные отложения), l – лимний, a – аллювий, L – лессоид (лессы и лессовидные отложения), lg – лимногляциал, f – флювиогляциал, g – морена [2]. Цветовые оттенки возрастных подразделений четвертичных отложений страны должны соответствовать международным стандартам.

Генетическая классификация четвертичных отложений. При производстве геологического картирования на территории Беларуси в основу генетической классификации четвертичных отложений предлагается положить следующие таксономические единицы в составе двух (покровно-ледниковой и внеледниково-межледниковой) формаций: парагенетический ряд, генетический тип, группа фаций, фация. Такое подразделение четвертичных отложений позволяет вести геологическую съемку с различной детальностью, в различном масштабе. На картах мелкого масштаба следует отражать отложения следующих парагенетических рядов – ледникового, водно-ледникового, элювиального, гравитационного, водного, эолового, биогенного и техногенного. На среднемасштабных картах, в том числе масштаба 1 : 200 000, картированию подлежат генетические типы: основная морена, конечная морена, абляция морена, флювиогляциал, лимногляциал, элювий, коллювий, оползни, солифлюкционные отложения, аллювий, озерные отложения, хемогенные образования, пролювий, делювий, дюнные пески, лессы и лессовидные суглинки. Геологические карты крупного масштаба, главным образом, масштаба 1 : 50 000, должны будут содержать сведения об отложениях, выделяемых в составе группы фаций, а на картах масштаба 1 : 10 000 и специальных картах (планах) следует картировать отдельные фации, перечень которых приведен в работе [3].

Методы исследований четвертичных отложений, применяемые при картировании четвертичных отложений. Качество и достоверность выводов при геологическом картировании во многом зависит от используемых методов и рационального отбора проб и образцов для различных лабораторно-аналитических исследований. В технических кодексах установившейся практики [4, 5] предлагается солидный набор современных методов для геологического картирования отложений. Применение этих методов, безусловно, принесет большую пользу. Однако следует обратить внимание на то, что в четвертичной толще отбор проб на различные виды анализов во многом специфичен, требует практических навыков и определенной квалификации. Приведем пример применения спорово-пыльцевого метода – одного из основных палеонтологических методов, используемых при картировании четвертичных отложений. При производстве геолого-съемочных работ в 1960-1980 гг. отбор проб из керна скважин на спорово-пыльцевой анализ часто осуществлялся геологами по инструкции (из органогенных отложений, по разреженной сетке, через равные интервалы). Такой отбор приводил к тому, что опробованию подвергались не межледниковые образования, по которым заведомо не мог быть установлен возраст отложений. В геологических отчетах приводится немало спорово-пыльцевых диаграмм, определить возраст отложений по которым не представляется возможным. Если же опробованию подвергались межледниковые отложения по разреженной сетке, то они оказывались охарактеризованными одним-двумя образцами, что недостаточно для возрастной диагностики. Следовательно, затрачивались большие усилия, эффективность которых была минимальной.

Практика многолетнего сотрудничества научных и производственных геологических организаций в изучении четвертичных отложений страны показала, что успех детальных геолого-съемочных и геолого-поисковых работ, особенно крупномасштабной геологической съемки, во многом определяется надежностью и оперативностью стратиграфических разработок и рекомендаций, получаемых в результате изучения материалов полевых сборов комплексом биостратиграфических методов. При этом предпочтение должно отдаваться тем методам, которые по своим объективным показателям (простота технической обработки отложений с нужными остатками растений или животных, достаточно широкое распространение по разрезу и по территории таких отложений, точность определения и конкретность возрастных заключений и др.) наилучшим образом отвечают требованиям геологической практики. Этим условиям удовлетворяют палеонтологические экспресс-методы: палеокарпологический, малакофаунистический, микротериологический. В их основе лежит изучение ископаемых мелких растительных и животных остатков (плоды, семена, шишки, раковины, кости мелких млекопитающих, земноводных), захоронившихся в отложениях озер, стариц, болот и других больших и малых водоемов. Поэтому при оценке пригодности тех или иных отложений для экспресс-анализа в первую очередь следует обращать внимание на отложения субаквального генезиса белых и тусклых закисных тонов (серые до почти черных, голубовато- и синюшно-серые, коричневые разной интенсивности) с видимыми даже невооруженным глазом остатками (обломки древесины, крупные семена, раковины моллюски, косточки животных и т. д.).

Полезные ископаемые четвертичной толщи. Основными полезными ископаемыми, приуроченными к четвертичным отложениям, являются песчано-гравийный материал, пески, глина, торф, подземные воды. Основное промышленное значение имеют месторождения песчано-гравийного и песчаного материала, связанные с различными фациями флювиогляциальных отложений. Месторождения полезных ископаемых в четвертичных отложениях всегда приурочены к определенным генетическим типам и фациям. Это позволяет выделить на картах четвертичных отложений, построенных по генетически-возрастному принципу, перспективные площади на добычу тех или иных полезных ископаемых. Задача предстоящего разномасштабного геологического картирования четвертичных отложений как раз и состоит в том, чтобы показать на картах наиболее

перспективные площади на добычу полезных ископаемых, связанных с группами фаций (карты масштаба 1 : 50 000) и генетическими типами (это карты масштаба 1 : 200 000).

Литература

1. Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси: Объяснительная записка / Ред. С.А. Кручек и др. - Минск: ГП «БелНИГРИ», 2010. - 281 с.

2. СТБ 17.ХХ-ХХ-20ХХ/РП. Охрана окружающей среды и природопользование. Недра. Условные обозначения к картам геологического содержания. – Минск. - 19 с.

3. Санько А.Ф., Ярцев В.И., Дубман А.В. Генетические типы и фации четвертичных отложений Беларуси. - Минск: Право и экономика, 2012. - 311 с.

4. ТКП 17.04-27-2011 (02120). Охрана окружающей среды и природопользование. Недра. Правила составления и подготовки к изданию листов государственной геологической карты Беларуси масштаба 1 : 200 000.

5. ТКП 17.04-41-20121 (02120). Охрана окружающей среды и природопользование. Недра. Правила проведения регионального геологического изучения недр – комплексной крупномасштабной геолого-гидрогеологической, геоэкологической, инженерно-геологической съемки по созданию государственной геологической карты Республики Беларусь в масштабе 1 : 50 000.

УДК 551.78.074.6

ЛЕССЫ И ЛЕССОВИДНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ СРЕДНЕЙ СИБИРИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ РАЗРЕЗА УСТЬ-ИЖУЛЬ

А.Ф. Санько¹, С.А. Лаухин²

¹Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь; ²Российский государственный геологоразведочный университет, Москва, Россия

Основными событиями четвертичной истории Средней Сибири были плейстоценовые оледенения. На севере они были покровные, на юге – горные. Внеледниковая зона включала межгорные Минусинские впадины и субширотную полосу Средне-Сибирского плоскогорья шириной до 1500 км. Развитие природы внеледниковой зоны было связано с накоплением субаэральных отложений, залегающих с поверхности в виде лессового покрова. В Минусинских межгорных впадинах лессы сохранились наиболее полно. Их максимальная мощность здесь достигает 100 м. По направлению к горам Восточного Саяна мощность лессов уменьшается до полного исчезновения.

На пространстве Минусинской впадины распространены, в основном, лессовые горизонты верхнего плейстоцена. На отдельных участках древней долины Енисея известны нижнеплейстоценовые лессы [1], а в межгорных впадинах лессы начали накапливаться с эоплейстоцена [2]. Опорным районом для выяснения строения лессовой толщи Средней Сибири и реконструкции природной среды эпохи накопления лессов является Северо-Минусинская впадина (Куртакский археологический район). В этом районе располагаются достаточно мощные толщи лессов, возраст которых установлен по данным комплексных исследований, включая археологические, палеонтологические методы и методы абсолютного датирования. Исследование лессов стало возможным здесь после создания Красноярского водохранилища, воды которого вызывают интенсивное абразионное разрушение берегов. Поскольку лессы обладают свойством сохранять вертикальную отдельность, геологические обнажения получились уникальными. На примере одного из таких разрезов рассмотрим особенности строения лессовой толщи Северо-Минусинской впадины. Речь идет о разрезе Усть-Ижюль. Он находится на левом берегу Красноярского водохранилища, на стрелке при впадении р. Ижюль в Енисей в восточной части Куртакского археологического района. Уступ

обнажения имеет высоту 12-13 м над пляжем водохранилища. Ниже разрез был вскрыт шурфом на пляже и раскопом стоянки Усть-Ижюль 1 у уреза воды водохранилища. В разрезе выделено 26 слоев, описание которых опубликовано [3]. Поэтому здесь дадим лишь обобщенное описание. Все слои можно объединить в 6 пачек.

1-я пачка сложена суглинками неслоистыми, лессовидными. В кровле залегает современная почва, а в подошве – куртаковский педокомплекс. 2-я пачка представлена переслаиванием легких супесей и алевроитов палево-серых, лессовидных с остатками иллювиальных горизонтов по меньшей мере трех ископаемых почв. 3-я пачка сложена переслаиванием слоистых алевроитов и неслоистых супесей и суглинков. Эта пачка включает также не менее трех ископаемых почв. 4-я пачка – суглинки с горизонтами инкрустаций карбонатов по корешкам ископаемых растений, с эрозионными поверхностями. В подошве наблюдаются остатки иллювиального горизонта ископаемой почвы. 5-я пачка отложений вскрыта шурфом и сложена супесями слоистыми с фрагментами иллювиального горизонта ископаемой почвы внизу и с прерывистыми горизонтами лилово-красных глин (делювий по палеозойским красноцветам). 6-я пачка изучена в раскопе. Вверху это глина вишневая с раковинами моллюсков, внизу в котлообразных углублениях содержится скопление костей млекопитающих, преимущественно мамонтов, а также археологические артефакты. На площади скопления остатков фауны глина имеет темно-серый, почти черный, цвет с сизоватым оттенком. Ниже залегает ископаемая почва с раковинами моллюсков. Встречаются многочисленные древесные угольки и их скопления, видимо, остатки кострищ. В забое раскопа вскрыты аллювиальные галечники Пра-Енисея, которые являются основанием для описанной выше шести пачек почвенно-лессовой толщи.

Палеолитическая стоянка Усть-Ижюль интересна своими палеонтологическими остатками, особенно скоплением костей крупных млекопитающих, а также находками древних артефактов. Каменная индустрия стоянки Усть-Ижюль - это 53 артефакта, залегающие *in situ*. В основном, это отщепы и сколы. Орудийный набор представлен одним чопперовидным изделием на массивной гальке подтреугольной формы из светло-коричневого кварца со следами забитости на обушке. Поверхность изделия незначительно коррадирована, выпуклое лезвие образовано несколькими снятиями и подработано мелкофасеточной ретушью [3]. Часть предметов расщепления имеет следы центростремительной обработки дорсальных поверхностей, в единичных случаях фиксируется фронтальная подготовка площадки. Это может свидетельствовать о зарождении леваллуазской техники, и соответственно датировать стоянку ашель-мустьерским временем.

Геологический возраст стоянки Усть-Ижюль определяется по фауне крупных млекопитающих, представленной почти исключительно мамонтами. Тысячи костей мамонтов, преимущественно плохой сохранности, принадлежали по меньшей мере 16-и особям. Кроме мамонтов отмечены единичные остатки носорога, благородного оленя, лошади, бизона, барсука, сурка, цокора. Некоторые кости находились в анатомическом порядке, что подтверждает залегание фауны *in situ*. В частности, в анатомическом порядке залегало несколько костей конечности лошади. Согласно промерам Н.Д. Оводова [4], заплюсна и плюсовая кости имеют признаки, свойственные лошадям из группы *mosbachensis-germanicus*. находка этой лошади позволяет датировать скопление фауны средним плейстоценом. Зубов мамонтов собрано более 45 экз., но МЗ, представительных для определения систематической принадлежности и геологического возраста, было всего 8. Согласно [5], мамонты из скопления фауны в Усть-Ижюле 1 занимают промежуточное положение между хазарским и ранним, отличаясь от первого большей частотой пластин, а от второго – сравнительно толстой эмалью. Толстоэмалевая специализация зубного аппарата свидетельствует о межледниковых условиях существования мамонтов. Весьма определенная позиция мамонтов из Усть-Ижюля в структуре эволюции мамонтовой линии позволяет

датировать их ширтинским (последним среднеплейстоценовым) межледниковым временем [5].

Фауна моллюсков, соответствующая времени накопления 6-й пачки отложений, состоит исключительно из наземных видов. В экологическом отношении в ее состав входили: один представитель лесных ландшафтов – *Bradybaena shrencki* (Middendorf), один степной вид – *Pupilla sterri* (Voith), четыре таксоны из открытых ландшафтов, связанных со средами различной влажности – *Pupilla densegyrata* Ložek, *Vallonia costata* (Müller), *V. tenuilabris* (Braun), *V. tenuilabris ladacensis* Nevill, пять мезофилов – *Cochlicopa lubrica* (Müller), *Vertigo alpestris* (Alder), *Nesovitrea hammonis* (Ström), *Limacidae* gen., *Euconulus fulvus* (Müller), один гидрофил – *Succinea oblonga* (Draparnaud). Исходя из таксономического разнообразия, в малакофауне преобладают мезофильные моллюски (41,7 %). Однако количество их экземпляров в фауне было незначительным – всего 3,1 %. Господствующее положение по количеству экземпляров занимали виды открытых пространств – 85,5 %. Залесенность территории, судя по таксономическому составу моллюсков, составляла около 58 %, а исходя из количества экземпляров – только 14,5 %. Такаю степень залесенности можно сравнить с ландшафтами современной лесостепной зоны умеренного пояса. Близкий состав фауны моллюсков сохранился и на последующем этапе, связанном по времени с образованием основного местонахождения костей крупных млекопитающих. Изменения в фауне моллюсков были обусловлены усиливающимся похолоданием, связанным, по-видимому, с переходом от специфического интергляциала сибирского типа к раннеледниковью очередного гляциала. Из состава фауны моллюсков в это время исчезают лесные виды, но появляются в небольшом количестве представители перигляциальной малакофауны – *Pupilla loessica* Ložek, *Succinea oblonga elongata* Sandberger. Несмотря на похолодание, мезофильная и гидрофильная фауна полностью сохранила свой состав. От рассмотренной резко отличается фауна моллюсков, соответствующая горизонтам лессов и лессовидных отложений. Так, в позднесартанской малакофауне, отсутствуют не только лесные, но даже мезофильные и гидрофильные моллюски. Развитие в то время имели виды, жизнедеятельность которых была связана только с почвой. Количество экземпляров степного моллюска *Pupilla sterri* (Voith) доходила до 40 %. Остальные виды – *Vallonia tenuilabris* (Braun) с разновидностью *V. tenuilabris ladacensis* Nevill, а также *Pupilla loessica* Ložek и *Pupilla densegyrata* Ložek – представляли открытые пространства, занятые травянистым покровом. Малакофауна развивалась в условиях дефицита влажности. При этом она была способна переносить очень низкие зимние температуры.

По геохронологии перекрывающей толщи данных меньше. Можно предположить, что слои 1-й пачки слагают куртацкий педокомплекс. На этом уровне (разрез Усть-Ижуйль 2), в верхней части куртацкого педокомплекса по древесному углю получена ^{14}C дата 30010 ± 1470 лет СОАН-3312 [4]. Кроме того, имеются радиоуглеродные даты от 29 до 31 тыс. лет для этого педокомплекса из серии разрезов в 5-6 км выше по течению от Усть-Ижуля на том же левом берегу водохранилища [6]. Основная часть покровной толщи, перекрытая куртацким педокомплексом и подстилающаяся ископаемой почвой ширтинского времени, охватывает весь поздний плейстоцен и конец среднего плейстоцена, о чем свидетельствуют палеомагнитные исследования [7].

Таким образом, покровная толща на высоких террасах Енисея в разрезе Усть-Ижуйль формировалась в интервале времени от ширтинского межледниковья среднего плейстоцена вплоть до голоцена. Межпочвенные лессовидные отложения различного возраста близки по облику и свойствам. От типичных лёссов их отличает слоистый характер, облегающее залегание, параллельное древним склонам, увеличение мощностей вниз по склонам, текстуры, указывающие на делювиальное происхождение пород. На отдельных участках распространен лессовидный слоистый делювий, образованный при многократно возобновлявшихся процессах выветривания и плоскостного смыва.

Литература

1. *Архипов С.А., Зыкина В.С., Круковер А.А. и др.* Стратиграфия и палеомагнетизм ледниковых и лёссово-почвенных отложений Западно-Сибирской равнины // Геология и геофизика. 1997. Т. 38, № 6. - С. 1027-1048.
2. *Чеха В.П.* Природная среда палеолита (Средняя Сибирь). Автореф. дисс. д-ра географ. наук. - Новосибирск: ИАиЭ СО РАН, 1996. - 35 с.
3. *Лаухин С.А., Акимова Е.В., Оводов Н.Д. и др.* Геологическая обстановка среднеплейстоценовой палеолитической стоянки Усть-Ижуй 1 (юг Средней Сибири) // Вестник археологии, антропологии и этнографии. – Тюмень. 1999. Вып. 2. - С.105-114.
4. *Акимова Е.В., Дроздов Н.И., Лаухин С.А. и др.* Археологические исследования в Ижуйском заливе (Красноярское водохранилище) // Древности Приенисейской Сибири. – Красноярск, 1996. Вып. 1. - С. 47-61.
5. *Дроздов Н.И., Лаухин С.А., Чеха В.П. и др.* Куртаковский археологический район. – Красноярск, 1990. Вып. 1. - 88 с.
6. *Форонова И.В.* О морфологии, систематическом положении и возрасте мамонта из местонахождения Усть-Ижуй 1 // Палеогеография каменного века. Корреляция природных событий и археологических культур палеолита Северной Азии и сопредельных территорий. – Красноярск, 2000. - С. 134-137.
7. *Лаухин С.А., Гнибеденко З.Н.* Палеомагнитные исследования плейстоценовых отложений разреза Усть-Ижуй (дополнительные данные о возрасте стоянки Усть-Ижуй 1) // Экология древних и современных обществ. - Тюмень: ИПОС СО РАН, 1999. - С.28-31.

УДК 551.3:528.88

РЕАЛИЗАЦИЯ БАЗЫ ГЕОДАНЫХ КОСМОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ ТРАНСФОРМАЦИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА КАРЬЕРНОЙ ГОРНОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

А.Ю. Сивенков

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Актуальным направлением в изучении трансформаций геологической среды в пределах горнодобывающего комплекса Республики Беларусь является космический мониторинг. На основе комплексной интерпретации оперативных и высокоточных материалов космического зондирования, получаемых панхроматической и мультиспектральной съёмочными системами возможно получение качественных и количественных показателей экзодинамики природной среды вызванной освоением минеральных ресурсов.

Важнейшим фактором, определяющим развитие геологической среды в районах разработки полезных ископаемых открытым способом, являются экзогенные геологические процессы (ЭГП), различающиеся по степени их проявления в морфолитогенных особенностях карьерных комплексов, генезису извлекаемого минерального сырья и временных интервалах эксплуатации карьерных горнотехнических систем [1].

Наблюдения за развитием ЭГП в пределах, разрабатываемых карьерным способом месторождений, показывают, что значительные площади открытых горных выработок и прилегающих территорий подвержены негативным трансформациям геологической среды. Основные тенденции в развитии морфолитогенной основы карьеров определяются несколькими ведущими группами процессов, имеющими наибольшую площадь распространения: гравитационные, водно-эрозионные (рис. 1), процессы заболачивания. Другие ЭГП проявляются лишь на ограниченных по площади локальных участках.

Ввиду сильной динамики трансформаций геологической среды в карьерных горнотехнических системах под воздействием ЭГП особую актуальность приобретает

разработка базы геоданных космогеологических индикаторов трансформации геологической среды с целью их оперативного учета и пространственно-временного анализа.

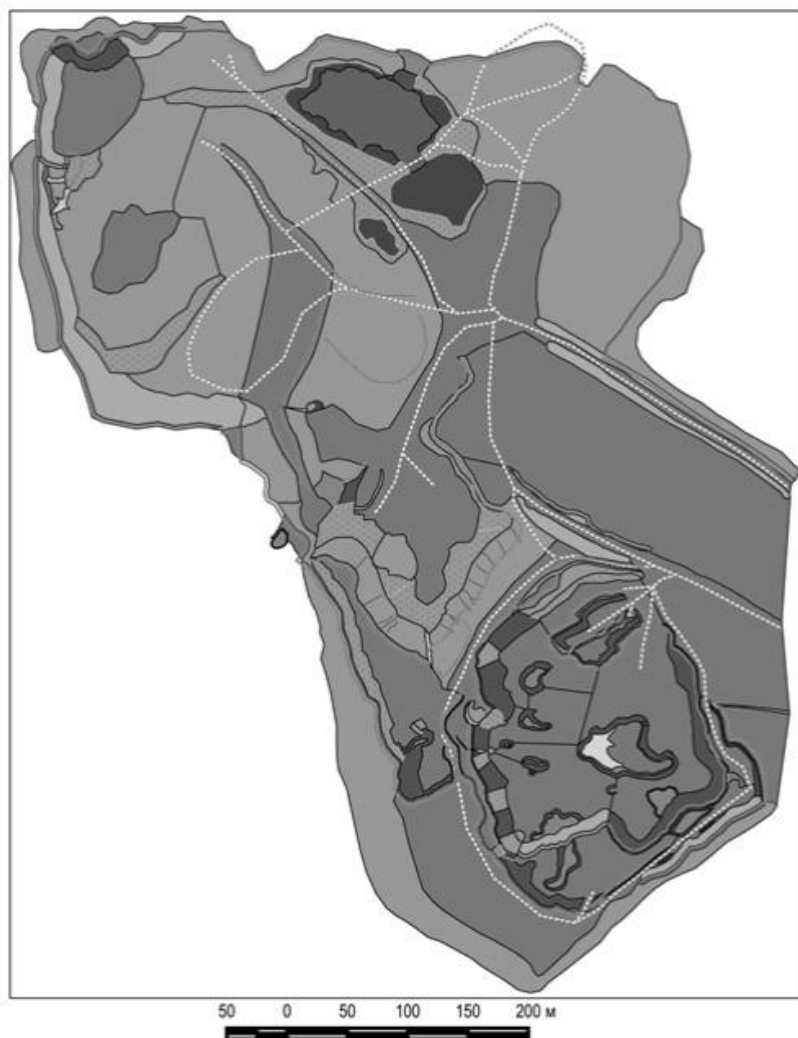
База геоданных космогеологических индикаторов трансформации геологической среды при добыче минерального сырья карьерным (открытым) способом позволяет осуществлять операции наложения слоев космогеологической информации, ее комбинирование, выявление фактов корреляции данных, выявить взаимосвязи между компонентами экогеологической среды дистанционными методами, а, следовательно, проследить ее пространственно-временные трансформации.



Рис. 1. Проявление водно-эрозионных процессов в карьере «Ленинский» Минского района (фото автора)

Формализованные структуры базы данных реализованы в виде логических схем в формате Microsoft Office Access 2010, а также выполнен экспериментальный образец базы данных в системе управления базами данных более высокой степени интеграции с ГИС (кроссплатформенной свободной PostgreSQL). Во все таблицы в качестве второстепенного параметра введено поле координатной привязки, в пределах которой расположен объект, что обеспечивает возможность сведения баз данных нескольких объектов мониторинга в одну логически связанную систему.

Обработка снимков выполнялась с использованием специальных программных комплексов Erdas Imagine, ENVI, а также с использованием соответствующих плагинов QuantumGIS и ArcGIS.



Условные обозначения:

- | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>I. Процессы связанные с действием гравитационных сил:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Оползни ▨ Оползневые уступы ■ Обвальные и осыпные процессы — Обрывы ■ Зоны аккумуляции осыпей и обвалов | <p>II. Водно-эрозийные и аккумулятивные процессы</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Склонная эрозия ▨ Склонная аккумуляция ▨ Овраги ▨ Овражная эрозия ▨ Накопление пролювия — Эрозионные борозды и промоины | <p>III. Гидрогенно-гидрогеогенные процессы</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Заболачивание <p>IV. Процессы связанные с деятельностью ветра</p> <ul style="list-style-type: none"> ▨ Золовые процессы <p>V. Прочие условные обозначения</p> <ul style="list-style-type: none"> ⋯ Проселочные дороги — Граница карьерной системы --- Промышленные транспортеры ■ Карьерные выдремы |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Рис. 2. Результат мониторинга трансформации геологической среды над экзодинамическими процессами в районе разработки месторождения песка карьером «Ленинский» Минского района

При обработке и классифицировании космических снимков применяли следующие группы методов классификации изображений: а) классификация без обучения - алгоритм, использующийся для классификации без обучения (безэталонной классификации), базирующийся на кластерном анализе, для формирования кластеров используется формула минимального спектрального расстояния; б) классификация с обучением – классификация, осуществляемая с помощью обучения по некоторым эталонам с созданием для каждого из них соответствующей сигнатуры, которые в дальнейшем и используются для определения центров классов [2].

Реализован также механизм отображения результатов космогеологического мониторинга трансформации экогеологической среды месторождений строительных материалов с использованием геоинформационной системы QantumGIS (рис. 2).

Интерфейс обеспечивает непосредственный доступ к информации, отражающей результаты наблюдений за объектами мониторинга трансформации экогеологической среды при добыче минерального сырья карьерным способом. Здесь сосредоточены различные типы реляционных данных: наборы векторных данных и сопутствующую им атрибутивную информацию, а также разновременные космические снимки, сделанные белорусской космической системой дистанционного зондирования территории месторождений, которые отражены в единой проекции и системе координат. С получением новых фактографических материалов имеется возможность его дальнейшего насыщения и дополнение.

Таким образом, разработанная база геоданных космогеологических индикаторов трансформации геологической среды в карьерных горнотехнических комплексах освоения месторождений минерального строительного сырья играет важную роль в технологии ведения космического мониторинга геологической среды. Она позволяет вести системный учет результатов как космогеологического, так и наземного мониторинга, систематизировать все источники имеющейся информации об объекте мониторинга. Учетные в базе геоданных ЭГП, природные и техногенные факторы их развития при извлечении полезных ископаемых карьерным способом, а также разработанная при этом классификация космогеоэкологических индикаторов экзодинамических процессов, позволяют с наибольшей степенью достоверности провести геоиндикационное дешифрирование космических снимков и установить пространственно-временные закономерности ЭГП в карьерных горнотехнических системах по данным дистанционного зондирования.

Литература

1. Губин В.Н., Ковалев А.А. Коркин В.Д. Аэрокосмическое изучение экзогенных процессов в условиях техногенеза. – Минск, 2003. - С. 51-65.

2. Золотой С.А. Белорусская космическая система дистанционного зондирования Земли: современное состояние и перспективы развития // Геоматика. 2010. № 3. - С. 31–33.

УДК 552.5:550.422:546.7

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИКА КАРТИРОВАНИЯ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Д.Л. Творонович-Севрук, О.В. Лукашёв

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Реки являются информативными протяжёнными структурными составляющими поверхностных образований геологической среды. На первый взгляд, на этапе проведения полевых работ, ведение геологической документации просто и однозначно, однако уже само картирование аллювиальных отложений вызывает сложности с визуализацией получаемого материала, особенно при необходимости выполнения детальных исследований.

Исторически сложилось так, что на геологических картах рекам и их долинам не уделяется достаточно пристального внимания. Картирование аллювия усложняется его значительной протяжённостью и относительно малой шириной речных долин. Необходимо учитывать, что река и её долина являются единым системным образованием, на протяжении которого наблюдается схожесть геохимических процессов в крупных, средних и малых реках

на однотипных участках. Данное обстоятельство относится и к дифференциации вещества в аллювии.

Существует ряд подходов к изучению аллювия при: 1) поисках и разведке месторождений полезных ископаемых; 2) проведении работ эколого-геохимического профиля. Особенности картирования самих аллювиальных тел в зависимости от упомянутых задач могут различаться на всех этапах исследований, это заметно при отображении пространственной дифференциации вещества в речных долинах.

Общим для исследований аллювия открытых территорий с поисковыми и эколого-геохимическими задачами является единство подходов к опробованию – на всём протяжении реки от верховья к низовью и всех водотоков в рамках одного проекта. Как правило, в первую очередь выражены естественные и техногенные потоки рассеяния в малых и средних реках, вследствие чего данные водотоки наиболее пригодны для решения классических геолого-поисковых и эколого-геохимических задач. На полевом этапе исследований крайне важен хорошо продуманный, осмысленный отбор проб, который должен проводиться из одних и тех же фаций аллювия. Использование бурения с отбором керна целесообразно для уточнения геологического строения конкретной аллювиальной толщи, в т.ч. определения глубины проникновения соединений техногенной природы. Примерами выраженного техногенного воздействия являются фрагменты долины рек Теча, Припять, Днепр и т. д., где сформировались аллювиальные тела с высоким уровнем радиоактивного загрязнения.

Точки отбора предварительно определяются при помощи методов дистанционного зондирования и окончательно устанавливаются при работе на местах, при определении фациальной принадлежности аллювия для исключения возможных ошибок и случайностей. Следует отметить, что избыточное количество образцов не может радикально увеличить надёжность получаемых результатов. Не менее важны применение стандартизированных пробоотборников, надлежащее сохранение образцов, сводимость результатов работы различных групп исследователей, отбирающих образцы, а также качество последующих аналитических работ. Картирование поисковое и эколого-геохимическое различаются по целям и задачам, так как при поисковых работах, либо съёмке территории на листе необходимо отображать большое количество геологической информации, а при решении прикладных задач, напротив, может требоваться лишь выделение участков речной долины с геохимическими барьерами и источниками поступления загрязнения. Отсюда естественными будут различные уровни генерализации и способы отражения геологической обстановки – например, см. рисунок.

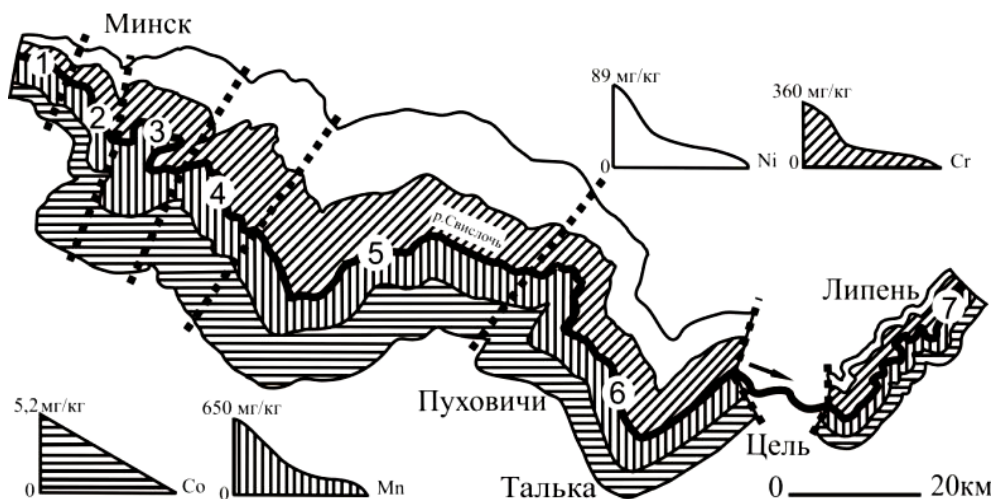


Рис. Распределение Cr, Mn, Co и Ni в донных отложениях р. Свислочь

При исследовании аллювиальных отложений, помимо работы с геологическими телами в пределах конкретной речной долины, обращается внимание на особенности выветривания горных пород на прилегающих территориях. Необходимо учитывать и процессы литогенеза, протекающие в пределах водосбора и оказывающие влияние на скорость, глубину проникновения и степень развития геохимических процессов в профиле речных долин. Размещение водосбора в горах, предгорьях и на равнине, различные профили и степень выработанности речных долин определяют степень дифференциации вещества в аллювии и преобладание какой-либо фации аллювия. В неразрывной связи с вышеуказанными особенностями рек находится и распределение взвешенного и растворённого вещества в водах. Это относится и к рекам, находящимся под техногенным воздействием.

В случае исследования погребённого аллювия возникает необходимость обнаружения и прослеживания речной долины на глубине. Практическая целесообразность изучения погребённых речных долин обуславливается высокой вероятностью обнаружения каустобиолитов и россыпных месторождений полезных ископаемых. Отбор проб в таком случае предусматривает значительный объём бурения и прочих сопутствующих исследований по и перпендикулярно простиранию долины. Увеличение глубины нахождения погребённой речной долины означает и рост степени преобразований осадков по всему её профилю. В данном случае, речь может идти о выветренном и трансформированном, далёком от своего первичного состояния аллювии.

Эколого-геохимические задачи решаются при изучении современного аллювия и новейших аллювиальных отложений. Отбор наилок и обогащённых органическим веществом донных отложений является более информативным с точки зрения решения эколого-геохимических задач по сравнению с распространёнными в прошлом веке подходами, предусматривавшими изучение соответствующих песков и крупнозернистых отложений. Органоминеральные соединения, металлы и иные загрязнители тяготеют к тонкодисперсным фракциям, аморфным образованиям, заполняющим пространство между зёрнами песка даже в стрежневой фации в пределах интенсивного техногенного потока рассеяния. Потенциальные техногеохимические барьеры чаще всего образуются в пределах пойм, стариц и участков с замедлением скорости течения. Содержание химических элементов в аллювии в долгосрочной перспективе не является постоянной величиной, что объясняется возможностью ремобилизации вещества из аллювия. Особое значение в техногенных потоках рассеяния играет изучение «подвижных», «условно-подвижных» и прочих форм химических элементов.

Исходя из вышесказанного следует подчеркнуть необходимость всестороннего анализа геологического строения и геохимических обстановок водосбора для изучения аллювиальных отложений при решении поисковых и эколого-геохимических задач.

УДК 553.98/33.336(476)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА

А.В. Унукович, А.В. Краковецкий

Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь

В современных условиях внедрение новых технологий, производство на их основе высококачественной конечной продукции, выход с этой продукцией на внутренние и внешние рынки является важнейшей стратегической задачей любого предприятия. Факторами, побуждающими к этому, являются реально существующая потребность в новых

видах потребительской продукции, научно-технический прогресс, который не позволяет останавливаться на достигнутом уровне производства данной продукции, и конкуренция, которая делает неизбежным процесс исчезновения с рынка несовершенной продукции. Это в равной степени относится и к такому виду экономической деятельности, как поиски, разведка, освоение и использование месторождений полезных ископаемых. Здесь необходимым представляется определение будущей экономической эффективности инноваций и инвестиций через систему соответствующих методов и показателей.

Существующая практика, связанная с определением экономической ценности месторождений полезных ископаемых, использует множество различных подходов. Для целей определения экономической ценности месторождений полезных ископаемых, и связанных с ними поисковых и геологоразведочных работ в условиях Беларуси, важными представляются сравнительный (рыночный), затратный и доходный подходы, а также соответствующая им система показателей. Вместе с тем отметим, что доходный подход является достаточно разработанным и широко применяется для оценки стоимости бизнеса как объекта предпринимательской деятельности, в том числе и для определения стоимости (экономической ценности) месторождений полезных ископаемых [1, 2].

Доходный подход представляет собой совокупность методов оценки стоимости объектов бизнеса, основанных на определении ожидаемых доходов, получаемых от их использования. В основе данного подхода лежит принцип ожидания – любой актив, используемый (приобретаемый) с целью извлечения доходов, будет стоить ровно столько, сколько принесет доходов. Основными методами данного подхода являются: метод чистой текущей (дисконтированной) стоимости, основанный на оценке доходов в будущем для каждого из нескольких временных промежутков, и пересчете их в стоимость путем использования ставки дисконта и техники текущей стоимости, а также метод капитализации дохода, когда репрезентативная величина доходов делится или умножается на коэффициент капитализации с целью пересчета доходов, получаемых от использования актива в его стоимость.

Преимущество доходного подхода по сравнению с другими состоит в том, что он позволяет учитывать будущие ожидания относительно затрат, цен, инвестиций, доходов и включает в себя рыночный аспект – учет различного рода рисков и необходимости ускорения оборачиваемости денежного капитала. При сложившейся практике он представляется как основной метод для определения экономической ценности месторождений полезных ископаемых.

Использование данного подхода к оценке объектов недропользования требует также четкого разграничения таких понятий как инвестиционные средства (начальные капитальные вложения, осуществляемые в освоение месторождений), инвестиционные затраты (все расходы, как капитальные так и эксплуатационные, используемые в процессе освоения месторождений) и доходы от инвестиций (все денежные поступления от инвестиций). Чистый денежный поток в этом случае можно рассматривать как разность между всеми денежными поступлениями за определенный (расчетный) временной период разработки месторождения и денежными затратами за этот же период (сумма чистой прибыли и амортизации от инвестиций). При этом чистый дисконтированный денежный поток можно определить как стоимость чистого денежного потока на данный момент будущих доходов с учетом потерь части стоимости денег со временем по формуле:

$$FV = PV(1+r)^t, \text{ или } NPV(FV) = NCF(PV) \times E,$$

где FV – чистый дисконтированный доход; PV – чистый доход (чистая прибыль); E – коэффициент дисконтирования.

Чистая нынешняя (приведенная) стоимость денежного потока или накопленный чистый дисконтированный доход – это разность между дисконтированной (нынешней) стоимостью

будущих денежных потоков и первоначальными инвестиционными затратами и определяется как: $NPV_{\text{нак.}} = \sum NPV_t - I_t$, где I_t – ежегодные первоначальные инвестиционные затраты.

При определении экономической ценности месторождений полезных ископаемых используется величина денежного потока, рассчитанная за определенный период времени по схеме сложного процента, учитывающего риски и степень оборачиваемости капитала. При этом чистый денежный поток за этот промежуток времени представляется как денежные поступления от вложения денежного капитала в производство минерального сырья в течение ряда временных периодов (не более 10 лет).

В качестве элементов денежного потока в данном случае выступают начальные капитальные вложения, различные текущие производственные затраты, амортизационные отчисления, налоги и платежи, стоимость произведенной продукции, чистый доход и др. Поэтому чистый денежный поток определяется разницей между поступлениями (притоком) и расходами (оттоком) денежных средств в результате эксплуатации месторождения. Кроме того, величина чистого денежного потока представляется также как денежный остаток, который образуется после выполнения всех обязательств по уплате, включая и обязательства по уплате соответствующих доходов в бюджет, что составляет приращение стоимости природного актива.

При расчете денежного потока за определенный интервал времени может наблюдаться либо превышение доходов над расходами, либо расходов над доходами. В этом случае денежный поток имеет положительную или отрицательную величину. Элементы, образующие денежный поток, могут быть независимыми или связанными между собой определенными однонаправленными зависимостями. При этом чистый денежный поток не отождествляется с чистым доходом, так как расчет последнего основан на принципах бухгалтерского учета – по разнице между доходами и учетными затратами. А денежный поток, определяющий экономическую ценность месторождений, основывается на принципах управленческого учета и представляет собой количество денег, которое может образовываться в результате деловых операций.

Расчет величины денежного потока, определяющего экономическую ценность месторождений полезных ископаемых, может осуществляться прямым или косвенным методом. Первый основан на прогнозировании чистого денежного потока и прямого счета всех его составляющих элементов (денежных притоков и оттоков). Этот метод является достаточно трудоемким и требует больших затрат времени и средств на проведение аналитической работы, сбор необходимой информации, а также привлечения различных специалистов. Косвенный метод представляется более упрощенным подходом к оценке денежных потоков, так как основывается на использовании в расчетах данных различных видов отчетности и расчетных методов.

Таким образом, рассмотренные методические подходы приблизительно отражают соотношение затрат и доходов, так как и те и другие, как правило, растянуты во времени, в течение которого происходит изменение их реальной стоимости. В этом смысле метод дисконтирования позволяет сопоставлять затраты и доходы, произведенные в разные периоды времени, и привести их к одному сроку – началу финансирования проекта. При этом ключевыми показателями являются следующие: чистая современная стоимость (NPV), чистая приведенная стоимость ($NPV_{\text{прив.}}$), индекс рентабельности инвестиций (PI), внутренняя норма прибыли (IRR), срок окупаемости инвестиций (PP).

Из рассмотренных показателей оценки эффективности инвестиционных затрат критерий NPV является наиболее универсальным и предпочтительным при исследовании экономической ценности запасов полезных ископаемых и в сочетании с другими показателями обеспечивает оптимальный выбор эффективности вложений инвестиционных средств в освоение месторождений. Фактически стоимостная оценка месторождений полезных ископаемых в рамках указанных показателей является достаточно обоснованным

подтверждением о целесообразности инвестирования освоения тех или иных месторождений полезных ископаемых в качестве промышленных активов.

Метод капитализации доходов основан на прямом преобразовании чистого денежного потока в стоимость путем деления его на коэффициент капитализации, равному банковскому проценту по краткосрочным вкладам или ценным бумагам. Этот метод применим для определения экономических потерь, связанных с неэффективным использованием запасов полезных ископаемых в результате их истощения.

Рассмотренные выше методы могут быть использованы также для оценки стоимости других природных объектов, используемых в промышленных целях, с учетом экономического фактора, что обеспечивает учет природно-экологических активов (природных ресурсов и выгод от их альтернативного использования). А также пассивов (экономических потерь в результате негативного действия природных факторов и последствий загрязнения окружающей среды) при обосновании приоритетов рационального природопользования. Например, разведанные запасы месторождений полезных ископаемых Беларуси имеют следующую оценку (млн долл. США): углеводороды – 3 905; калийные соли – 76 178; мел и мергельно-меловые породы – 10 248; глинистое сырье – 1 636; сапропелевые отложения – 313.

Следует также отметить, что оценка стоимости месторождений полезных ископаемых может осуществляться и по другим показателям, учитывающим планирование и оценку эффективности геологоразведочных работ, оценку эффективности инвестиций в освоение месторождений с учетом факторов риска. Для экономического обоснования перспективных объектов или недостаточно изученных площадей необходимы другие показатели, которые, в сочетании с указанными выше, обеспечивают более объективное состояние необходимости проведения геологоразведочных работ.

В настоящее время актуальной становится проблема сбалансированного социально-экономического развития на основе рационального использования природных ресурсов. Особое значение приобретает устойчивое экономическое развитие, обеспечивающее сохранность во времени всего достояния страны, включая природные экологические активы. Это означает, что в процессе производственной деятельности потребляются различные виды природных ресурсов, которые в долгосрочном прогнозе должны быть восстановлены. Однако многие природные ресурсы вовсе не поддаются восстановлению. К ним относятся, прежде всего, запасы полезных ископаемых. Для разрешения этого противоречия представляется необходимым создание постоянно действующего специального фонда, обеспечивающего трансформацию части стоимости минерально-сырьевых ресурсов в возобновляемый финансовый источник дохода и инвестирования.

Литература

1. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования: утв. Госстроем России, Министерством экономики РФ, Министерством финансов РФ, Госкомпромом России 31.03.1994 г., № 712/47. - 59с.

2. Правила стоимостной оценки месторождений полезных ископаемых. Технический кодекс установившейся практики. - Минск, 2008. - 27с.

КАРТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ В ПРЕДЕЛАХ САВИЧСКО-БОБРОВИЧСКОГО УЧАСТКА ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПЕТРОФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТ ВОЗМОЖНОГО СКОПЛЕНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Е.И. Шевелев

*РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» БелНИПИнефть,
Гомель, Беларусь*

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. Их локализация и оценка позволит расширить ресурсную базу углеводородов Республики Беларусь.

С целью оценки распространения возможных коллекторов и их фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) в объеме пород межсолевого комплекса Савичско-Бобровицкого участка Припятского прогиба в первую очередь была построена геологическая модель в программном продукте Petrel [1].

В качестве исходных данных при построении геологической модели использованы: 1) координаты и альтитуды устьев и данные инклинометрии по скважинам расположенным в области геологического интереса; 2) глубины пересечений скважин со стратиграфическими горизонтами; 3) структурные карты поверхности межсолевого комплекса; 4) данные о пространственной привязке разломов; 5) результаты детализации внутреннего строения межсолевой толщи (детальные схемы корреляции по скважинам с выделенными компонентами).

На всех этапах моделирования выполнялся анализ исходных и получаемых данных с целью повышения качества и достоверности трехмерной модели.

Для Припятского прогиба разработана и составлена унифицированная модель-схема расчленения частей разреза с элементами кодификации. Технология составления этой модели для Припятского прогиба была разработана в Тематической партии в 1995 г. В.Н. Бескопыльным [2]. Она базируется на выделении в разрезе отложений литопластов-компонентов, группирующих гидродинамически связанные пласты-коллекторы, обозначенные по ГИС, и присвоении им наименований-кодов. Граница компонента определяется кровлей первого и подошвой последнего пласта в установленном стратиграфическом срезе. В свою очередь это позволяет идентифицировать ту или иную часть разреза в соседних скважинах и проследить площадное распространение коллекторов в пределах месторождения. Такая же кодификация предусмотрена и для отложений, в которых отсутствуют традиционные коллекторы.

Породы коллекторы образуют пачки-коллекторов, которые принято называть «компонентами резервуара», разделенные перемычками (неколлекторами) в совокупности образуя литопласты-компоненты. Следовательно, литопласт-компонент включает как пласты-коллекторы, так и неколлектор [2]. Расчленение толщи на пласты-компоненты позволяет создать более детальную геологическую модель объекта [3] и, следовательно, более корректное распространение петрофизических свойств в объеме модели.

Таким образом, созданная трехмерная геологическая модель достаточно точно отображает текущее геологическое строение Савичско-Бобровичского участка и, в конечном счете, позволила выполнить петрофизическое моделирование свойств. При создании сеточной петрофизической модели предполагается занесение в каждую ячейку объемной сетки численных значений геологических параметров – построение кубов свойств. Расчет кубов был основан на определении величины параметра в каждой отдельной ячейке каркаса.

Следующим этапом стало создание куба «коллектор-неколлектор». Для этого из общего объема были выбраны ячейки, которые имели следующие граничные значения пористости $K_p^{TP} = >3\%$ и глинистости $K_g^{TP} = <20\%$ [4]. Данные ячейки в объеме модели приняты как «потенциальный коллектор». В работе автор использует это понятие, как совокупность традиционного коллектора и полуколлектора (низкопроницаемая часть резервуара при стандартной технологии разработки – это как бы неколлектор и его чаще всего не фиксируют при обычных геофизических исследованиях скважин, хотя полуколлектор может включать УВ [5, 6] - это связано с тем, что при интерпретации ГИС традиционные пласты-коллекторы выделяются крайне редко, а сама работа посвящена оценке ресурсного потенциала «нетрадиционного» коллектора (он же полуколлектор - низкопористый низкопроницаемый коллектор).

Далее был рассчитан полный объем и поровый объем «потенциального» коллектора в программном продукте Petrel (табл.). Результаты петрофизического моделирования позволили в последующем осуществить выбор и обоснование перспективных участков в пределах изучаемого объекта.

В ходе геологического и петрофизического моделирования межсолевая толща была разбита на 22 литопласта-компонента (табл.). По результатам петрофизического моделирования были выбраны наиболее перспективные компоненты (выделены темно-серым цветом), которые по своим петрофизическим свойствам, с точки зрения автора, способны аккумулировать достаточное количество УВ для промышленной разработки – обладающие наибольшим поровым объемом. Для выделения участков с наилучшими характеристиками из модели были получены двухмерные карты пористости и глинистости (результат осреднения величины параметра по ячейкам трехмерного грида на вертикальную проекцию) по наиболее перспективным объектам (компонентам).

Определение наиболее перспективных участков проходило в 4 этапа:

1) Определение перспективных компонент по результатам построения петрофизической модели. В результате было выделено 6 перспективных компонент и 4 представляющих интерес (выделены светло-серым в табл.).

2) Выделение зон с удовлетворяющими характеристиками для аккумуляции (пористость глинистость, мощность потенциального коллектора). В результате построения куба «коллектор-неколлектор» был получен эффективный объем, который представляет собой «потенциальный» коллектор. Данные этого куба снесены в двумерную плоскость в итоге были получены карты мощности потенциального коллектора по каждой из интересующих нас компонент. После чего по каждой компоненте были выбраны участки с мощностью более 5 м, менее 5 м - отбракованы. Это связано с тем, что мощность «потенциального» коллектора менее 5 м не сможет по нашему мнению обеспечить интерес с точки зрения аккумуляции УВ. Даже с условием того, что если этот «потенциальный» коллектор будет содержать УВ, промышленное освоение его будет заведомо нерентабельным, а принимая во внимание петрофизические характеристики отложений – мигрировать УВ из этого «потенциального» коллектора без внешнего воздействия (интенсификации притока, ГРП и др.) не сможет.

3) На третьем этапе карты прогнозных эффективных толщин перспективных компонент были просуммированы, в результате была получена суммарная карта перспективных толщин «потенциального» коллектора межсолевой толщи исследуемого объекта.

Табл. Петрофизическая характеристика литопачек

Код компоненты	Горизонт	Объем пород (пористость >3 %, глинистость <20 %), тыс. м ³	Поровый объем, тыс. м ³	Средневзвешенная пористость, %
211a	Петриковский	1 275 530	89 099	7,0
211b		27 047	1 533	5,7
212a		30 150	1 750	5,8
212b		33 404	1 671	5,0
212c		166 542	11 063	6,6
221a	Дроздовский	3 917 104	219 529	5,6
221b		1 786 095	91 783	5,1
221c		7 376	438	5,9
222a	Туровский	4 293 982	190 835	4,4
222b		395 977	22 692	5,7
222c		841 586	40 225	4,8
231a	Вишанский	6 189	297	4,8
232a	Тремлянский	3 212 791	122 006	3,8
232b		27 486	1 298	4,7
233a	Тонежский	130 199	5 406	4,2
233b		93 058	3 255	3,5
233c		788 301	30 265	3,8
233d		261 765	9 746	3,7
234a	Кузьмичёвский	1 215	59	4,9
234b		517 369	17 557	3,4
241a	Домановичский	1 384	55	4,0
241b		3 853 186	177 383	4,6

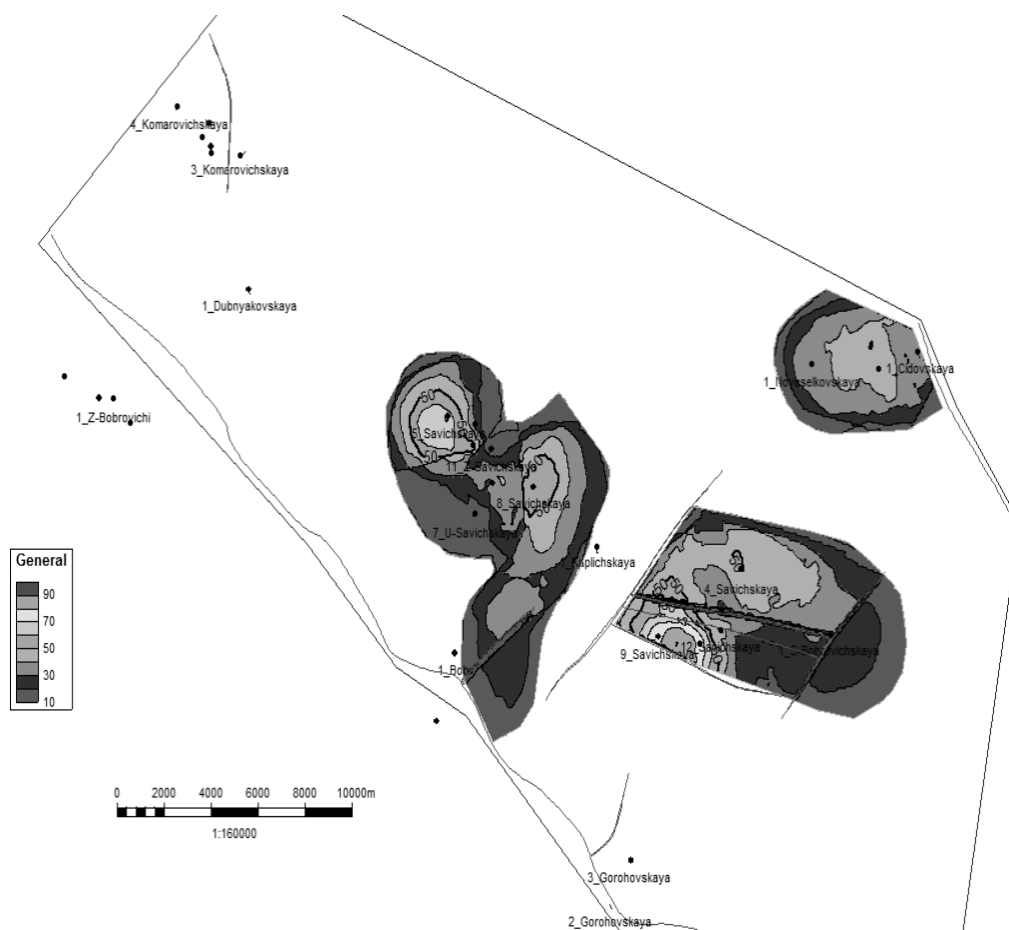


Рис. Итоговая карта перспективных толщин «потенциального коллектора»

4) На последнем этапе отбраковываются площади, которые обладают суммарной мощностью «потенциального» коллектора менее 10 м по той же причине, что описана в этапе 2.

В ходе последовательного выполнения четырёх этапов была получена итоговая карта суммарной мощности «потенциального» коллектора по перспективным компонентам (рис.). Как видно, на карте выделяется три перспективные участки в пределах: Цидовского, западно-Савичского и Восточно-Савичского участков.

В ходе выполненной работы определено, что наилучшими характеристиками для аккумуляции УВ в неструктурных ловушках обладают породы тремлянского, вишанского, туровского, дроздовского и верхней части петриковского горизонтов. Компоненты 211а, 221а, 221б, 222а, 232а, 241б характеризуются удовлетворительными ФЕС. «Потенциальный» коллектор выделяемый в этих компонентах хорошо коррелируется между скважинами. Это говорит о том что данные компоненты имеют первоочередной интерес в разрезе отложений.

Литература

1. Геологическое и структурное моделирование в Petrel с методами автоматизации процессов обновления модели. Schlumberger Information Solutions 4. August, 2008. Методическое руководство. - 266 с.

2. Атлас природных резервуаров и углеводородов нефтяных месторождений Беларуси / В.Н. Бескопыльный [и др.]; под ред. В.Н. Бескопыльного. – Гомель: Сож, 2009. – 216 с.

3. *Шевелев Е.И.* Покомпонентный подсчёт запасов нефти на основе геологического моделирования на примере Северо-Домановичского месторождения нефти Припятского прогиба / Сб. докл. конф., посвящ. 85-летию ВНИГРИ: «Проблемы воспроизводства запасов нефти и газа в современных условиях». – СПб., 23-24 окт. 2014 г. - СПб.: ФГУП «ВНИГРИ», 2014. (Компакт диск).

4. *Бескопыльный В.Н., Халецкий А.В., Рыбалко И.П.* Природные нефтегазоносные полуколлекторы Припятского прогиба. – Гомель: РУП «ПО «Белоруснефть», 2013. - 70 с.

5. *Айзберг Р.Е.* Сланцевые углеводороды: газонефтеносность низкопроницаемых осадочных формаций // Літасфера. 2015. 1(42). - С. 122-141.

6. *Прищепка О.М., Суханов А.А., Макарова И.Р.* Подходы к оценке доманиковых отложений Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции как нетрадиционных источников УВ // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2014. Т. 9, № 4. -27 с.

УДК 552.578.2.061.4

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОЛЛЕКТОРОВ ПРИ СНИЖЕНИИ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ НА ЗАЛЕЖАХ НЕФТИ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

А.В. Шелюто

*РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» БелНИПИнефть,
Гомель, Беларусь*

Эффективная разработка месторождений нефти – приоритетное направление деятельности современной нефтяной промышленности. Для планирования системы разработки месторождений применяются методы компьютерного моделирования. Но даже самое современное программное обеспечение не способно достоверно спрогнозировать уровни добычи и эффективность применяемых геолого-технических мероприятий без понимания процессов протекающих в пласте.

Дебит скважины во многом зависит от состояния призабойной зоны и пласта, его фильтрационных характеристик. Даже незначительное изменение проницаемости или ухудшение состояния призабойной области, может значительно снизить продуктивность скважины. Существует множество причин изменяющих проницаемость коллекторов, среди которых: загрязнение буровым раствором, выпадение солей и парафинов, выделение газа и др. Еще одной причиной изменения проницаемости, а вместе с ней, и продуктивности скважин является изменение напряженного состояния в пласте и призабойной зоне в процессе разработки месторождения.

Скелет породы испытывает нагрузку от вышележащей толщи отложений, называемую горным давлением. До начала эксплуатации залежи пластовое давление жидкости, насыщающей поровое пространство, уменьшает нагрузку на скелет. Разность между горным и пластовым давлением и есть эффективное давление, испытываемое породой-коллектором. С падением пластового давления в процессе разработки объем порового пространства пласта уменьшается вследствие упругого расширения зерен породы и возрастания сжимающих усилий, передающихся на скелет от толщи вышележащих пород. При этом зерна породы испытывают дополнительную деформацию, и пористость среды уменьшается также вследствие перераспределения зерен, более плотной упаковки их и изменения структуры пористой среды [1].

Некоторые из упомянутых процессов, вызывающие изменения объема пор, являются обратимыми как, например, упругое расширение зерен цемента и деформации их в сторону пустот, не занятых твердым веществом, под действием массы вышележащих пород. Другие же процессы, например, перегруппировка зерен, скольжение их по поверхности соприкосновения, разрушение и дробление зерен - процессы необратимые [2]. В результате, при возрастании пластового давления должны сохраниться значительные остаточные деформации и пористость пород не восстанавливается. Максимальные деформации будут наблюдаться в призабойной зоне, где минимальное давление и максимальные эффективные нагрузки вышележащих пород. При удалении от скважины деформационные эффекты в пласте будут уменьшаться.

К деформациям наиболее чувствительны карбонатные коллекторы. Они характеризуются разнообразием основных составляющих структуры емкостного пространства (пор, каверн, трещин). Трещины имеют небольшое значение в емкости коллектора, но они определяют фильтрационные свойства пород. Проницаемость таких пород, главным образом, обеспечивается трещиноватостью [1]. Трещины подвержены наибольшему сжатию, при увеличении нагрузок.

В рамках исследования были проведены: интерпретация более 150 кривых восстановления давления, 50 кривых восстановления уровня (КВД) и 30 индикаторных диаграмм, анализ производственных отчетов и ранее проведенных исследований. По многим скважинам и залежам отмечено снижения проницаемости и продуктивности в процессе разработки по различным причинам, среди которых разгазирование нефти, деформация коллектора под действием эффективных горных давлений и др. В качестве примера в работе приведены результаты наиболее качественных и наглядных исследований по Ново-Корневскому и Тишковскому месторождениям.

По результатам интерпретации КВД по скв. 9095 Тишковского месторождения отмечается зависимость фильтрационных параметров от величины пластового давления. Скважина эксплуатирует воронежскую залежь центрального блока. На рис. 1 показан график зависимости проницаемости от пластового давления.

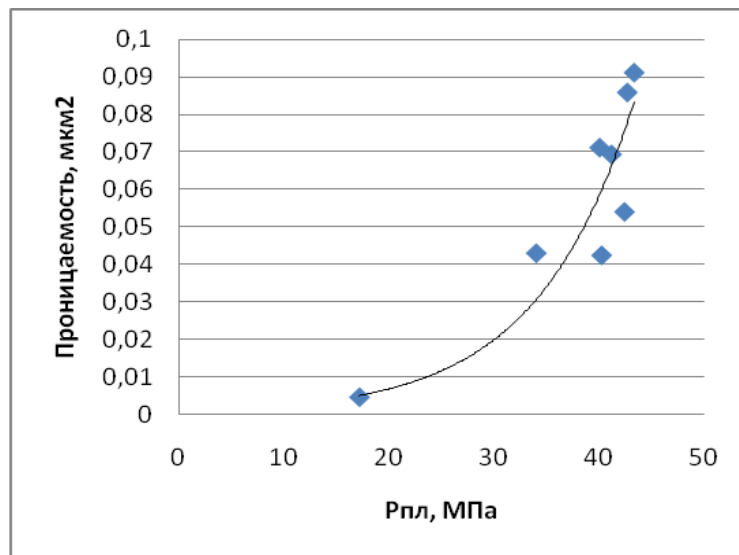


Рис. 1. Зависимость проницаемости от пластового давления по скв. 9095 Тишковского месторождения

Эффективное горное давление превышает предел упругой деформации (текучести) карбонатных пород. Таким образом, наиболее вероятной причиной снижения проницаемости является деформация коллектора.

Лебедянская залежь Ново-Кореневского месторождения характеризуется высокими значениями проницаемости пласта 0,154–2,25 мкм². В районе скважин этого месторождения были рассчитаны эффективные горные давления. Их величина оказалась выше предела текучести карбонатных коллекторов. В породах-коллекторах происходит развитие упругопластических деформаций, снижающих фильтрационные свойства пласта.

Пластовые давления по скв. 6, 10, 11, 14, 17, 22, 23s3 ниже критических давлений. Это может приводить к необратимым деформациям коллектора, которые уменьшают трещинную проницаемость, замедляют темпы отбора нефти, снижают нефтеотдачу пласта. Данное предположение подтверждается результатами гидродинамических исследований скв. 6.

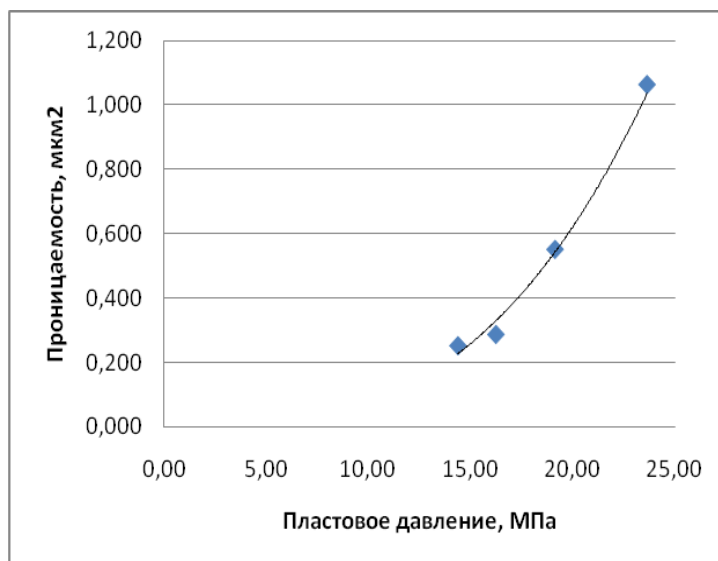


Рис. 2. Изменение проницаемости при снижении пластового давления по скв. 6 Ново-Кореневского месторождения

С 2011 по 2013 гг. пластовое давление в скв. 6 изменялось от 23,66 до 14,39 МПа. По результатам ГДИС отмечается снижение значений проницаемости с 1,064 до 0,251 мкм², гидропроводности с 6,15 до 1,02 мкм² × см/МПа × с, пьезопроводности с 293 до 173,55 см²/с, продуктивности с 15,36 до 1,07 м³/(сут × МПа). На рис. 2 приведен график зависимости проницаемости от пластового давления. По другим скважинам такую тенденцию отследить невозможно ввиду отсутствия достаточного количества исследований.

Для предотвращения дальнейшего снижения фильтрационно-емкостных характеристик пласта и сохранения текущих значений проницаемости необходимо поддерживать пластовое давления на уровне не ниже текущего. Повышение пластового давления до значения близкого к критическому позволит снизить геостатическую нагрузку на коллектор, и остановить процесс ухудшения ФЕС, но к восстановлению фильтрационных характеристик до первоначальных значений не приведет. Оптимальное для коллектора значение пластового давления для Ново-Кореневского месторождения должно быть не ниже критического (25,5-26,6 МПа).

Полученные зависимости помогут повысить достоверность гидродинамической и геологической моделей месторождений, эффективность разработки и прогноза добычи нефти, качество проводимых геолого-технических мероприятий. Позволят подобрать оптимальные пластовые и забойные давления для работы скважин.

Литература

1. Гиматудинов Ш.К., Ширковский А.И. Физика нефтяного и газового пласта. – М.: Недра, 1982. - 311с.
2. Лобов А.И. Упруго-деформационные эффекты в девонских породах-коллекторах нефти и газа Припятского прогиба. Автореф. канд. диссертации. – Минск, 1994. - 160 с.

УДК 551/79(476)

ЛОЖБИНА СТОКА ПО р. ПТИЧЬ НА МИНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Н.А. Шимбалёва, О. И. Кравец

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Южная часть Минской возвышенности расчленена древними ложбинами стока талых ледниковых вод. Характерной особенностью таких ложбин является корытообразная форма и плоское дно. В большинстве случаев дно ложбин стока талых вод заболочено и заторфовано, склоны в верхних частях ложбин крутые, при выходе за пределы возвышенности – выполаживаются и сливаются с прилегающими зандровыми полями. Большинство ложбин стока южной части Минской возвышенности наследуют реки – Уса, Птичь, Свислочь, Гайна и др., по названиям которых удобно именовать и сами ложбины. Долины этих рек в большинстве случаев занимают только небольшую часть дна ложбин стока. Геологическое строение таких ложбин юга Минской возвышенности рассмотрим на примере наиболее изученной ложбины Птичи (рис.).

Длина реки составляет 421 км. Общее падение 176 м начинается на высоте 295 м над уровнем моря за 1 км на запад от д. Нарейки Дзержинского района. Верхнее течение - в границах Минской возвышенности. Абсолютная отметка уреза воды в реке при выходе из возвышенности (у д. Самохваловичи) составляет около 187 м. Следовательно, река врывается в ледниковые отложения Минской возвышенности на 108 м. Река Птичь в пределах возвышенности наследует ложбину стока талых ледниковых вод, имеющую трапециевидную форму шириной до 5,5 км. Образование ложбины стока связывается с припятским (сожским)

ледниковым временем. Впоследствии дно и склоны ложбины заполнялись осадками различного возраста и генезиса.

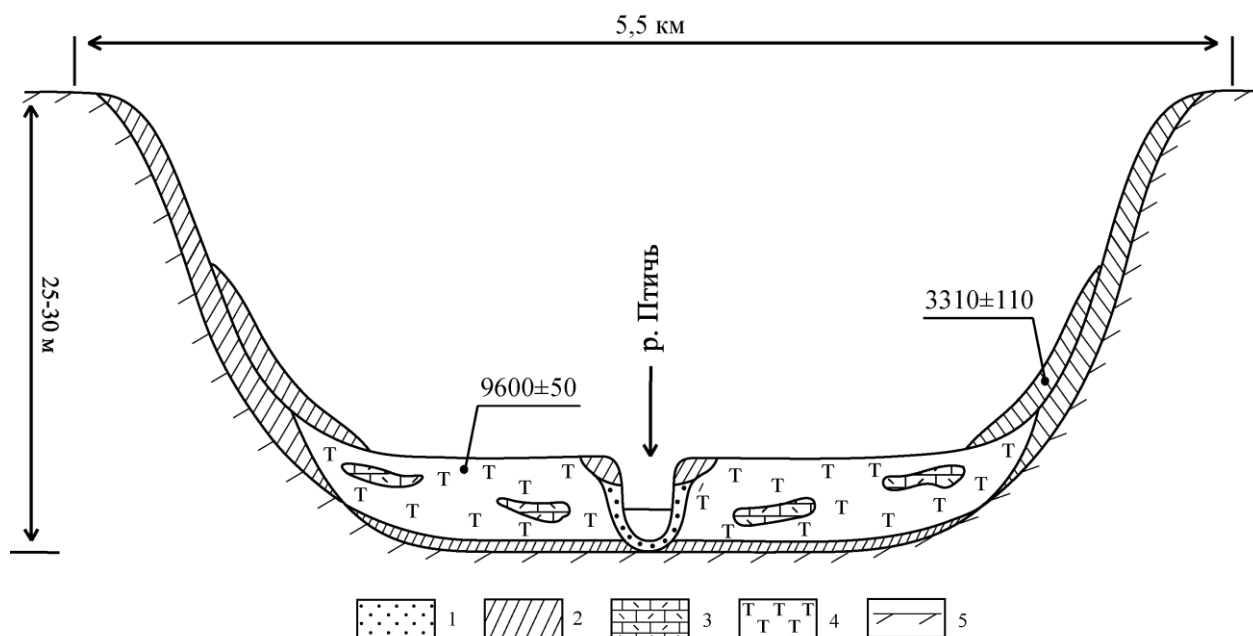


Рис. Схематическое геологическое строение ложбины стока Птичь: 1 – песок, 2 – супесь, 3 – известковый туф, 4 – торф, гумусированные отложения, 5 – коренные породы

Исследования ложбины стока Птичи, проведенные Т. Калицким и другими [1], позволили выделить на ее дне несколько серий отложений. Они дают возможность восстановить историю развития ложбины.

I этап формирования ложбины Птичи связан с грандиозным по масштабам, даже катастрофическим стоком талых ледниковых вод во время деградации припятского (сожского) ледникового покрова. К концу этого этапа окончательно оформились параметры ложбины и она приобрела вид близкий к современному.

II этап развития ложбины был самым длительным. Он охватывал время от конца припятского оледенения до поозерского позднеледниковья. Отложения этого этапа на дне ложбины стока у д. Прилучки не сохранились. Несомненно, что на дне ложбины накапливались осадки в муравинское, ранне- и среднепоозерское время. Однако впоследствии они подверглись денудации. Скорее всего, процессы сноса и переноса материала вниз по дну ложбины произошли на заключительном этапе поозерского оледенения, когда в ложбину хлынули потоки воды, освободившиеся в это время от многолетней мерзлоты.

III этап в развитии ложбины стока Птичь связан с поозерским позднеледниковьем. Отложения этого этапа залегают на моренных накоплениях припятского возраста и представлены несколькими слоями. Дно ложбины у д. Прилучки выстилают некарбонатные супеси с единичными раковинами моллюсков. Спорово-пыльцевые спектры из этих отложений по данным В.П. Зерницкой характерны для похолодания климата в среднем дриасе (DR-2) [2]. На некарбонатных супесях залегают прослойки сильно разложившегося, некарбонатного торфа мощностью около 20 см, с количеством органики до 30 % и сравнительно высоким разнообразием остатков наземной (10 таксонов) и пресноводной (15 таксонов) фауны моллюсков. Растительность в это время была представлена сосновыми (с участием берёзы) лесами, что позволило В.П. Зерницкой отнести ее к аллерёдскому тёплому этапу (A1) поозерского позднеледниковья. В конце этапа отмечается изменение в составе растительности: рост значения пыльцы трав и сокращение участия сосны и берёзы с

повышением роли ивы и ели, что говорит о постепенном похолодании климата. Выше по разрезу (на аллередском торфу) залегают торфянистые карбонатные супеси с содержанием CaCO_3 около 25–50 %, иногда встречаются тонкие прослойки известкового туфа, толщиной до 2 см. Количество и разнообразие малакофаунистических остатков в этих отложениях снова становится беднее. Почти полностью исчезают наземные моллюски, преобладают стагнофилы, т. е. обитатели стоячих водоёмов, причём, судя по высокой концентрации данных видов, водоём в это время достиг максимальных размеров и был населён, в основном, эвриэкологическими видами. Данные спорово-пыльцевого анализа показывают максимальные значения пыльцы трав (20–40 %) и возрастающую роль сосново-берёзово-еловых лесов с участием тундростепных сообществ. Такие изменения в развитии флоры и фауны указывают на похолодание климата, характерное для позднего дриаса (DR-3).

К рассматриваемому этапу, по всей вероятности, относится часть серых тонких, близких к лессовидным, супесей мощностью до 5 м, облегающие моренные склоны ложбины Птичи у д. Прилучки.

IV этап формирования отложений ложбины Причь – голоценовый. Голоценовые отложения на дне ложбины р. Птичь достигают мощности 3 и более метров. Они представлены гумусированными карбонатными образованиями, торфом и известковым туфом (торфотуфом) с содержанием CaCO_3 50–80 %. В отложениях присутствуют многочисленные раковины моллюсков. При этом в нижней части отложений преобладают раковины пресноводных моллюсков с участием гидрофилов, способных обитать во временных, периодически пересыхающих водоёмах. В верхней части голоценовых отложений количество раковин сильно возрастает. Господство переходит к представителям наземной фауны. В количественном отношении основная роль принадлежит видам открытых пространств. В нижней части голоценовых отложений присутствуют раковины бореально-альпийского моллюска *Vertigo geyeri* Lindholm, что указывает на условия, свойственные прохладному пребореальному (PB), а, возможно, и бореальному (BO) периодам раннего голоцена.

По древесине из нижней части голоценовых отложений получена радиоуглеродная датировка – $9\ 600 \pm 50$ тыс. лет назад [3]. В верхней части голоценовой толщи преобладают карбонатные органогенные супеси, переслаивающиеся с известковым туфом. В этой части отложений состав раковин моллюсков претерпевает изменения: увеличивается количество и разнообразие наземных моллюсков и возрастает доля стагнофилов за счёт уменьшения видов временных водоёмов. Окружающая среда, судя по всему, имела весьма неустойчивый характер, так как наблюдаются частые смены лидирующих видов моллюсков. Наиболее вероятно, что данная ассоциация малакофауны развивалась в оптимальное голоценовое время, соответствующее теплоте и влажному атлантику. Приповерхностные отложения содержат раковины моллюсков, относящиеся к открытым ландшафтам. Это может означать усиление хозяйственной деятельности человека, связанная в основном, с вырубкой лесов вблизи ложбины. На склонах птичьей ложбины в это время усиливаются делювиальные процессы, приведшие к образованию поверх древней более молодой генерации делювия с погребенной почвой, имеющей радиоуглеродный возраст $3\ 310 \pm 110$ лет назад [1]. По-видимому, в начале голоцена образовалась река Птичь. В течение всего голоцена река текла в узкой долине по дну ложбины стока. Следы меандрирования реки на плоском дне ложбины не отмечаются.

Таким образом, ложбина стока Птичь была образована на заключительном этапе последнего на Минской возвышенности припятского оледенения. Отложения дна и склонов ложбины представлены только образованиями позднепоозерского возраста и голоцена. Более древние отложения (припятско-поозерские) были размыты и не сохранились. С позднепоозерского времени в ложбине стока начали накапливаться аллювиальные отложения р. Птичь. Здесь аллювий занимает очень узкое место на дне ложбины стока, основная часть

отложений, заполняющих дно ложбины стока, представлена болотными (торф, гумусированные отложения) и источниковыми отложениями (известковые туфы). Седиментация сильнокарбонатных отложений (известкового туфа) на дне ложбины произошла, в основном, в раннем голоцене, что подтверждают малакофаунистический и споро-пыльцевой анализы, а также данные радиоуглеродного датирования.

Литература

1. *Kalicki T., Sanko A.F., Litvinjuk G.I.* Zapis poznoglacjalnych I holocenskich zmian klimatu I dzialalnosci clowieka w osadach dna i sboczy Ptyczy kolo Minska // *Badania ewolucji dolin rzecznych na Bialorusi – I. Dok. Geogr.*, N 6. Pod red. T.Kalickiego. Wroclaw, 1997. - S. 83-104.

2. *Зерницкая В.П.* Запись климатических событий позднеледникового в пыльцевых спектрах перигляциальной зоны позерского оледенения // *Геология и полезные ископаемые четверт. отложений: в 2 ч.: Матер. VIII Университетских геол. чтений.* – Минск: Цифровая печать, 2014. – Ч. 1. - 82 с.

3. *Alexandrowicz W.P., Sanko A.F.* Malacofauna and calcareous deposits in the Ptich valley (Minsk Upland, Belarus) // *Folia Quaternaria. Malacofauna and environmental changes.* Krakow, 1997. N 68. - P. 203-211.

УДК 550.8:528

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ КАРТИРОВАНИЮ

С.А. Юдаев

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Исследование геологического строения земной коры какой-либо части страны или континента и установление в их пределах закономерностей размещения полезных ископаемых является задачей региональной геологии. Опираясь на достижения других отраслей геологических наук, она является основой для развития современного сложного и разнообразного комплекса геологических дисциплин. Основным видом региональных исследований является геологическое картирование.

Геологическое картирование как метод познания строения земной коры и находящихся в ней полезных ископаемых зародилось еще в конце XVIII в. К этому времени относятся первые известные нам геологические карты, хотя отдельные планы и карты, с нанесенными на них месторождениями полезных ископаемых, существуют уже с 30-х годов XVIII в. Известны в виде манускриптов и наскальных изображений, схематические планы древнейших копей и рудников в Египте, на Ближнем Востоке, Индии, Тибете, а так же в Северной и Южной Америке. Примечательно то, что в некоторых из них содержатся сведения о мощности и глубинах залегания горных пород, свойствах и качестве полезного ископаемого, а так же их субширотного и субмеридианального распространения.

Группа методов геологического картирования, включает геологические методы, используемые при геологической съемке и поисках полезных ископаемых различных масштабов. Сама по себе геологическая съемка имеет самостоятельное значение как один из главных методов поисков. В свою очередь, методы, применяемые при проведении геологической съемки, достаточно многочисленны и разнообразны. Только путем анализа геологических карт выявляются геологические закономерности, контролирующее размещение полезных ископаемых в данном районе. Геологическая карта служит также основой для постановки других методов поисков, т. к. знание геологического строения изучаемой территории, наряду с другими факторами, позволяет правильно выбрать методы поисков, определить их масштаб, направление поисковых линий, густоту точек наблюдения и

главное – правильно интерпретировать фактические материалы, полученные в результате работ. Наконец, сведения о геологическом строении исследуемой площади в комплексе с другими материалами, собранными при поисках, позволяют произвести обоснованную геологическую оценку перспектив выявленного объекта и дать прогноз его возможного промышленного значения.

Масштаб геологических съемок, проводимых с целью поисков, зависит от сложности геологического строения изучаемой площади и от поставленных задач. В учебных целях Белгосуниверситет, осуществляя подготовку студентов-геологов на географическом факультете, проводит практику по геологической съемке с 1996 г. Во время прохождения практики, студенты используют разнообразные приемы и методы, дополняющие геологическое картирование исследуемой территории. Участки работ на Минском полигоне небольшие, поэтому был выбран оптимальный масштаб – 1 : 35 000, 1 : 25 000. Геологические карты масштабов 1 : 100 000–1 : 1 000 000 называются региональными. По содержанию эти карты комплексные. На них должны быть отражены все необходимые данные, имеющие отношение к геологическим предпосылкам поисков и поисковым признакам. Карты масштабов 1 : 50 000–1 : 25 000 также должны быть комплексными, но специализированными на определенный вид полезного ископаемого. Для изучаемого района они служат основным документом, обосновывающим постановку поисковых работ.

На основе геологической карты масштабов 1 : 50 000–1 : 25 000 объектами оценки являются потенциальные рудные поля. При поисках этого масштаба могут быть выявлены лишь весьма крупные месторождения относительно простого геологического строения: месторождения углей, минеральных солей, осадочные месторождения железа и марганца и некоторых других полезных ископаемых. При более детальных поисковых и поисково-оценочных работах, которые проводятся в контурах обнаруженных рудных полей, производятся специализированные крупномасштабные геологические съемки 1 : 10 000–1 : 5 000 и крупнее.

Специализация геологических съемок при поисковых работах заключается в том, что главное внимание уделяется выявлению ведущих поисковых предпосылок прогнозируемого полезного ископаемого, а их изучение проводится с предельно возможной детальностью. Специализированное геологическое картирование как важнейший элемент входит во все рациональные системы поисковых работ.

Для выявления ведущих поисковых предпосылок изучаемых рудных полей и месторождений составляется несколько специализированных карт, позволяющих выявить или детализировать рудоконтролирующие элементы структур и сконцентрировать на них поисковые работы – геолого-структурные, литолого-фациальные, палеовулканические и др.

Кондиционность геологической карты заключается в соответствии ее содержания масштабу. Чем крупнее масштаб карты, тем подробнее должна быть легенда, более дробным расчленением комплексов пород, выделением структурных элементов и т. д. Кроме того, все контуры, границы, элементы залегания пород должны быть установлены более точно и обоснованно.

Все применяемые методы не имеют самостоятельного поискового значения и используются, в основном, в комплексе со специализированным геологическим картированием или другими видами геологоразведочных работ. Геолого-минералогические поиски месторождений твердых полезных ископаемых основаны на визуальном выявлении и прослеживании ореолов и потоков механического рассеяния в зависимости от характера которых выделяются валунно-ледниковый, валунно-обломочный и шлиховой методы. К геолого-минералогическим методам относятся также минералого-петрологические и минералогические исследования, направленные на изучение околорудных метасоматитов, вкраплено-прожилковой минерализации и картирования кристалломорфных свойств минералов.

Валунно-ледниковый метод используется геологами северных стран при поисках месторождений, перекрытых плащом ледниковых отложений. С помощью валунно-ледникового метода обнаружены многие месторождения рудных и нерудных полезных ископаемых. Он заключается в поисках рудных валунов и валунов-спутников в нижних горизонтах донных морен. Как правило, от коренного месторождения валуны расходятся в виде веера, расширяющегося в сторону движения ледника. Совместный анализ расположения валунного веера и геологической карты позволяет выделить перспективные площади обнаружения коренных месторождений.

Обломочный метод основан на изучении аллювиальных, делювиальных и элювиальных ореолов механического рассеяния. Сущность его заключается в обнаружении в отложениях обломков руды или сопутствующих минералов-индикаторов и прослеживании их вплоть до коренного выхода руды. Обломочный метод применяется в горно-таежных районах в комплексе со специализированным геологическим картированием. С его помощью обнаруживаются коренные выходы многих рудных и нерудных полезных ископаемых, устойчивых в зоне гипергенеза, зон окварцованных и метасоматических измененных пород.

Шлиховой метод заключается в систематическом шлиховом опробовании рыхлых отложений, изучении состава шлихов, прослеживании и оконтуривании шлиховых ореолов рассеяния и выявлении по ним коренных и россыпных месторождений полезных ископаемых. Шлихами называются концентраты, получаемые путем промывки рыхлых отложений, а также измельченных горных пород и минеральных скоплений. Этот метод применяется для поисков полезных минералов, обладающих большой плотностью, механической прочностью и устойчивостью в поверхностных условиях.

В последние годы на стадии общих и детальных поисков используется шлиховой минералого-геохимический метод, являющийся разновидностью шлиховых методов поисков. Сущность метода заключается в изучении состава и особенностей распределения рудных элементов и элементов-примесей в околорудном пространстве по результатам анализа шлиха, его отдельных фракций или отдельных минералов.

Сочетание в одном методе минералогической и геохимической информации существенно увеличивает достоверность и результативность поисков. Метод может применяться при поисках коренных месторождений благородных, цветных и редких металлов, сопровождающихся ореолами пиритизации. Особенно широкое применение метод находит при поисках месторождений, не выходящих на поверхность, а также при поисках месторождений, не сопровождающихся шлиховыми ореолами рудных минералов, устойчивых в зоне окисления. Применение шлихового минералого-геохимического метода показало его высокую эффективность в различных ландшафтно-геохимических условиях.

Большое значение при проведении геологической съемки (в том числе и крупномасштабной) и поисков имеет использование материалов космо- и аэросъемки (материалов дистанционного зондирования), получаемых при использовании съемочных систем, работающих в оптическом и микроволновом диапазоне, радиодиапазоне электромагнитного излучения. В настоящее время при геологических исследованиях в основном используются данные аэросъемок и съемок с автоматических спутников околоземных орбит. Аэросъемки проводятся в масштабах 1 : 2 000–1 : 5 000 (разрешение на местности – десятки сантиметров), 1 : 16 000–1 : 50 000 (разрешение на местности – первые метры), 1 : 50 000 и мельче (разрешение на местности – многие метры). Космические съемки подразделяются на съемки высокого разрешения на местности, среднего (10–100 м), низкого (хуже 100 м).

Материалы дистанционного зондирования позволяют выявлять практически весь комплекс геолого-тектонических элементов, являющихся объектами изучения при геологической съемке: площадных и стратифицированных и нестратифицированных объектов, прослеживание их границ, отдельных пластов и маркирующих горизонтов, даек,

разрывных нарушений. Так же проводится выделение тектонических блоков складчатых и кольцевых структур, размещение и особенности магматических пород, решается ряд поисковых задач: выделение рудоконтролирующих структур, установление ареалов гидротермально-метасоматических измененных пород, размещение зон окисления и др.

В целом использование материалов дистанционного зондирования дает более полную и объективную картину пространственных особенностей изучаемых территорий и закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых.

Полевые геологические карты, зарисовки обнажений, геологические профили, составляемые во время ведения полевых работ, называют полевыми графическими документами. Их подразделяют на фактологические, составляемые в полевых маршрутах, и на интерпретационные, получаемые в результате камеральной обработки фактологических документов. К фактологическим документам относят полевые рисунки, фотографии и литолого-стратиграфические маршрутные геологические карты. На полевые карты наносятся местоположения пунктов геологических наблюдений (отдельными условными знаками обозначаются опорные обнажения, водопункты, места обнаружения полезных ископаемых), результаты замеров элементов залегания и геологические границы выделенных и прослеженных на местности геологических тел. Каждому горизонту, слою, пачке и т. д. присваивается буквенно-цифровой индекс и штриховой или цветовой условный знак, удобный для его вычерчивания непосредственно в маршрутных условиях.

Интерпретационные геологические карты и другие интерпретационные графические документы составляют также в полевых условиях, но с учетом предварительных результатов петрографических, биостратиграфических и других лабораторных исследований. Интерпретационными являются карты: структурные, трещиноватости, разломов, полезных ископаемых, фактического материала, а также дополняющие их материалы – сводные геологические колонки, диаграммы ориентировки трещин и т. д.

УДК 550.8:528:553.078:

ОСОБЕННОСТИ КАРТИРОВАНИЯ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ ЗОН

С.А. Юдаев, А.В. Шидловская

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Кристаллический фундамент любого региона является источником многих полезных ископаемых, в том числе и металлических [1, 2]. Будучи образованными в результате различных магматических и связанных с ними метаморфических процессов, он содержит включения чёрных, цветных и благородных металлов. Изучая ореолы рассеивания и места рудопроявлений, можно составлять карты, анализ которых позволит сделать более точные предположения о наличии того или иного полезного ископаемого и создаст платформу для дальнейших исследований.

Как правило, при изучении рудоносности фундамента составляют карты трёх видов: монометальные, полиметальные и карты рудоносных формаций. Если исследователей интересуют области распространения какого-то конкретного металла, то составляются монометальные карты, на которых изображаются области повышенных и пониженных концентраций, а так же отмечаются уже известные месторождения и крупные залежи. Аналогично строятся и полиметальные карты, за тем исключением, что в них металлы рассматриваются в комплексе, как они чаще всего и залегают. Карты рудоносных формаций используются реже, но они эффективны для слабоизученных территорий и содержат данные о распространении толщ, которые содержат или могут содержать исследуемые металлы.

Тот факт, что на территории Беларуси кристаллический фундамент практически не выходит на поверхность, обуславливает специфику поиска и разведки металлических полезных ископаемых. Значение таких глубинных месторождений велико, так как их количество, качество руд и объёмы запасов теоретически могут быть достаточно большими. Главная проблема состоит в сложности и рентабельности добычи, что с развитием современных технологий, вероятно, упростится. Также проблемой является то, что поиск их гораздо труднее и дороже, чем приповерхностных.

Ведущую роль при поиске таких месторождений играет геофизика, которая позволяет достаточно быстро определить общие закономерности распределения пород с нормальными и аномальными свойствами. Вслед за ней в районах, определённых в качестве перспективных, используется бурение скважин. Как правило, в начале бурят скважины в местах наибольших аномалий, затем их бурят всё ближе к периферии.

При поиске цветных и редких металлов важным показателем служат ореолы рассеяния – площади с относительно высоким содержанием определённого металла или комплекса металлов, которые окружают рудные тела. Повышенное содержание металла наблюдается, в том числе, и на пути геологических агентов при непосредственном образовании месторождения, такие участки называются потоками рассеяния. С помощью потоков и ореолов зачастую исследуются территории вблизи уже выявленных месторождений.

В Республике Беларусь, глубина залегания кристаллического фундамента и значительная мощность перекрывающих его рыхлых осадочных отложений различна и колеблется от нескольких десятков до сотен и тысяч метров [3]. Глубокое залегание докембрийских пород определило изучение глубинных недр республики исключительно с помощью геофизических методов и глубокого бурения. Докембрийский фундамент слагают кристаллические, осадочные и вулканогенные породы архея и протерозоя, которые в различной степени изменены процессами регионального метаморфизма в условиях гранулитовой и амфиболитовой фаций. Локально проявлен метаморфизм эпидот-амфиболитовой и зеленосланцевой фаций. Толщи метаморфических пород интродуцированы магматическими расплавами, подвергаясь метасоматической гранитизации и воздействию других геологических изменений.

На присводовом участке северного склона Белорусской антеклизы кристаллическое основание перекрыто сплошным чехлом осадочных аккумуляций мощностью 250-340 м. Осадочные образования залегают на породах фундамента с резким угловым несогласием и стратиграфическим перерывом [4].

Несмотря на то, что фундамент подвергался длительному размыву и имеет существенную эрозионную расчлененность, его современная поверхность в основном обусловлена тектоникой. В строении поверхности фундамента Центрально-Белорусского массива отражены все тектонические движения, произошедшие в течение платформенных доплитных и плитных этапов развития. Поверхность фундамента разбита на блоки крупными и мелкими разломами, осложнена многочисленными нарушениями с горстами и грабенами, разделенными между собой структурными заливами и тектоническими депрессиями. Обращает на себя внимание тот факт, что в районах распространения грабенов с автономным развитием на границах с региональными разломами максимальные амплитуды вертикальных движений достигают ± 6 мм/год, опускания достигают 12 мм/год [1].

В течение нескольких покровных оледенений на территории Беларуси кристаллический фундамент в пределах Минского полигона испытывал ритмично-колебательные неотектонические движения. В каждую ледниковую эпоху на трансгрессивной фазе оледенения происходило гляциоизостатическое опускание, а на регрессивной – воздымание территории. Амплитуда достигала 100 м. При этом реакция недр на ледниковую нагрузку наиболее отчетливо проявлялась на площадях неглубокого залегания фундамента. В

междундиковые эпохи тектонические движения имели положительный знак. Сейчас основная площадь Белорусской антеклизы поднимается со скоростью от 0,2 до 2,2 мм/год.

Пространственное положение Белорусской антеклизы соответствует самым разнообразным тектоническим элементам фундамента: центральная ее часть расположена в пределах Западно-Белорусской складчатой системы северо-восточного простирания, Мазурский погребенный выступ частично совпадает с Мазовецким массивом, а Виленский погребенный выступ – с Полоцким массивом. Восточная часть антеклизы, имеющая четко выраженное субширотное простирание, наложена на Минский массив и Восточно-Белорусскую складчатую систему, которые протягиваются в северо-восточном направлении [5]. Следовательно, в целом Белорусская антеклиза и составляющие ее структурные элементы не наследуют простираний и знака структур фундамента. Однако, многие платформенные разломы, расположенные внутри антеклизы или ограничивающие отдельные ее участки, находят связь с разломами фундамента, в особенности - с поперечными по отношению к складчатым системами.

В литостратиграфическом разрезе развиты отложения архея, протерозоя, девона, меловой и четвертичной систем. На контакте кристаллического фундамента и дочетвертичной толщи в геосинклинальных зонах, под влиянием тектонических движений в условиях больших давлений и высоких температур, протекают метаморфические процессы, приводящие к возникновению глубинного, или регионального, метаморфизма. В условиях больших и средних глубин, повышенная температура и большое давление способствуют проявлению пластической деформации, при которой возникают сланцеватая и гнейсовая текстуры. Характерной особенностью этого типа текстур является параллельное расположение минералов (в зонах пластической деформации длинные оси минералов располагаются перпендикулярно давлению). Так, из кислых и средних пород возникают *ортогнейсы*, из осадочных – *парагнейсы*. Из основных и ультраосновных пород, а также из некоторых биохимических осадков образуются *амфиболиты* – сланцеватые породы с массивной текстурой, состоящие из зеленой роговой обманки, плагиоклаза и кварца [6, 7].

Самыми известными месторождениями кристаллического фундамента Беларуси являются Околовское и Новосёлковское месторождения железа, представленные железистыми кварцитами и ильменит-магнетитовыми рудами соответственно. Также к фундаменту приурочены медно-колчедановые, связанные с гранитоидами, и медно-никелевые, связанные с основными и ультраосновными породами, рудопроявления. Наличие редких металлов характерно для Микашевичско-Житковичского выступа, в котором перспективна добыча бериллия и металлов группы церия. На глубине около 800 м выявлены также области сульфидной минерализации с заметным содержанием золота. Оценка ресурсов выполняется методом прямых расчетов по параметрам оруденения и геометрии зон оруденения. Блоки подсчета ресурсов выделяются только на участках с зафиксированными подсечениями толщ пород с аномальными содержаниями металлов. Поисково-оценочные работы на цветные и благородные металлы в металлогенических зонах республики сейчас проводятся согласно мероприятию 41 Государственной программы геологоразведочных работ по развитию минерально-сырьевой базы Беларуси на 2006-2010 гг. и на период до 2020 г.

Литература

1. Аксаментова Н.В. Тектоническая корреляция структурно-вещественных комплексов кристаллического фундамента Русской плиты // Літасфера. 2002. № 1(16). - С. 31-38.
2. Геология СССР. Т. 3. Белорусская ССР / под ред. А.В. Сидоренко. - М.: Недра, 1971. - 454 с.
3. Геология Беларуси / под ред. А.С. Махнача, Р.Г. Гарецкого, А.В. Матвеева и др. - Минск: Ин-т геол. наук НАН Беларуси, 2001. - 815 с.

4. *Цапенко М.М., Мандер Е. П.* К характеристике современной доантропогенной поверхности Белоруссии / *Вопр. геологии антропогена.* - М.: Недра, 1972. - С. 4-7.
5. *Матвеев А.В., Нечипоренко Л.А.* Особенности современных вертикальных движений земной поверхности на территории Воложинского грабена // *Літасфера.* 1997. № 6. С. 76-79.
6. *Булкин Ю.С.* Особенности химизма гранитоидов Белорусской антеклизы в связи с их генезисом // *Вещественный состав и рудоносность кристаллического фундамента Беларуси.* - Минск: Ин-т геол. наук АН Беларуси, 1997. - С. 115-136.
7. *Губин В.Н., Карабанов А.К., Ковхута А.М.* Геологическая съемка и картографирование. - Минск: БГУ, 2002. - 134 с.

УДК 330.526;551 (476)

СОСТАВЛЕНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

М.Г. Ясовеев, А.И. Андрухович, А.С. Какарека

*Белорусский государственный педагогический университет им. Максима Танка,
Минск, Беларусь*

Геоэкологическое картографирование по способам, методам и целям представляет собой процесс создания моделей природной среды. Моделирование природной среды - формализованное упорядочение ее элементов с заданной степенью адекватности, отражающее исследуемые природные условия (геопространство). Основными элементами геоэкологической модели являются: 1) параметры природно-климатических условий и факторов; 2) параметры биоты; 3) параметры основы (почв, грунтов, пород); 4) параметры техногенной нагрузки [1].

Основным методом отображения результатов геоэкологических исследований является построение различных геоэкологических карт. Организация и технология при картографическом обеспечении геоэкологических исследований зависят от конкретных решаемых задач, детальности работ, изученности территории, экономических возможностей и ряда других условий.

В первую очередь целесообразно провести детальный и всесторонний анализ экологической информативности. Это касается карт геологического, геоморфологического и почвенного профиля, а также топографических основ. Информация карт позволит представить структуру экосистем данной территории и оценить характеристики компонентов экосистем, которые определяют естественное состояние геологической среды и её потенциальную реакцию на техногенные воздействия. Сведения о составе поверхностных отложений важны для оценки вертикальной и горизонтальной миграции поверхностного загрязнения, а также для суждения об устойчивости литогенной основы к эрозии и механическим нагрузкам. Особую ценность представляют инженерно-геологические карты, несущие многоплановую информацию о строении природной среды, и гидрогеологические карты, позволяющие судить о защищенности водоносных горизонтов. Аналогичным образом можно использовать геоморфологические и почвенные карты.

Интерпретация базовых карт должна послужить основой для составления серии специализированных картографических документов, отражающих различные стороны природного потенциала территории. Примерный перечень подобных карт выглядит следующим образом [2]: типы инфильтрационных сред; типология и кинематика разломов; защищенность водоносных горизонтов; инженерно-геологические процессы; геохимия ландшафтов; типы и ареалы техногенного воздействия; динамика ландшафтов.

Геоэкологическое картографирование требует сбора и систематизации большого материала о загрязнении и нарушенности природных комплексов. Принципиально важным

следует считать ранжирование критериев экологического состояния и системный подход при районировании территорий по экологической опасности.

Методика проведения геоэкологического районирования и составления геоэкологических карт. По мнению В.И. Осипова, картографированию подлежат «природно-технические системы» - комплексы природных и техногенных объектов, оказывающих взаимное влияние друг на друга. Наиболее интересной и обоснованной представляется точка зрения К.И. Сычёва, в соответствии с которой геоэкологическое картографирование должно быть синтетическим, отражающим техногенные изменения всех компонентов природной среды (почв, зоны аэрации, подземных вод и горных пород) в их взаимосвязи с поверхностной гидросферой, техногенными и природными ландшафтами, а также с деятельностью человека (инженерные сооружения и объекты, сброс сточных вод и захоронение отходов, водозаборы, системы орошения или осушения и т. д.) [3].

Следовательно, геоэкологическое картографирование - это картографирование природной среды как многокомпонентного объекта с быстро изменяющимися во времени и пространстве свойствами. Научно-методической основой геоэкологического районирования является требование одновременного отображения: природных геоэкологических закономерностей; источников и характера антропогенных воздействий на природные комплексы; реакции последней на эти воздействия; оценки и прогноза суммарного воздействия природных и антропогенных факторов на экологическое состояние почв и зоны аэрации, подземных вод, горных пород и природную среду в целом, как развивающуюся природно-техногенную систему. Отсюда следует, что методика проведения геоэкологического районирования и построения соответствующих карт базируются на технологиях и приёмах проведения геоэкологического картографирования.

Начальным технологическим этапом построения геоэкологической карты является выбор оценочных критериев геоэкологических условий. Как правило, в качестве ведущих показателей геоэкологических условий оценивается состояние трёх природных сред: атмосферного воздуха, почв, поверхностных и подземных вод. Анализируются сведения о вещественном составе грунтов, типах почв, растительном покрове, степени суммарного загрязнения почв, изменения уровня грунтовых вод, плотности загрязнения цезием-137 и другие характеристики геосистемы, полученные путём непосредственных измерений и наблюдений. Принимаются во внимание и косвенные данные: интенсивность водообмена, защищённость подземных вод, коэффициент освоенности ландшафтов и др. Комплексный анализ этих сведений позволяет оценить экологическое состояние геосистемы, выделив при этом территории с различной благоприятностью геоэкологической обстановки, что позволяет произвести районирование изученной территории с выделением зон различной интенсивности проявления техногенных процессов.

Назначение и содержание геоэкологических карт определяются, прежде всего, масштабом картографирования и объектами геоэкологического анализа. Составление таких карт осуществляется на трех уровнях: 1) региональном (мелкомасштабном 1 : 500 000 и мельче), 2) локальном (среднемасштабном 1 : 200 000–1 : 100 000) и 3) детальном (крупномасштабном 1 : 50 000–1 : 25 000). Мелкомасштабные геоэкологические карты составляются для стабильных в геоэкологическом плане районов, где преобладают устойчивые геосистемы и влияние деятельности человека относительно невелико. Они также могут составляться как обзорные карты для крупных регионов. Основное назначение таких карт – определение общей геоэкологической обстановки, выявление основных факторов и критериев, определяющих изменение геологического строения под влиянием антропогенных процессов. Среднемасштабные геоэкологические карты составляются для районов интенсивного освоения с достаточно широким развитием техногенных процессов. Крупномасштабные геоэкологические карты в первую очередь составляются для районов, где геосистемы резко дестабилизированы. Таким районом является, например, Припятское

Полесье с Припятским нефтеносным бассейном. Для условий Припятского нефтеносного бассейна применимо среднемасштабное картографирование, так как исследуемый регион находится под сильным техногенным воздействием [4].

Информация, отражаемая на геоэкологической карте, делится на три блока, характеризующие ненарушенное состояние природной среды, величину и интенсивность техногенной нагрузки, результаты техногенного воздействия на природную среду. По нашему мнению, основным является блок ненарушенного (естественного) состояния, так как устойчивость природной среды определяет её реакцию на техногенное вмешательство.

Литература

1. Ясовеев М.Г., Андрухович А.И. Оценка основных подходов и методов геоэкологического исследования природно-техногенных систем // Экологический вестник. 2013. № 3(25). С. 5-13.

2. Ясовеев М.Г., Шершнев О.В., Шевцова Н.С. Промышленная экология. - Минск: Новое Знание, 2013. - 292 с.

3. Ясовеев М.Г., Шершнев О.В., Андрухович А.И. Основы инженерной геоэкологии. – Минск: Новое Знание, 2013. - 352 с.

4. Ясовеев М.Г., Шевцова Н.С., Стреха Н.Л. Методика геоэкологических исследований: учеб. пособие. – Минск: Новое Знание, 2014. - 292 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
<i>Абрамович О.К.</i> Инженерно-геологические проблемы объектов нефтедобывающей промышленности в Гомельской области Республики Беларусь.....	4
<i>Абрамович А.А., Акулевич А.Ф., Верутин М.Г., Федосенко Л.Л.</i> Учебная практика по геологической съёмке и картографированию в условиях ограничений.....	5
<i>Барбиков Д.В., Гречко А.М., Кутырло В.Э.</i> Проблема классификации запасов твердых полезных ископаемых в Республике Беларусь.....	8
<i>Бибикова Е.В.</i> Геохимические особенности межсолевого комплекса Припятского прогиба на примере Никулинской площади.....	11
<i>Бобков В.Е.</i> Проблемы интерпретации данных сейсморазведки с целью повышения эффективности поисков и разведки нефти в условиях Припятского прогиба.....	14
<i>Ван Шивэй.</i> Геологические районы и территориальная система Китая.....	16
<i>Вашков А.А., Носова О.Ю., Сушкевич С.Л.</i> Петрографический состав валдайской морены южного Приильменя.....	19
<i>Верутин М.Г., Трацевская Е.Ю.</i> Опыт составления геологических моделей студентами при выполнении дипломных работ.....	21
<i>Гарецкий Р.Г., Каратаев Г.И.</i> Разломы литосферы и экологическое картирование Беларуси.....	24
<i>Гледко Ю.А., Буяков И.В.</i> Экологическое состояние подземных вод Могилевской области.....	27
<i>Голушко Д.И.</i> Принципы и технология минерагенического районирования Припятского калиеносного бассейна.....	30
<i>Грибик Я.Г.</i> Стадийность картирования нефтеперспективных объектов осадочных бассейнов Беларуси.....	33
<i>Губин В.Н., Коркин В.Д.</i> Космические методы региональных геологических исследований.....	34
<i>Dzierżek J., Kaczorowski J., Szymanek M.</i> Advantages of high-resolution digital terrain model (DTM) analysis in geological cartography.....	38
<i>Dzierżek J., Mieszkowski R., Szymanek M.</i> Geophysical methods in survey of geological cartography – examples from Polish Lowland.....	40
<i>Дубаневич М.А., Зуй В.И.</i> Геотермальные ресурсы отложений надсолевого девона Припятского прогиба.....	42
<i>Еловичева Я.К.</i> Новый опорный разрез плейстоценовых отложений (у пос. Конаховка, Смоленская область, Россия).....	45
<i>Жидкова Т.А.</i> Ландшафтно-индикационное картографирование природно-территориальных комплексов.....	49
<i>Жолнерович А.П., Заяц Ю.И.</i> Петрографический состав поозёрской морены Витебской возвышенности.....	51
<i>Зуй В.И., Дубаневич М.А., Василёнок Е.А.</i> Тепловое поле подсолевых отложений Припятского прогиба.....	55
<i>Kalicki T., Kuztal P., Frączek M.</i> Geological-geomorphological mapping of the Czarna Konecka river valley downstream of Staporków (Polish Uplands).....	59
<i>Kalicki T., Wawrusiewicz A., Frączek M.</i> Upper Biebrza Basin: problems of geological, geomorphological and geoarchaeological mappings.....	61
<i>Карабанов А.К., Рылова Т.Б.</i> Проблемы корреляции стратиграфических подразделений плейстоцена трансграничных регионов Беларуси, Литвы и Польши.....	64
<i>Кирикович А.В.</i> О связи геодинамического режима и минерагенической специализации Припятского прогиба.....	69
<i>Ковхута А.М.</i> Современные задачи геологии и роль высшей школы в их решении.....	70
<i>Колошич С.М.</i> Сравнительная характеристика камовых террас ледниковых ложбин Белорусского Поозерья и Балтийской гряды.....	72

<i>Колташников Г.А.</i> Влияние неотектонических процессов на развитие древнематериковых оледенений в белорусском регионе.....	75
<i>Комаровский М.Е., Хилькевич Е.В.</i> Морфология и происхождение перигляциальных водно-эрозионных долин восточного склона Ратичского массива Гродненской возвышенности.....	78
<i>Коробейников Б.И.</i> Минеральные радоновые воды в Беларуси.....	81
<i>Кудрявцева К.В.</i> Особенности состава подземных вод альб-сеноманских отложений на территории Брестского артезианского бассейна.....	83
<i>Кузьмин В.Н., Зуй С.И., Павлюченко А.М.</i> Методические особенности применения малых беспилотных летательных аппаратов при тепловой съемке.....	85
<i>Лаптёнок С.А., Чжао В.</i> Пространственное моделирование геоэкологических факторов... ..	88
<i>Литвинюк Г.И., Косяк А.И., Кузьмич А.В.</i> Аутигенное минералообразование в межледниковых отложениях разреза Белый ров.....	90
<i>Литвинюк Г.И., Стельмах А.Л., Семижон О.А.</i> Результаты изучения семенной флоры в опорном разрезе Речица возле г. Береза.....	93
<i>Лобов К.А.</i> Деформационные изменения пород-коллекторов в процессе нефтеизвлечения на примере месторождений Припятского прогиба.....	96
<i>Лукашёв О.В., Жуковская Н.В.</i> Ретроспективная оценка загрязнения почв и растительности г. Витебска металлами.....	99
<i>Мамчик С.О.</i> Изучение недр и развитие минерально-сырьевой базы Республики Беларусь в 2016–2020 гг.....	102
<i>Махнач А.А., Каримова Л.А., Мурашко О.В.</i> Изотопный состав углерода и кислорода верхнемеловых отложений юго-востока Беларуси.....	104
<i>Mansouri-Far S.</i> Salt deposits of Iran.....	107
<i>Митько И.А.</i> Геологическое строение Петриковского месторождения калийных солей....	110
<i>Мурашко Л.И.</i> Методы идентификации морских палеогеновых отложений Беларуси при геологическом картировании.....	113
<i>Обуховская В.Ю., Кручек С.А.</i> К вопросу о границе между отложениями франского и фаменского ярусов верхнего девона Северо-Припятского плеча.....	117
<i>Обуховский Ю.М., Жидкова Т.А.</i> Индикационное картографирование природной среды... ..	120
<i>Оношко М.П., Глаз А.С., Смыкович Л.И.</i> Комплексное геохимическое картирование территории.....	122
<i>Паремский Е.Г., Грудинин А.С., Седач В.Г., Гапонова Ю.А.</i> Методические ошибки при подсчете запасов: вид и величина мощности (на примере Борисовского месторождения Припятского прогиба).....	125
<i>Пашкевич Д.А.</i> Принципы геометаллургического картирования на примере медных рудопроявлений.....	128
<i>Петрова Н.С., Денисова Н.Ю.</i> Выявление конструктивных геологических предпосылок, определяющих вероятностную схему слоенакопления.....	131
<i>Петрова Н.С., Денисова Н.Ю.</i> Методологические аспекты использования структурно-формационного анализа для решения задач типового профилирования.....	134
<i>Понтус А.Р., Кудряков М.С.</i> Геоэкологический мониторинг протяженных инженерных объектов с использованием материалов аэрокосмосъемки и метода магнитной томографии.....	138
<i>Рылова Т.Б.</i> О возрасте кварцевых песков месторождения Городное.....	141
<i>Рябова Л.Н., Залыгина И.А.</i> Карта загрязнения донных отложений Брестской области масштаба 1 : 200 000.....	145
<i>Самодуров В.П., Шутин С.Г., Сиамак Мансури-Фар</i> Применение методов ГИС для изучения геотехнологических процессов добычи солей.....	148
<i>Санько А.Ф.</i> Геологическое картирование четвертичных отложений Беларуси: проблемы и перспективы.....	152
<i>Санько А.Ф., Лаухин С.А.</i> Лессы и лессовидные отложения Средней Сибири по результатам изучения разреза Усть-Ижуйль.....	155

<i>Сивенков А.Ю.</i> Реализация базы геоданных космогеологических индикаторов трансформации геологической среды для мониторинга карьерной горнотехнической системы.....	158
<i>Творонович-Севрук Д.Л., Лукашёв О.В.</i> Геохимическая специфика картирования аллювиальных отложений.....	161
<i>Унукович А.В., Краковецкий А.В.</i> Определение экономической ценности месторождений полезных ископаемых с учетом экологического фактора.....	163
<i>Шевелев Е.И.</i> Картирование объектов в пределах Савичско-Бобровичского участка Припятского прогиба по результатам петрофизического моделирования для определения мест возможного скопления нетрадиционных углеводородов.....	167
<i>Шелюто А.В.</i> Изменение фильтрационных характеристик коллекторов при снижении пластового давления на залежах нефти Припятского прогиба.....	170
<i>Шимбалёва Н.А., Кравец О.И.</i> Ложбина стока по р. Птичь на Минской возвышенности...	173
<i>Юдаев С.А.</i> Методические подходы к геологическому картированию.....	176
<i>Юдаев С.А., Шидловская А.В.</i> Особенности картирования металлогенических зон.....	179
<i>Ясовеев М.Г., Андрухович А.И., Какарека А.С.</i> Составление геоэкологических карт.....	182

Научное издание

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ
Contemporary Problems of Geological Mapping

Материалы X Университетских чтений

Минск, 14-15 апреля 2016 г.

В авторской редакции

Ответственный за выпуск *В.И. Зуй*
Компьютерная вёрстка *В.И. Зуя, О.В. Лукашёва*
Дизайн обложки *К.Ю. Балашов*

Подписано в печать 15.03.2016. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная.
Ризография. Усл.печ. л. 16,1 Уч.-изд. л. 13,7
Тираж 100 экз. Заказ 150

Белорусский государственный университет.
ЛИ № 02330/0494425 от 08.04.2009.
Пр. Независимости, 4, 220030, Минск.

Отпечатано с оригинала-макета заказчика
В республиканском унитарном предприятии
«Издательский центр Белорусского государственного университета».
ЛПН № 02330/0494178 от 03.04.2009. Ул. Красноармейская, 6, 220030, Минск