

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ ЦЕНТР НАУК О ЗЕМЛЕ
БЕЛОРУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ДИНАМИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ

ГЕОЛОГИЯ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ
ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

МАТЕРИАЛЫ
VIII Университетских геологических чтений
Минск, Беларусь, 3-4 апреля 2014 г.

Часть 2

МИНСК

2014

УДК 55(476)(06)+550.81(06)
ББК 26.3(4Бел)я431
П78

Редакционная коллегия: *В. Н. Губин, В.И. Зуй, О. В. Лукашёв, Н. С. Петрова, А. Ф. Санько* (ответственный редактор),
Д. Л. Творонович-Севрук

Рецензенты:

Первый заместитель генерального директора Научно-производственного центра по геологии,
канд. геол.-мин. наук *А. М. Ковхута*;
директор Государственного предприятия «Белгосгеоцентр»,
канд. геол.-мин. наук *В. Д. Коркин*

П78 **Геология и полезные** ископаемые четвертичных отложений: материалы VIII Университетских геол. чтений, 3–4 апр. 2014 г., Минск, Беларусь / редкол. А.Ф. Санько (отв. ред.) [и др.]. в 2-х частях – Минск: «Цифровая печать» 2014. – Ч. 2. 86 с.
ISBN 78-985-553-110-5

В сборнике материалов VIII Университетских геологических чтений отражен широкий спектр проблем, связанных с изучением четвертичных отложений. В нем также помещены материалы, касающиеся геодинамики, региональных исследований и геоэкологии.

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

УДК 55(476)(06)+550.81(06)
ББК 26.3(4Бел)я431

ISBN 978-985-553-110-5

© Коллектив авторов, 2014

ПРЕДИСЛОВИЕ

Очередные VIII Университетские геологические чтения, приобретающие статус ежегодных, посвящены исследованию отложений четвертичной системы, слагающей верхнюю часть платформенного чехла и представленную покровно-ледниковой и внеледниково-межледниковой формациями. Накопление четвертичных толщ, начавшееся в течение сильного планетарного похолодания, продолжают и в настоящее время. Отложения квартера играют роль моста между геологическим прошлым, современностью и будущим. Они являются объектом многостороннего исследования и поэтому четвертичный период рассматривается не просто в качестве очередного этапа геологического развития Земли, а как предмет целого учения, результаты которого могут быть распространены на более древние геологические эпохи.

Необходимость изучения отложений четвертичной системы диктуется запросами практики. Четвертичные образования – песок, гравий, глины, супесь, суглинок, лессы, валуны, отторгнутые породы более древних систем, а также подземные воды, представляют собой полезные ископаемые, которые чрезвычайно широко использовались и используются человеком. Необходимость изучения четвертичных отложений также диктуется запросами инженерной геологии, рассматривающих их в качестве оснований для различных сооружений.

По отношению к грандиозным ледниковым покровам территория Беларуси расположена в зоне аккумуляции между зоной преимущественной экзарации, в которой сохранились, в основном, самые молодые ледниковые отложения, и широкой перигляциальной полосой, представленной, главным образом, лессовыми породами. Ледниковые и межледниковые отложения в пределах этой зоны отличаются разнообразием генетических типов и фаций, ледниковых форм рельефа, стратиграфической полнотой, классическими проявлениями гляциодислокаций. По справедливому мнению выдающегося исследователя и несомненного знатока антропогена Беларуси академика Г.И. Горецкого эти отложения имеют эталонное значение для всей ледниковой зоны Русской равнины.

VIII Университетские геологические чтения, проводимые под эгидой Белорусско-российского центра наук о Земле, имеют своей целью показать уровень развития четвертичной геологии в БГУ. С другой стороны, мы хотели бы подчеркнуть возникающие дискуссионные проблемы в этой области геологических знаний и попытаться заявить о важнейших направлениях исследований четвертичных отложений, развивающихся на географическом факультете БГУ. С самых первых дней обучения студентам прививается любовь к исследованиям отложений квартера. Эти отложения рассматриваются в различных аспектах при изучении таких наук, как четвертичная геология, геоморфология, дисциплины геоэкологического, почвоведческого циклов, озероведение, гидрология, гидрогеология, поиски и разведка полезных ископаемых и др. Действительно, география и геология именно в этом научном направлении могут быть наиболее «полезны» друг другу. Все это позволяет продолжать и укреплять традиции немалого эшелона классных специалистов БГУ, имена и деяния которых широко известны в области изучения четвертичной геологии. Вспомним самых известных ученых и педагогов БГУ, внесших вклад в изучение четвертичного периода. Это – академики Н.Ф. Блюдоху, К.И. Лукашев, член-корреспондент В.К. Лукашев, профессора В.А. Дементьев, О.Ф. Якушко, Э.А. Левков, Э.А. Высоцкий, доценты Л.Н. Вознячук, В.В. Стецко.

Материалы, вошедшие в сборник докладов VIII Университетских геологических чтений, показывают значительные достижения последних лет и проблемы в разностороннем изучении четвертичных отложений. Участие в них ученых не только Беларуси, но и России, Украины, Польши, Латвии, Китая, Вьетнама, Узбекистана придает совещанию международный ранг.

Хорошей традицией, сложившейся на географическом факультете БГУ, является посвящение конференции личности, внесшей большой вклад в изучение предмета исследований. Мы посвящаем VIII Университетские геологические чтения «Геология и полезные ископаемые четвертичных отложений» памяти профессора Эрнста Аркадьевича Левкова (1935-1996) – белорусского советского ученого, геолога, историка, этнографа, краеведа, популяризатора науки, известного в мире как одного из основателей учения о гляциотектонике.

Оргкомитет
VIII Университетских
геологических чтений

¹М. А. Богдасаров, ¹Н. Ф. Гречаник, ²А. В. Матвеев¹ Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина, Брест Беларусь ² Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь,**ПЕРСПЕКТИВЫ РАСШИРЕНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТЕРРИТОРИИ ПОЛЕССКОЙ СЕДЛОВИНЫ**

Потребность любого региона в минеральном сырье необходимо оценивать с учетом перспективных планов развития реально работающих предприятий. Нами был составлен перечень предприятий Брестской и Гродненской областей, расположенных на территории Полесской седловины и использующих сырьевую базу минеральных строительных материалов. По адресам этих предприятий были разосланы специально составленные анкеты. Анализ собранных материалов позволил выполнить примерный расчет потребностей в сырье для региона в целом (таблица). Полученные данные были сопоставлены с разведанными запасами соответствующего сырья, что показало обеспеченность ими предприятий региона. Однако известные месторождения распространены неравномерно.

Потребности в минеральном сырье для производства строительных материалов, тыс. м³

Вид сырья	Этапы (годы)	
	2011–2015	2016–2020
Мел и мергель	2 104,0	2 005,9
Глинистое сырье	1 673,5	2 123,5
Песчано-гравийная смесь	5 276,5	6 357,2
Песок строительный	17 305,7	17 938,4
Песок силикатный	370,0	425,0
Щебень	3 058,9	3 575,8

Учитывая, что перевозка строительных материалов на значительные расстояния удорожает их стоимость, целесообразно в районах, испытывающих дефицит того или иного вида сырья, провести дополнительные работы, направленные на выявление новых прогнозных площадей. Кроме того, ряд предприятий, даже расположенных в районах сравнительно богатых сырьевой базой, тем не менее, высказали просьбы о приросте запасов на площадях, которые расположены в радиусе 15–30 км от производственных комплексов, что позволит им снизить себестоимость продукции.

Залежи строительных материалов в пределах Полесской седловины преимущественно тяготеют к четвертичной толще. При этом необходимо подчеркнуть, что промышленное значение (на современном этапе) могут иметь залежи на глубинах до 20–30 м, доступные для разработки открытым способом (карьерами). Эта верхняя часть четвертичного чехла построена главным образом ледниковыми и водно-ледниковыми образованиями, остальные генетические типы отложений встречаются значительно реже.

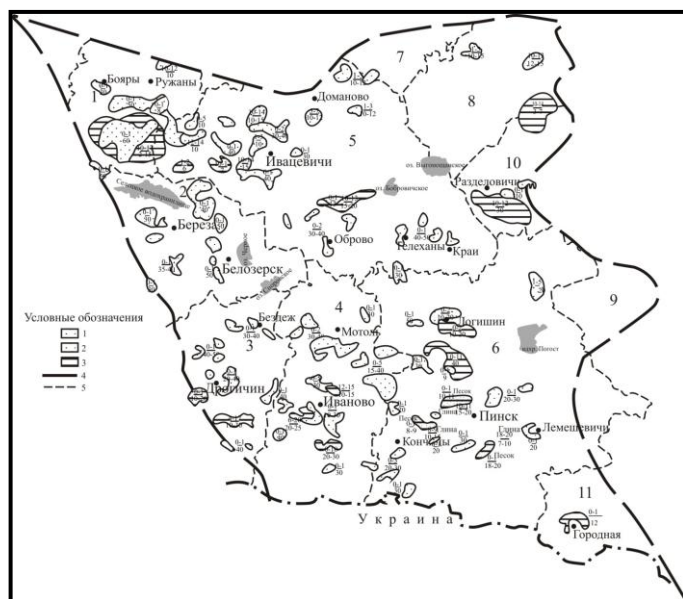
Ледниковые образования чаще всего сложены материалом разной крупности, который образует горизонтально- и косослоистые серии мощностью до 1 м и более. Нередко крупнообломочные слои разделяются прослоями мелкозернистых песков, супесей и глин. Толща часто дислоцирована и содержит отторженцы коренных пород. Вся толща иногда перекрыта слоем супесей, реже суглинков мощностью обычно до 3–4 м, изредка до 8–10 м. Количество мелких фракций (менее 0,1 мм) в ледниковых комплексах варьирует в широких пределах, но чаще всего не превышает 5–10%. Содержание песчаных частиц (0,1–1,0 мм) изменяется от 1–2 до 90%, более грубого материала (более 1,0 мм) – от 3–5% до 60–80%, причем на галечные и валунные фракции попадает от 0,5–1% до 25%. Эти отложения являются основной сырьевой базой строительных песков и песчано-гравийных смесей.

Моренные отложения обычно представлены валунными супесями и суглинками, иногда с отторженцами коренных пород (мел, глины), прослоями разнотернистых песков. Отложения имеют массивную текстуру, но достаточно широко распространено также плитчатое, слоисто-плитчатое сложение, гляциодинамические текстуры в форме полос или языков затянутого с ледникового ложа материка, разнообразных сколов, гляциодиапиров и гляциокуполов, наложенные текстуры сжатия, складкообразования, морозобойных трещин и т.д. Содержание глинистого (менее 0,01 мм) и крупнообломочного (более 1 мм) материала варьирует в широких пределах (фракции более 1 мм – 0,0–46,9%, менее 0,01 мм – 2,5–83,5%). Естественно, что моренные отложения, содержащие минимальное количество грубообломочного материала и повышенное количество глинистых частиц, могут использоваться для производства керамического кирпича. Встречающиеся в этих толщах отторженцы также представляют определенный интерес в качестве сырья для производства стройматериалов. При этом особое внимание заслуживают отторженцы мела.

Разнообразно на площади изученного региона представлены флювиогляциальные отложения, слагающие зандровые поля и долинныя зандры, камы и камовые террасы, озы. Для всех отложений характерна в разной степени выраженная слоистость. Флювиогляциальные отложения представлены разнотернистыми песками, песчано-гравийно-галечными отложениями, гравием, галечниками, иногда встречаются прослои тонких песков и супесей. Содержание глинистых и пылеватых фракций в зандровых отложениях обычно не превышает первых процентов, изредка достигая 20–30% и более. На песчаные частицы приходится до 70–80%, причем возможны значительные вариации состава. Доля грубообломочных фракций чаще всего составляет 20–40%. При этом необходимо подчеркнуть, что содержание наиболее крупных обломков достигает максимальных величин вблизи краевых ледниковых образований и убывает в дистальном направлении от них. Гранулометрический состав флювиокамов и озоз близок к составу краевых ледниковых комплексов, а лимнокамы характеризуются резким преобладанием мелкозернистых песков. Флювиогляциальные отложения широко используются в качестве строительных песков и песчано-гравийных смесей.

Озерно-аллювиальные отложения в основном построены тонко- мелкозернистыми песками, алевролитами, тонкими супесями, реже суглинками. Среди аллювия абсолютно преобладают разнотернистые пески, нередко встречаются песчано-гравийные отложения, особенно на участках размыва краевых ледниковых образований. Особый интерес в качестве глинистого сырья представляют озерно-ледниковые отложения, которые в пределах Полесской седловины встречаются на небольших площадях и представлены преимущественно глинами часто с ленточной текстурой, тонкими супесями и

тонкозернистыми песками. В глинистых разностях содержание фракции менее 0,01 мм может достигать 80–95% при минимальном содержании частиц крупнее 0,25 мм.



– Ивановский, 5 – Ивацевичский, 6 – Пинский, 7 – Барановичский, 8 – Ляховичский, 9 – Лунинецкий, 10 – Ганцевичский, 11 – Столинский

Схема прогнозных площадей на строительные материалы в пределах Полесской седловины, составлена по данным буровых работ, проведенных РУП «Белгеология»

Подводя итог приведенным выше данным, можно сделать вывод о том, что наиболее реальные перспективы по приросту запасов и за счет этого уменьшению расходов на перевозку существуют по глинистому сырью, строительным пескам, песчано-гравийному и песчано-гравийно-галечному материалу. Учитывая особенности строения покровных отложений, следует подчеркнуть, что на исследуемой территории не по всем видам потребляемого сырья существуют необходимые геолого-экономические предпосылки для выявления и использования новых залежей полезных ископаемых, потребности в которых обеспечиваются за счет дальних перевозок.

Высоцкий, Э.А. Геология и полезные ископаемые Республики Беларусь / Э.А. Высоцкий, Л.А. Демидович, Ю.А. Деревянкин. – Минск: Университетское, 1996. – 184 с.

Основы геологии Беларуси / под ред. А.С. Махнач [и др.]. – Минск: ИГН НАН Беларуси, 2004. – 392 с.

Полезные ископаемые Беларуси: к 75-летию БелНИГРИ / редкол.: П.З. Хомич [и др.]. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2002. – 528 с.

В. Н. Губин, Д. Л. Иванов, А. Ф. Санько

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В БЕЛОРУССКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Праца па вывучэнню геалогіі Беларусі –
самае галоўнае, самае важнае,
самае вялікае, самае значнае.
Акадэмік Гаўрыла Гарэцкі

Университетское геологическое образование на кафедре динамической геологии географического факультета БГУ обеспечивает высококвалифицированную подготовку инженеров-геологов по специальности «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых». Обучение осуществляется по двум специализациям – «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» и «Гидрогеология и инженерная геология». В ходе учебного процесса студенты овладевают знаниями в области изучения закономерностей строения и развития земной коры, проведения геологической съемки, поисков и разведки полезных ископаемых, а также выполнения инженерных изысканий и гидрогеологических исследований. Геологическое образование предусматривает широкую общенаучную, общетехническую и специальную (теоретическую и практическую) подготовку будущих специалистов. К числу основных изучаемых дисциплин относятся: Минералогия Петрография Литология Структурная геология, Геологическая съемка и картографирование работ Поиски и разведка месторожд. полез. ископ. Геофизические методы исследований Геотектоника Гидрогеология Инженерная геология Геология Беларуси и смежных стран Месторождения металлических полезных ископаемых Месторождения горючих и неметалл. полез ископаемых Экологическая геология и др. Сходные по содержанию предметы осваивают будущие геологи в ведущих университетах мира – Франции, Германии, США, Италии, Японии. Своеобразным напутствием молодым людям, студентам, стремящимся получить геологическое образование, изучить геологию своей страны, являются мудрые слова академика Г.И. Горецкого «Праца па вывучэнню геалогіі Беларусі – самае галоўнае, самае важнае, самае вялікае, самае значнае».

Развитие геологического образования в БГУ находится на подъеме. По всей вероятности, это является отражением роста рейтинга самого БГУ. Напомним, что среди университетов стран СНГ, согласно одному из самых известных вебметрических рейтингов — [Webometrics Ranking of World Universities](http://www.Webometrics.Ranking.of.World.Universities), БГУ находится на четвертом месте, пропустив вперед лишь 3 российских университета: МГУ им. М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургский и Томский университеты. Исходя из рейтинга авторитетного британского агентства QS WUR, проводимого с 2004 г., в 2012 г. БГУ во второй раз вошел в ТОП-700 лучших университетов мира и находится в группе вузов, занимающих 501-550 позиции.

Количество студентов, желающих изучать геологию на кафедре динамической геологии географического факультета БГУ, растет из года в год. Геологическое образование в БГУ решили получить помимо белорусов многие молодые люди из следующих стран мира – Туркменистана, России, Нигерии, Азербайджана, Эстонии и др. Студенты-выпускники кафедры динамической геологии востребованы в организациях геологического профиля Беларуси и тех стран, откуда они приехали на учебу.

Возрастающая роль геологического образования в БГУ обусловила постановку вопроса о структурной реорганизации географического факультета и изменения его названия в ближайшей перспективе на факультет географии и геологии. Увеличение количества студентов-геологов на кафедре динамической геологии, вызывает потребность организации новой кафедры – инженерной геологии и геофизики. Она обеспечит высококвалифицированную подготовку студентов и овладению знаниями в области инженерной геологии. Следует отметить, что в Беларуси большое внимание уделяется инженерно-геологическим и геофизическим исследованиям в связи с проведением гражданского и промышленного строительства. Для выполнения инженерно-геологических изысканий необходимы соответствующие специалисты, поэтому открытие на факультете новой кафедры будет способствовать не только подготовке востребованных специалистов, но и более эффективной подготовке геологов в области инженерных изысканий.

Уровень образования во многом зависит от личности преподавателя, его организаторских и творческих устремлений. История университетского геологического образования в БГУ богата именами выдающихся ученых-педагогов. К числу тех, кто внес самый заметный вклад в обучение студентов можно отнести академиков Н.Ф. Блюдоху, К.И. Лукашеву и А.С. Махначу, член-корреспондента А.В. Фурсенко, профессоров Э.А. Левкова и Э.А. Высоцкого, доцента Л.Н. Вознячука. К числу выдающихся ученых-организаторов геологического образования, поддерживающих сегодня научно-педагогические связи с кафедрой динамической геологии следует отнести академиков Р.Г. Гарецкого, А.А. Махначу, член-корреспондента А.К. Карабанова, профессора В.И. Зуя, доцентов А.М. Ковхуто, В.Н. Кузьмина, С.О. Мамчика и др.

Николай Федорович Блюдоху (1878-1935) в 1922 г. возглавил Горный отдел Управления ВСНХ Беларуси. В июне 1923 г. стал первым заведующим кафедрой геологии университета (Губин, Пирожник, 2003). С 1926 г. возглавлял Комиссию по изучению производительных сил республики, с 1929 г. он председатель Представительства Геологического комитета в Беларуси. В 1929–1935 гг. директор Института геологии и гидрогеологии АН Беларуси. Организатор работ по геологической съемке и разведке месторождений полезных ископаемых в Беларуси. Написал около 200 научных работ, связанных с изучением различных вопросов геологии и геоморфологии территории Беларуси. При его поддержке в БГУ был открыт геолого-почвенно-географический факультет (1934).

Константина Игнатьевич Лукашёв (1907-1987) – ректор [Белорусского государственного университета](#) с 1952 по 1957 год. В БГУ им была создана кафедра геохимии и полезных ископаемых. С 1956 по 1969 год — вице-президент [АН БССР](#). С 1963 по 1979 год — заведующий Лабораторией геохимических проблем АН БССР. С 1971 по 1977 годы — директор Института геохимии и геофизики АН БССР. К.И. Лукашёв разработал зональную геохимическую классификацию коры выветривания. Предложил геохимическую (комплексную) гипотезу лёссовобразования. Генетические типы четвертичных отложений изучал с точки зрения геохимии. Установил геохимические провинции на территории Беларуси. Обосновал перспективы поисков месторождений металлов и неметаллического сырья на территории Беларуси. Разработал научные основы охраны окружающей среды и биосферы.

Александр Семенович Махнач (1918-2006) – основатель белорусской школы литологии, петрографии и палеогеографии. С 1950 года преподавал в Белорусском государственном университете дисциплину «Минералогия». А.С. Махнач впервые выделил в осадочной толще Белоруссии верхнепротерозойские отложения: установил площади распространения, разработал стратиграфическую схему, изучил состав и условия осадконакопления. Он исследовал стратиграфию, литологию и геохимию девонских, кембрийских и ордовикских отложений, условия их образования, а также кристаллический фундамент и развитые на нём и в осадочном чехле коры выветривания. Он участник открытия месторождений нефти, калийных и каменных солей, железных руд, горючих сланцев и других полезных ископаемых.

Радим Гаврилович Гарецкий (род. 1928 г.) в 1995-1997 гг. заведующий кафедрой Белгосуниверситета. Научные работы посвящены тектонике и геодинамике платформ, включая территорию Запада Восточно-Европейского кратона и Беларуси. Изучает вопросы стратиграфии, литологии, палеогеографии, геофизики, геологии нефтяных, газовых и других месторождений полезных ископаемых. Внес существенный вклад в тектонический анализ мощностей отложений. Развил учение о тектонике платформ. Рассмотрел особенности строения и развития континентальных палеорифтов, в частности на примере Припятского прогиба доказал листрический характер формирующих его разломов. Участвовал в составлении многих тектонических карт. Разработал принцип тектонического районирования платформенных областей по основному этапу формирования структур.

Александр Васильевич Фурсенко (1903-1975) в 1950 г. был избран членом-корреспондентом АН БССР и переехал на работу из Ленинграда в Минск. Организованная им в 1951 г. в Институте геологических наук АН БССР лаборатория палеонтологии явилась той научно-организационной ячейкой, которая на десятилетия определила успехи белорусской биостратиграфической школы исследователей. А.В. Фурсенко уделял большое внимание подготовке исследователей-палеонтологов и стратиграфов. Его аспирантами были такие известные ученые, создавшие под его руководством современные основы стратиграфии осадочных толщ территории Беларуси. Одновременно с работой в Академии наук А.В. Фурсенко был заведующим кафедрой общей геологии в Белорусском государственном университете и читал курсы лекций: «Введение в геологию», «Общая геология», «Историческая геология» и др., проводил практические занятия и полевые практики в Крыму и на Урале.

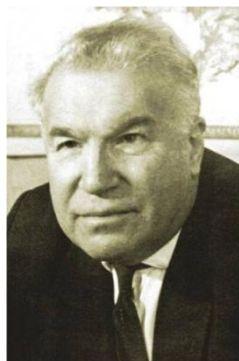
Леонид Николаевич Вознячук (1929-1981), несмотря на недолгую жизнь, успел сделать много в различных направлениях четвертичной геологии. Наиболее значительный вклад он внес в стратиграфию и палеогеографию четвертичного периода Беларуси. Он живо интересовался также проблемами археологии, палеопотамологии, палинологии, палеокарпологии, палеоэнтомологии, палеотериологии, радиоуглеродного датирования отложений и умел использовать результаты этих методов для палеогеографических реконструкций. За 30 лет активной производственной, научной и научно-педагогической деятельности в БГУ, Л.Н. Вознячук, привел богатый и оригинальный материал по характеристике четвертичных отложений Беларуси и сопредельных территорий. Его мысли были постоянно нацелены на раскрытие закономерностей развития природы ледникового периода, на восстановление последовательности событий, на достижение истины. Он жил, работал, преподавал, опережая время.

Эрнст Аркадьевич Левков (1935-1996) – белорусский советский ученый, [геолог](#), историк, этнограф, краевед, популяризатор науки. Помимо научной работы он также занимался педагогической деятельностью – читал лекции для студентов БГУ. Под руководством Э.А. Левкова подготовлено и защищено более чем 20 кандидатских диссертаций, соискатели которых, в основном, были выпускники-геологи. Э.А. Левков известен разработкой теории [гляциотектоники](#), изучением региональной геологии, рельефа и полезных ископаемых Беларуси.

Эдуард Александрович Высоцкий (1943–2011) с 1998 г. профессор кафедры динамической геологии географического факультета БГУ. Студентам-геологам, которые его очень ценили и любили, он читал ряд базовых курсов: «Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых», «Генезис месторождений полезных ископаемых», «Месторождения металлических полезных ископаемых», «Месторождения горючих и неметаллических полезных ископаемых». Преподавательскую деятельность он сочетал с активной научной работой, опубликовал с коллегами три монографии: «Месторождения калийных солей Беларуси: геология и рациональное недропользование», «Полезные ископаемые Беларуси», «Спутниковые технологии в геодинамике», а также Карту полезных ископаемых Республики Беларусь масштаба 1:500000.



Н.Ф. Блюдухо



К.И. Лукашѳв



А.С. Махнач



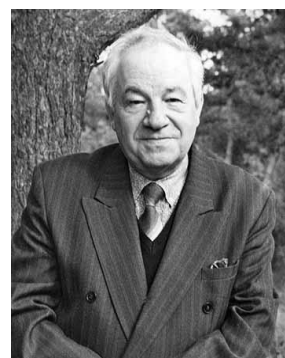
Р.Г. Гарецкий



А.В. Фурсенко



Л.Н. Вознячук



Э.А. Левков



Э.А. Высоцкий

Рисунок 2. — Выдающиеся геологи Беларуси, сыгравшие значительную роль в университетском геологическом образовании

Роль и авторитет этих ученых в студенческой среде была очень значительной. В широком значении это были педагоги-мыслители, общественные деятели, формирующие взгляды и убеждения студентов, помогающие им находить свои пути в жизни.

В настоящее время преподавательский состав кафедры динамической геологии представлен 2 докторами наук (профессора В.Н. Губин, А.Ф. Санько), 5 кандидатами наук (доценты М.Е. Комаровский, О.В. Лукашев, Н.С. Петрова, В.П. Самодуров, Д.Л. Творонович-Севрук) и 2 сотрудниками, работающими над кандидатскими диссертациями (преподаватель С.А. Юдаев и преподаватель А.А. Вашков). Учебно-вспомогательный персонал включает ведущего специалиста по учебному лабораторному оборудованию И.С. Лапа, инженера (Т.Е. Фролова) и лаборанта (Т.Д. Клевченя), имеющих высшее образование.

Помощь в подготовке инженеров-геологов оказывает филиал кафедры динамической геологии, организованный еще в 1998 г. в Институте геохимии и геофизики НАН Беларуси и сегодня действующий в ГП НПП по геологии Управления геологии при Министерстве природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. Цель работы филиала кафедры - использование потенциала академической и производственной науки в системе подготовки геологических кадров высшей квалификации. Сотрудники филиала кафедры задействованы в самом учебном процессе геологического образования.

Кафедра динамической геологии БГУ обеспечивает учебный процесс по 48 геологическим дисциплинам с общей учебной нагрузкой более 9900 часов в год. Содержание и методика преподавания дисциплин (базовых, спецкурсов) корректируются и обновляются в соответствии с развитием геологической науки и новых информационных технологий. Компьютерное программное обеспечение внедряется в учебный процесс по мере технического оснащения факультета.

Кафедра динамической геологии БГУ обеспечивает учебный процесс по 48 геологическим дисциплинам с общей учебной нагрузкой более 9900 часов в год. Кафедра проводит ряд учебных практик: «Общегеологическая» (1-й курс), «Геологическая съемка и картографирование» и «Буровая практика» (2-й курс) на Минском геологическом полигоне, на буровых площадках ГП НПП по геологии, а также шахтах разрабатываемого Старобинского месторождения калийных солей РУП ПО «Беларуськалий». Производственные практики по специализациям на 3-м и 4-м курсах осуществляется в научных и производственных геологических и инженерно-геологических организациях г. Минска.

В научных подразделениях ГП НПП по геологии под руководством ведущих ученых-геологов студенты знакомятся с методами геолого-геофизических исследований, литолого-стратиграфического изучения платформенного чехла, выявления нефтеперспективных структур в Припятском осадочном бассейне, прогнозно-минералогической оценки кристаллического фундамента и др. В лабораториях НПП студенты приобретают навыки работы с геофизическими приборами. осуществляют палеонтологические, минералого-петрографические и физико-химические исследования горных пород.

Сотрудники кафедры динамической геологии БГУ выполняют научно-исследовательскую работу. Основные научные направления исследований - космическая геология и перспективы нефтегазоносности осадочных бассейнов Беларуси; изучение структурно-вещественных комплексов соленосных формаций и прогнозно-техническая оценка калийных руд; стратиграфия, палеогеография и полезные ископаемые четвертичных отложений; геохимия техногенеза, мониторинг окружающей среды и рациональное недропользование.



Рис. 2. Сотрудники кафедры динамической геологии. Слева направо: Д.Л. Творонович-Севрук, И.С. Лапа, О.В. Лукашев, А.Ф. Санько, В.Н. Губин, Н.С. Петрова, С.А. Юдаев, В.П. Самодуров, Т.Е. Фролова, М.Е. Комаровский

Подготовка специалистов высшей квалификации осуществляется через магистратуру и аспирантуру, которые являются неотъемлемой составной частью учебного процесса. Перспективы развития геологического образования связаны с новыми формами учебно-методической работы: внедрением в учебный процесс инновационных образовательных технологий и электронных программных продуктов; разработкой новых актуальных спецкурсов, подготовкой учебных пособий, обеспечением практических занятий и контролируемой самостоятельной работы студентов на основе использования современных информационных средств. В перспективе назревает вопрос открытия заочной практико-ориентированной магистратуры, англоязычной магистратуры (аспирантуры) для иностранных студентов. В связи с ориентацией учебного процесса на практические нужды и производственные запросы, предстоит решить ряд вопросов по интенсификации и структуризации учебных полевых и производственных практик. Сегодня в Республике Беларусь кафедра динамической геологии географического факультета БГУ становится центральным звеном в университетском геологическом образовании и подготовке инженеров-геологов.

В. Я. Евзеров

Геологический институт Кольского НЦ РАН, Апатиты Россия

ОРГАНОГЕННЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ СЕВЕРО-ВОСТОКА БАЛТИЙСКОГО ЩИТА

Органогенные полезные ископаемые широко распространены в северо-восточной части Балтийского щита. Все они сформированы в голоцене. Это, прежде всего, сапропели и торфяники, представляющие значительный интерес для развития и промышленности и сельского хозяйства. Полные сведения об областях применения диатомитов содержатся в статье П. Матковского и Р. Яруллина (2011). Прочие сапропели тоже являются полезными ископаемыми (удобрения, кормовые добавки, лечебные грязи и др.). В настоящее время сапропели практически не находят применения. Что касается торфа, то он в качестве топлива употребляется в таких странах, как Канада и Финляндия. Торф также является источником получения гуматов и других продуктов и весьма полезен для земледелия. В Мурманской области торфяники после мелиорирования используются в качестве сельскохозяйственных угодий. На существенно более ограниченных площадях региона встречается ракушка, которая могла бы найти применение при откорме птиц. Речной жемчуг, добывавшийся ранее, уже нельзя рассматривать как полезное ископаемое, поскольку жемчужница (*Margaritifera margaritifera*) внесена в красную книгу.

В пределах всего Балтийского щита почвообразующие процессы способствуют поступлению в воды озер кремнекислоты и элементов биофилов, необходимых для активного развития популяций диатомовых водорослей. Однако, обособление и концентрирование створок диатомей с образованием диатомитов возможно только при насыщении воды кислородом и слабой гидродинамике среды осадкообразования. Такие условия соблюдаются в ряде озер, как Мурманской области, так и Карелии, где прогнозные ресурсы диатомитов, несмотря на недостаточную изученность озер, оценены в 300 млн. м³ (Демидов, Шелехова, 2006). Это позволяет говорить о достаточной условности границы между кольской и карельской провинциями распространения месторождений диатомитов. Существенно отметить, что по насыщенности озерами на единицу площади речных водосборов Мурманская область в два с половиной раза превосходит Карелию. Естественно, и прогнозные ресурсы диатомитов области должны значительно превышать таковые Карелии. Поиски диатомитов целесообразно вести в широких котловинах проточных озер, воды которых насыщены кислородом, а широкие озерные ванны предполагают наличие обширных придонных участков с замедленным перемещением вод (Евзеров, 2011). Остальные виды сапропелей локализованы в бессточных озерах, воды которых обеднены кислородом.

Сведения о торфяных месторождениях приведены по материалам Комитета промышленного развития Мурманской области, ЗАО «Русская торфяная земля» и торфяного фонда РСФСР (Комитет...; торфяной фонд РСФСР, 1957). Балансом

по Мурманской области учитывается 48 месторождений торфа площадью более 10 га с общей площадью 9918,62 га и запасами 13376 тыс. т торфа. Перспективы добычи торфа на территории области обусловлены наличием 620 месторождений общей площадью 379575 га с прогнозными ресурсами 853403 тыс. т торфа. Всего же при проведении поисково-разведочных работ были оценены запасы 815 месторождений с площадью в границах промышленной залежи 388,18 тыс. га и запасами торфа 907,5 млн. т при 40% влажности. Наиболее распространены месторождения площадью до 100 га. По количеству они составляют 80%, а по запасам на их долю приходится всего 4,4%. Основные запасы торфа (87%) сосредоточены в 26 месторождениях, площадь каждого из которых превышает 1000 га. Самые крупные месторождения сосредоточены в верховьях рек Поной, Варзуга и их притоков. Залежи всех типов торфа (верхового, смешанного, переходного и низинного) в Мурманской области маломощные. Их средняя толщина варьирует от 0,99 до 1,52 м. Уместно отметить, что в районе городов Апатиты и Кировска, а также села Ловозеро среди большого количества мелких месторождений встречаются и крупные площадью в несколько тысяч га, которые могут активно эксплуатироваться. Торф является возобновляемым полезным ископаемым. Средние скорости нарастания торфа рассчитаны нами по данным работ (Елина и др., 2000; 2005). Они составили в тундре 0,2–0,3 мм/год, в лесотундре – от 0,15 до 0,4 мм/год и в тайге – от 0,1 до 0,76 мм/год. В Кольском регионе, где крупные месторождения торфа, как отмечалось, имеются вблизи населенных пунктов целесообразно наладить комплексную переработку торфа, имея в виду не только использование её продуктов (гуматов и др.) внутри страны, но и широкие возможности их экспорта. Создание новых производств будет способствовать повышению жизнестойкости городов, возникших в связи с деятельностью одного крупного градообразующего предприятия (Евзеров, 2012). Такими городами в Мурманской области являются Апатиты, Кировск, Мончегорск и др.

Ракуша (ракушняк) используется для изготовления ракушечной кормовой крупы. Она успешно добывается на побережьях Каспийского и Азовского морей. В Белом море залежи ракушки обнаружены в северо-западной части Воронки Бурого моря и в смежных участках Баренцева моря в зоне общей длиной 100 и шириной 50 морских миль (Яковлева, Гуревич, 1974). Располагаются богатые залежи на глубинах 40–60 м. Ориентировочно минимальные запасы ракушки превышают 260 млн. т в пересчете на CaCO_3 .

Жемчужница ранее была широко распространена в реках Баренцева и Белого морей. Ныне ареал вида значительно сократился, но крупные популяции моллюска сохранились в бассейнах рек Туломы и Варзуги, жизнеспособные популяции обитают также на территории Лапландского заповедника. Ценность европейской жемчужницы не ограничивается одним жемчугом, добыча которого велась в больших масштабах, но сейчас полностью прекращена. У крупных особей, достигающих половой зрелости к 20 годам, плодовитость достигает 3 миллионов икринок. Яйца развиваются в жабрах самок. В конце лета из них выходят личинки моллюска. Они, попадая в воду в сентябре, прикрепляются к жабрам семги, в существенно меньшей степени кумжи, хариуса и других рыб. Личинки впрыскивают семге вещества, отключающие программу ускоренного старения (Зюганов, 2005), вследствие чего семга живет 6–7 и даже более 10 лет. Это привело исследователей к мысли, что секреты личинок жемчужницы могут стать основой нового интересного лекарства. Первые шаги в этом направлении уже сделаны (<http://www.arctic-plus.ru>).

Демидов И.Н., Шелехова Т.С. Диатомиты Карелии (особенности формирования, распространения, перспективы использования) – Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2006. 89 с.

Евзеров В.Я. Формирование месторождений диатомита на крайнем северо-западе России // Вестник Воронежского гос. университета. Серия: геология. № 2. 2011. С. 55–65.

Евзеров В.Я. Торфяные месторождения Мурманской области // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Серия: геология. № 2. 2012. С. 153–157.

Елина Г.А., Лукашов А.Д., Юрковская Т.К. Позднеледниковье и голоцен восточной Фенноскандии (палеорастиельность и палеогеография) // Петрозаводск: Карельский НЦ РАН. 2000. 242 с.

Елина Г.А., Филимонова Л.В., Грабовик С.И., Костина В.И. Болота Кольского полуострова // Труды Карельского НЦ РАН. Вып. 8. 2005. С. 94–111.

Зюганов В.В. Долгожитель-паразит, продлевающий жизнь хозяину. Жемчужница *Margaritifera margaritifera* выключает программу ускоренного старения у лосося *Salmo salar* // Доклады РАН. 2005. Т. 403, № 5. С. 701–705.

Комитет промышленного развития, экологии и природопользования Мурманской области-Недропользование-Минерально-сырьевой потенциал // <http://nature.gov-murm.ru/mineral/info/>

Матковский П., Яруллин Р. Кремний в мире человека // The Chemical Journal. 2011. Июнь-июль. С. 36–39.

Торфяной фонд РСФСР // Гл. упр. Торфяного фонда при Совете Министров РСФСР. М., 1957. 774 с.

Яковлева Т.В., Гуревич В.И. Донные отложения и биогеоценозы Баренцева и Белого морей. Апатиты: Изд. Кольск. фил. АН СССР 1974. С. 87–95. <http://www.arctic-plus.ru>.

В. И. Зуй

Государственное предприятие «НПЦ по геологии», Минск, Беларусь

АСИММЕТРИЯ ТЕПЛОВОГО ПОЛЯ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

Припятский прогиб является наиболее изученной структурой Беларуси в геотермическом плане. Здесь термограммы зарегистрированы во многих нефтепоисковых скважинах, за его же пределами они имеются только в немногих мелких скважинах (обычно до 500 м), рис. 1. Вертикальными линиями изображено местоположение изученных скважин, их длины отражают глубины, до которых имеются термограммы.

Многолетними исследованиями (Богомолов и др., 1972; Пархомов, 1985; Цыбуля, Левашкевич, 1990; Зуй и др., 1993; Zhuk et al., 2002; Зуй, Жук; 2006; Зуй 2013) показано, что тепловое поле прогиба весьма неоднородно. Еще в ранних работах Д.Г. Протасени (Протасени, 1962а, 1962) отмечалось, что в направлении от южного к северному борту наблюдается возрастание как температуры на сопоставимых глубинах, так плотности теплового потока.

Распределение температуры на глубине 2 км. В Припятском прогибе преобладают термограммы скважин производственного каротажа, полученные в условиях нарушенного бурением теплового режима. При этом отклонение зарегистрированной температуры от ее равновесных значений уменьшается с глубиной. Доступные термограммы использованы для построения соответствующих карт распределения температуры на глубинах от 1 до 4 км. Карта для глубины 2 км построена по термограммам около 250 скважин, из них 35 кривых экстраполированных на глубину 2 км. На карте наблюдается контрастность поля с двукратным превышением температуры в северной зоне прогиба по сравнению с более холодной юго-западной, околонтурной изотермой 30 °С, рис. 2. Аномалия северной зоны прогиба выделена изолинией 45 °С с тремя локальными участками 55 и 60 °С.

Увеличение температуры с 20 до 40 °С происходит в направлении с запада и юго-запада на северо-восток. Ее фоновые значения заключены в интервале 35–40 °С. Зона повышенных значений на западе простирается до г. Любань, где изотермы проведены неуверенно из-за нехватки данных, и уходит в пределы Днепровско-Донецкой впадины на юго-востоке. Она частично охватывает Северо-Припятское плечо и прослеживается в западной части Гремячского погребенного выступа за пределами страны. Аномалия в северной части Туровской депрессии выделяется повышенными значениями со

значениями температуры 30–35 °С по трем скважинам, ее границы требуют уточнения. Локальная аномалия восточной части Ельского грабена и Выступовичской ступени выделена изолиниями 30–35 °С по немногочисленным термограммам скважин.

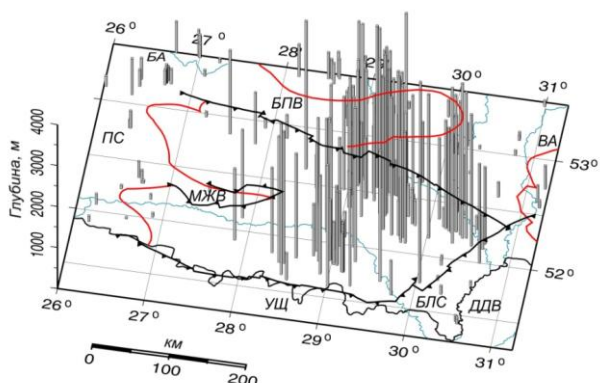


Рисунок 1. Геотермическая изученность Припятского прогиба: БА, ВА – Белорусская и Воронежская антеклизы; БЛС, ПС – Брагинско-Лоевская и Полесская седловины; БПВ, МЖВ – Бобрский погребённый и Микашевичско-Житковичский выступы; ДДВ – Днепровско-Донецкая впадина; УЩ – Украинский щит

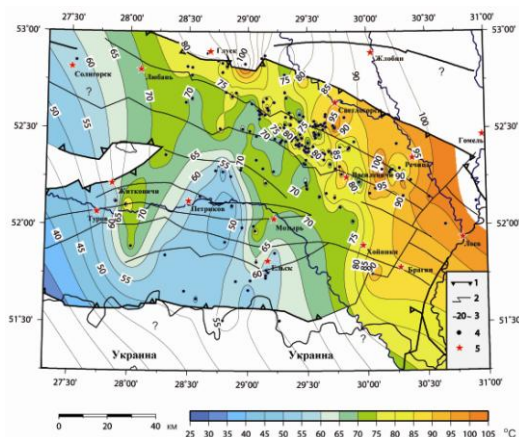


Рисунок 2. Карта распределения температуры на глубине 2 км (Зуй, 2013). Обозначения: 1, 2 – суперрегиональные и региональные разломы; 3 – изотермы; 4 – изученные скважины; 5 – населенные пункты; “?” – данные отсутствуют.

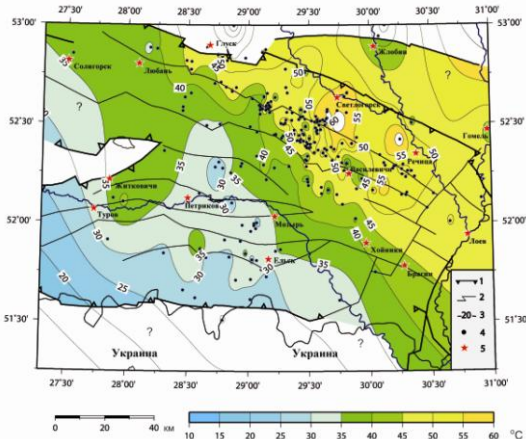


Рисунок 3. Схема распределения температуры на глубине 4 км. Обозначения см. на рис. 2.

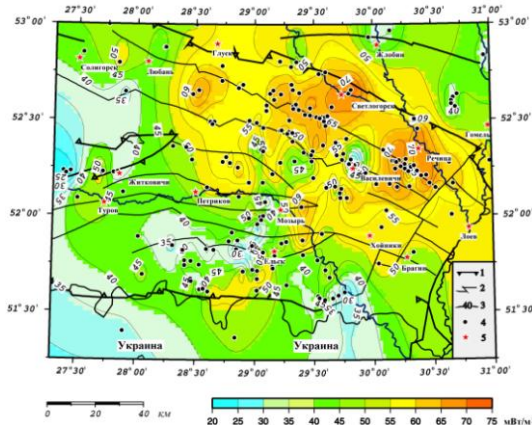


Рисунок 4. Плотность теплового потока Припятского прогиба. Обозначения: см. на рис. 2.

Положительная аномалия более 45 °С, ориентирована вдоль Северо-Припятского разлома и располагается в северной и частично центральной зонах прогиба. Здесь имеется плотная сеть скважин с регистрацией термограмм. На юго-востоке аномалия продолжается через Брагинско-Лоевскую седловину в Украину. Южнее и западнее Туровской депрессии выделяется зона низких значений температуры, простирающаяся в пределы Полесской седловины, Украинского щита и Луковско-Ратновского горста.

Распределение температуры на глубине 4 километра. В Припятском прогибе количество термограмм уменьшается с увеличением глубины и надежность построения карт снижается. Схема распределения температуры на глубине 4 км представлена на рис. 3. Она основана на термограммах менее 225 скважин, из них в ~200 случаях температура была экстраполирована и только в двух скважинах (Осташковичи-123 и Валавская-2) измерения до 4 км проведены при достаточной выстойке скважин после завершения бурения.

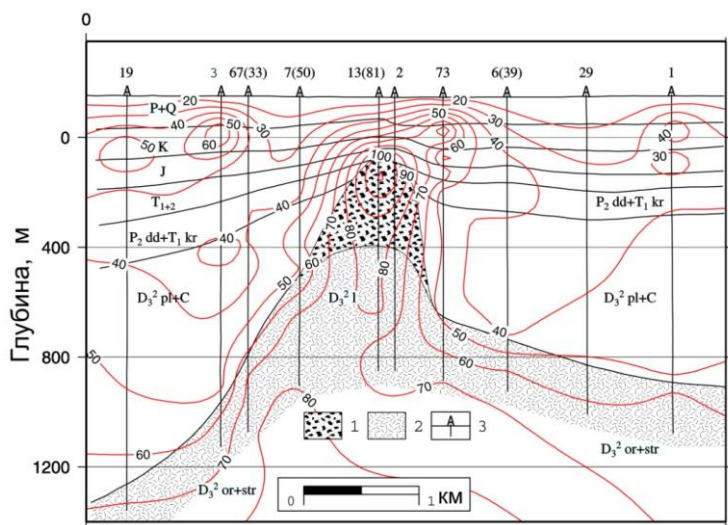
Тепловая аномалия северной зоны прогиба оконтурена изолинией 80 °С внутри которой отдельные значения превышают 90–100 °С. Полоса с температурами более 70 °С продолжается в Днепровско-Донецкую впадину и Гремячский погребённый выступ. За пределами Северо-Припятского разлома измерения на глубине 4 км отсутствуют и изотермы проведены путем экстраполяции. Глубина скважин в северной части Туровской депрессии не позволяет уверенно подтвердить аномалию даже по расчетным данным. Фоновые значения температуры представлены полосой 60–70 °С. Южнее и западнее ее простирается более холодная зона, ее границы требуют уточнения. На всех картах с ростом глубины температурное поле имеет общие черты при росте температуры с глубиной.

Тепловой поток. Сложное распределение плотности теплового потока в пределах Припятского прогиба представлено на рис. 4, изменяющегося в широких пределах от менее 40 мВт/м² до 100 и более в ядрах соляных куполов. Многочисленные исследователи (Атрошенко П.П., Жук М.С., Зуй В.И., Левашевич В.Г., Пархомов М.Д., Ходырева Э.Я., Цыбуля Л.А. и др.) отмечали увеличение с глубиной его интервальных значения из-за влияния: контраста теплопроводности горных пород, тектонических условий; фильтрации подземных вод и рассолов, радиогенной теплогенерации и др.

Для оценки роли радиогенной теплогенерации изучена концентрация изотопов урана тория и калия по отдельным образцам фундамента прогиба. При этом не выявлено ее однозначного соответствия с тепловым потоком. В некоторых случаях она согласуется с потоком, однако по ряду скважин северной зоны прогиба с потоком до 60–70 мВт/м² теплогенерация по изученным образцам оказалась низкой. Ее повышенные значения в северной зоны прогиба отмечены в

скв. Барсуки 60 (2,15 мВт/м³) и Судовица 7 (5,5 мВт/м³). Для других изученных по малому количеству образцов скважин она снижается от 0,56–1 мВт/м³. Видимо здесь поступление тепла в подошву чехла по сети глубинных разломов влияет на тепловой поток, это согласуется с повышенным содержанием гелия в подземных водах (Поляк, 1988).

Существенное влияние на величину потока оказывает соляной тектогенез. Перераспределение теплового потока рассмотрим на примере Тишковского соляного купола. Для этого определены его интервальные значения в скважинах вдоль профиля. Затем построены изолинии потока с использованием программного пакета GMT, рис. 6. В верхней части



разреза до юрских отложений поток изменяется от 20 до 40–50 мВт/м². На глубине более 1200 м он возрастает до 60–70 мВт/м². Наибольшие изменения происходят в теле соляного купола. К ядру криптодиатрипа плотность потока может превышать 100 мВт/м². Это вызвано контрастом теплопроводности каменной соли и терригенных пород. По мере удаления от купола тепловой поток снижается, приближаясь к фоновым значениям.

В южной и западной зонах прогиба происходит снижение потока. В окрестности же н.п. Василевичи он определен лишь для надсолевых отложений, где ощущается влияние приповерхностных факторов, что нашло отражение в пониженной плотности потока.

Рисунок 5. Геолого-геотермический разрез через Тишковский соляной купол и характер изменения плотности теплового потока в его окрестности. Форма купола – по П.Б. Цалко, изолинии потока – В.И. Зуй по интервальным значениям М.С. Жука: 1 – породы скелета; 2 – отложения каменной соли; 3 – буровые скважины.

Богомоллов Г.В., Цыбуля Л.А., Атрошенко П.П. Геотермическая зональность территории БССР. – Минск: Наука и техника, 1972. – 216 с.

Зуй В.И. Тепловое поле платформенного чехла Беларуси. Минск, 2013. 256 с.

Зуй В.И., Жук М.С. Тепловое поле геологических структур Беларуси // Литосфера. 2006. №2 (25). С. 111–127.

Зуй В.И., Жук М.С., Козел В.П. Каталог теплового потока Белоруссии // Сейсмологические и геотермические исследования на западе СССР: сб. науч. тр. / Ин-т геологии, геохимии и геофизики АН Б; редкол.: Р.Г. Гарецкий (гл. ред.) [и др.]. Минск, 1993. С. 220–229.

Пархомов М.Д. Тепловой режим Припятского прогиба // Сейсмологические и геотермические исследования в Белоруссии: сб. науч. ст. / Ин-т геохимии и геофизики АН БССР; под науч. ред. Р.Г. Гарецкого. Минск, 1985. С. 124–130.

Поляк Б.Г. Тепломассопоток из мантии в главных структурах земной коры. Москва: Наука, 1988. 192 с.

Протасяня Д.Г. О некоторых вопросах гидро- и термодинамики Припятского грабена // Материалы конференции молодых ученых АН БССР / АН БССР. Минск, 1962а. С. 193–199.

Протасяня Д.Г. Некоторые закономерности геотермики глубоких частей Припятского прогиба // Докл. АН БССР. 1962б. Т. 6, № 1. С. 49–52.

Цыбуля Л.А., Левашкевич В.Г. Тепловой поток в Припятском прогибе и причины его неоднородности // Геологический журнал. 1990. № 4. С. 19–26.

Zhuk M., Tsalko P., Zui V. Lateral and Vertical Heat Flow Features within Central Part of the Pripyat Trough // The Earth's thermal field and related research methods: proceedings of the International Conference, Moscow, 17–20 June 2002. P. 300.

¹Фунг Тхай Зыонг, ²Фан Хоанг Линь, ³Тринь Фи Хоань, ³Фан Ван Туан, ³Тон Шон

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия,

²Университет Кантхо, г. Кантхо, Вьетнам ³Университет Донгтхап, г. Каолян, Вьетнам

СОДЕРЖАНИЕ МЕДИ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ В ЗОНЕ УСТЬЯ РЕКИ МЕКОНГ ПО СРАВНЕНИЮ С ДРУГИМИ РЕКАМИ И РАЙОНАМИ НА ТЕРРИТОРИИ ВЬЕТНАМА

Длина реки Меконг 4880 км. Начало берет в Китае, сток 475 млн. м³/год. Площадь бассейна реки составляет 795.000 км². Река течет по территории шести стран. Прежде чем она впадает в Южно-Китайское море (Вьетнам), река делится на два притока с 9 устьями. Река течет через многие сельскохозяйственные, промышленные зоны и жилые районы. Ежегодно тяжелые металлы, которые выносятся потоком до устья, накапливаются в воде и осадках все более и более высоких количествах, что оказывает влияние на водные организмы и на экосистемы в целом.

Тема данной работы – определение содержания тяжелых металлов Си в донных отложениях в зоне устья реки Меконг (Вьетнам). Содержание меди превышает ПДК, т. е. норму, используемую для оценки уровня негативного воздействия на водных животных и прибрежные экосистемы. По сравнению с другими реками и зонами, содержание тяжелых металлов Си в районе исследования держится на высоком уровне.

Содержание Си в донных отложениях реки Меконг. Вьетнамская норма ПДК (QCVN XX: 2012/BTNMT) состоит из двух степеней: степень А представляет собой предельное значение содержания при котором элемент *начнет оказывать негативное влияние* на жизнь водных организмов и на прибрежные экосистемы; степень В – предельно допустимые концентрации, *влияющие* на жизнь водных организмов и прибрежные экосистемы. На основе анализа 12 проб устья реки Меконг находим, что содержание Си приблизительно равняется или превышает вьетнамскую норму (табл. 1).

Рис. 2 показывает, что содержание Си в аллювии вдоль реки Хамлуонг варьирует от низкого уровня 28,4 мг/кг до самого высокого 38,5 мг/кг в устье. Содержания Си в аллювии реки Хамлуонг непостоянное – от высокого до низкого. Содержание Си в исследуемых точках превышает государственную норму (18,7 мг/кг), то есть уже начинает влиять на жизни организмов и прибрежные экосистемы.

Содержание Си в реке Меконг по сравнению с притоками и другими районами. На основании табл. 2, находим, что содержание Си в впадающих в реку Меконг притоках находится в эквивалентном уровне с общим средним уровнем содержания вдоль главной реки Хамлуонг. Из этого следует, что накопление содержания тяжелых металлов в донных отложениях устья реки Меконг происходит в результате транспортировки их из верховьев реки Меконг.

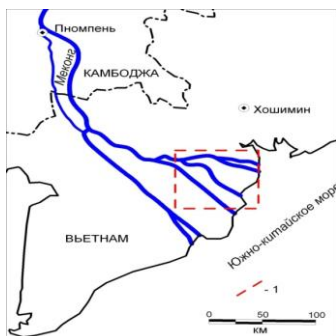


Рисунок 1. — Район исследования (1) в нижнем течении р. Меконг (Вьетнам)

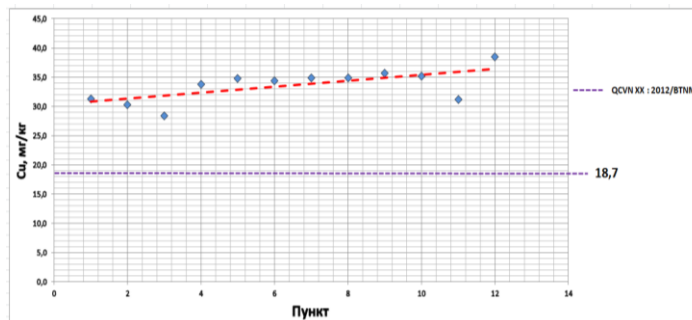


Рис. 2. Содержан ие Cu в сравнении с государственной нормой: $y = 0,5077x + 30,317$; $R^2 = 0,4313$

Таблица 1

Среднее содержание Cu (мг/кг)

Пункт	Содержание	Пункт	Содержание	Пункт	Содержание
1	31.3	5	34.8	9	35.7
2	30.3	6	34.4	10	35.2
3	28.4	7	34.9	11	31.2
4	33.8	8	34.9	12	38.5
A					33.61
QCVN XX : 2012/BTNMT					18.7

A – среднее арифметическое, QCVN XX : 2012/BTNMT – вьетнамская норма [8].

Таблица 2.

Среднее содержание Cu, существующих в донных отложениях в зоне реки Меконг по сравнению с содержанием в других реках и районах на территории Вьетнама, мг/кг

Химический элемент	Зона устья реки Меконг	Загрязнение As в дельте Меконг (Фам Виет Ну, 2011)	Тяжелые металлы в сфере залива Ван Фонг (Ле Тхи Винь, 2012)	Состояние загрязнения мышьяка в приморских районах дельты Меконга (Нгуен Виет Ки, 2009)
Cu	33.61	Н.д.	0.005	Н.д.
Химический элемент	Содержание тяжелых металлов As, Cd, Hg в почве в приморских районах провинции Камау (Нгуен Ван Тхо, 2007)	Содержание тяжелых металлов в отложениях залива Дананг (Фам Тхи Нга, 2012)	Тяжелые металлы в отложениях в реке Сайгон, г. Хошимин (Хоанг Тхи Тхань Тхуй, 2007)	Состояние качества отложений поверхностной воды в приморских районах в Хайфоне (Данг Хоай Ньон, 2010)
Cu	26.8	0.002	31.6	51.79

Примечание: н.д. – нет данных

Среднее содержание в зоне устья реки Меконг составляет 33,61 мг/кг. Это содержание Cu выше, чем в других районах и реках на территории Вьетнама.

Результаты показывают, что аллювиальные отложения реки Меконг больше всего загрязнены в зоне устья, что подтверждается полченными ранее данными (Нгуен Ван Тхо, 2007), (Ле Хуи Ба, 2000), (Nirmal Kumar и др., 2003), (Brayan & Langston, 1992), (Cenci, Martin, 2004). Согласно исследованиям этих авторов загрязнения имеют тенденцию постепенно увеличения от верховья к низовью.

Данг Хоай Ньон. Состояние качества отложений поверхностной воды в приморских районах в Хайфоне // Журнал наук и морской технологии. 2010. № 3. С. 33-52.

Ле Хуи Ба. Университет природных ресурсов и окружающей среды // Издательство Хошиминского национального университета, 2000. 51 с.

Ле Тхи Винь. Тяжелые металлы в сфере залива Ван Фонг (про. Кханьхоа) // Журнал наук и морской технологии. 2012. № 3. С. 12-23.

Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды. Государственный технический стандарт качества речных донных отложений (QCVN XX:2012/BTNMT), 2012. 21 с.

Нгуен Ван Тхо. Содержание тяжелых металлов As, Cd, Hg в почве в приморских районах провинции Камау, 2007. 51 с.

Нгуен Виет Ки. Состояние загрязнения мышьяка в приморских районах дельты Меконга // Журнал научных разработок и технологий. 2009. № 5. С. 101-112.

Савичев О.Г., Лыгин В.А. Пространственные изменения химического состава донных отложений рек Томской области // География и природные ресурсы. 2008. № 3. С. 46-51.

Фам Тхи Нга. Содержание тяжелых металлов в отложениях залива Дананг // Журнал наук и морской технологии. 2012. № 3. С. 79-88.

Фам Виет Ну. Загрязнение As в дельте Меконг // Сельское хозяйство и развитие сельских местностей. 2011. № 2. С. 15-21.

Хоанг Тхи Тхань Тхуй. Тяжелые металлы в отложениях в реке Сайгон, г. Хошимин // Журнал научных разработок и технологий. 2007. № 1. С. 27-37.

Nirmal Kumar, P.R. Sajish, Rita N. Kumar, Basil George and Shailendra Viyol. An Assessment of the Accumulation Potential of Lead (pb), Zinc (zn) and Cadmium (cd) by Avicennia Marina (Forssk.) Vierh in Vamleshwar Mangroves near Narmada Estuary, West Coast of Gujarat, India // World Journal of Fish and Marine Sciences. 2010. № 2 (5), P. 450-454.

Bryan, G. W. and Langstone, W. J. Bioavailability, accumulation and effects of heavy metals in sediments with special reference to United Kingdom estuaries: a review Environmental Pollution, 1992. P. 89-131.

Cenci R. M, Martin J. M, Concentration and fate of trace metals in Mekong River Delta // Science of the total Environment. 2004. № 332. P. 167-182.

Д. Л. Иванов, А. Н. Мотузко, Я. К. Еловичева

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ – ТЕОРИЯ, ПРАКТИКА, ПЕРСПЕКТИВЫ

Идеи эволюции географических объектов возникли вместе с зарождением и развитием системы географических наук. С момента возникновения и до наших дней эти идеи изменялись, конкретизировались и получали теоретическую

основу. В античное время на заре становления географической науки идеи развития в географии касались конкретных объектов реального мира, они носили предположительный характер, без доказательной базы. Так, античный ученый Геродот выдвинул идею формирования дельты Нила и объяснил экономический упадок некоторых городов Египта меандрированием Нила. В целом в античной географии господствовал материалистический подход к идеям развития и эволюции. Средневековые надолго затормозили прогресс в развитии наук, в том числе и географии, а идеи эволюции получили идеалистическую основу. Только в XVII-XVIII вв. с развитием естествознания, вызванного практической необходимостью становления капиталистического производства, вопросы эволюционной географии стали востребованными. Особенно четко этот процесс проявился в русской географии, т. к. Россия экономически возрождалась и осваивала новые территории. Сначала В.Н. Татищев, а за ним М.В. Ломоносов, на практике показали, что без изучения особенностей развития территорий освоения, невозможно правильно вести практическую деятельность (Ломоносов, 1950). В XIX в. эволюционное учение было признанным в науке как объективная действительность. На его базе в научных системах выработались оригинальные подходы и методы изучения развития объектов исследования. В системе географических наук возникли идеи палеогеографии, которые внесли большой вклад в изучение истории развития как отдельных географических регионов, так и Земли в целом. До середины XX в. в палеогеографических исследованиях господствовало направление в изучении развития отдельных компонентов природы – литосферы (рельеф, почвы), гидросферы (уровни водоемов), биосферы (растительности, животного мира), атмосферы (климат) и др. В конце XX в. палеогеографические реконструкции начали затрагивать вопросы развития природно-территориальных комплексов, а в настоящее время география вплотную подошла к изучению эволюции геосистем. В отличие от палеогеографических исследований, при которых реконструировались географические особенности регионов в определенные временные интервалы методами корреляций, в настоящее время с помощью ГИС-технологий изучается деформация географического пространства и закономерности изменения его структуры. Это новый уровень развития идей эволюционных изменений, который получил название – эволюционная география. Однако разрыва между палеогеографией и эволюционной географией нет. Палеогеографические исследования являются основой для развития идей эволюционной географии, в равном счете как в былые времена для палеогеографических идей стали основой материалы по изучению развития отдельных компонентов природы и т. д.

Этот сложный и интересный вопрос в современной географической науке разрабатывается и на географическом факультете БГУ, что ставит состояние географии на факультете в ряд ведущих научных центров мира, ибо без идей эволюционной географии географическая наука становится хронологической. Небольшой коллектив специалистов в области палеогеографии и эволюционной географии сформировался на кафедре физической географии мира и образовательных технологий и имеет определенные достижения в основном в теории палеогеографии. Разработки белорусских специалистов известны в Беларуси, странах ближнего и дальнего зарубежья. Среди важных научных достижений является проблема реконструкции основных компонентов природной среды – флоры, экзотов, растительности, климата, динамики природных зон, макросукцессий палеофитоценозов, седиментации и уровней палеоводоемов, влияние деятельности человека, а в конечном итоге на основе сопряженного анализа – разработка детальной микростратиграфической шкалы гляциоплейстоцена и голоцена и модели наиболее полной геохронологии эволюции природы на территории Беларуси, проведение региональной и дальней корреляции климато-стратиграфических схем континентальных отложений со шкалами морских, океанических осадков, почвенно-лессовых серий и материкового льда (атлантической, тихоокеанской, индийской, китайской, восточно-европейской, антарктической, гренландской). Свою полную реализацию эта проблема приобрела на основе материалов палинологического анализа (Еловичева, 2001, 2009; Еловичева и др., 2006; Lindner et al., 2007).

Одновременно разрабатывалась теория развития животного мира на территории Беларуси и сопредельных стран Польши, России, Украины, Прибалтики. При изучении ископаемых остатков животных основное внимание придавалось анализу динамики видового состава в сообществах млекопитающих, амфибий, рептилий, рыб и моллюсков, и возможности их применения при палеогеографических реконструкциях. Для этой цели использовались ископаемые и рецентные данные по отмеченным группам животных из разных частей Беларуси. В результате исследований проведены климатические реконструкции для верхнего плейстоцена-голоцена, установлена динамика температур и количества осадков, подчеркнута направленность и интенсивность целого ряда природных процессов. На основании использования индексов видового разнообразия определена благоприятность условий природной среды для разных временных срезов поозерского позднеледниковья, голоцена и современности. Это дает возможность не только проследить динамику изменения условий среды до настоящего времени и установить воздействие техногенного фактора на биоценозы, но и дать ему количественную оценку (Иванов, 2005).

По кульминации экологических групп и соотношениях, входящих в их состав видов в истории развития палеотерриокомплексов на протяжении плейстоцена и голоцена для территории Беларуси выделено 19 этапов, которые отражают количественные и качественные изменения в составе терриокомплексов, обусловленные природной динамикой ландшафтов и изменениями климатических условий, а со среднего голоцена фиксируется антропогенное влияние на биоценозы. В пределах выделенных этапов были определены типовые экологические ассоциации и характерные группы млекопитающих (Motuzko et al., 2004). В последнее время диапазон исследований развития палеобиоты расширился за счет изучения более древних периодов фанерозоя – девона, юры (Махнач, 2013; Логачев, 2010), для которых исследователи используют другие группы организмов – кораллы, аммониты, двусторчатые моллюски.

Исследования палеобиоты дополняются изучением особенностей развития палеогеомы (Козлов, 2012). Установлено, что для озерного седиментогенеза генетические типы осадков и их последовательность на несмежных водосборах в пределах одного региона значительно различаются. Близкие по происхождению виды осадков образуют ряды, каждый из которых подчиняется закономерностям, присущим конкретному типу осадконакопления. Органогенное осадконакопление на протяжении голоцена доминировало, терригенное накопление играло подчиненную роль, а смешанное – представлено довольно редко. В результате статического анализа получены следующие главные факторы седиментации: зонально-климатический, ландшафтно-генетический, ландшафтно-морфологический и тектоно-динамический. Пространственно-временная трансформация седиментации в голоцене подчиняется закономерности, сформированной последовательным смещением границ зон, выделенных по степени заполнения озерных котловин. В хронологическом аспекте измерения эти границы сдвигаются с юго-востока на северо-запад и простираются с юго-запада на северо-восток. Скорость их продвижения сопоставима со скоростью миграции ландшафтно-климатических зон.

Совместное исследование палеогеомы и палеобиоты дает возможность изучать проблемы развития палеогеопространства в целом на основе сопряженного анализа, что приближает исследования сотрудников кафедры вплотную к решению проблем эволюционной географии. В рамках отмеченной проблемы была разработана модель эволюции природной среды территории Могилевской области (Еловичева и др., 2004), Беларуси (Еловичева и др., 2009), климата Земли в фанерозое (Еловичева и др., 2010), гляциоплейстоцене и голоцене (Еловичева, 2001), а также особенности развития палеобиоты корчевского и муравинского межледниковий Беларуси (Мотузко и др., 2009; Писарчук, 2010).

Теоретические положения в области палеогеографии и эволюционной географии находят свое применение в практике. Палеозоологические и палеоботанические методы являются основой для разработки палеогеографических методов изучения природных условий прошлых геологических эпох (Еловичева, 2003) и широко используются, как при палеогеографических реконструкциях, так и для целей стратиграфии отложений четвертичного периода (квартера). Значение этой группы методов для стратиграфических корреляций не вызывает сомнения в настоящее время и широко применяется в разработке региональных стратиграфических схем в ряде стран Европы. Изучение фауны крупных и мелких млекопитающих позволило принять участие в составлении схемы стратиграфии квартера Беларуси по линии МСК (Санько и др., 2005). Особое мнение по вопросам климатостратиграфии гляциоплейстоцена и голоцена высказывает Я.К. Еловичева (2001). Проблемы эволюции млекопитающих, амфибий, рептилий, рыб и моллюсков, биостратиграфических корреляций и региональной стратиграфии квартера Европы курируются подкомиссией по стратиграфии квартера Европы INQUA. От Беларуси в состав этой подкомиссии входит А.Н. Мотузко. В пределах проекта «Биостратиграфические корреляции мелких млекопитающих четвертичного периода Восточной, Центральной и Западной Европы», разработанного этой комиссией при участии ученых географического факультета БГУ, территория Беларуси была выделена вместе с территорией Польши, Литвы, восточной части Германии и Смоленской области России как особый регион, в котором вопросы палеогеографических корреляций являются наиболее интересными и перспективными. Все это делает палеозоологические исследования необходимыми и значимыми (Motuzko et al., 2004).

Палеоботанические исследования находят свое практическое применение в составлении палеогеографических карт распространения экзотических видов флоры на территории региона, миграции древесных пород в периоды межледниковий и оледенений, ведении мониторинга палинологической обеспеченности в гляциоплейстоцене и создании палинологической базы данных, которая является составной частью объединенной базы данных Европы - PALEOFLORA (Еловичева, 2010).

Выявленные закономерности динамики состояния экосистем в позднеледниковье-голоцене и методика количественной оценки их современного состояния по видовому разнообразию микротеррио-фаунистических сообществ используются при оценке экосистем охраняемых территорий, оптимизации программ мониторинга условий их среды и видового разнообразия. Разработанные методики и методические приемы количественной оценки трансформации экосистем по данным видового разнообразия микромаммалей рекомендуются для использования научными, проектными и другими организациями и ведомствами по природоохранной деятельности при оценке современных экосистем в сравнении с эталонными показателями прошлых эпох, до активного антропогенного воздействия на природную среду и крупномасштабном картографировании охраняемых территорий страны по степени трансформации природных биотопов. Созданная информационная компьютерная база данных по составу, структуре и видовому разнообразию ископаемых сообществ микромаммалей позднеледниковья-голоцена может быть рекомендована для включения в объединенные базы данных палеобиологических материалов Восточной Европы PALEOFAUNA и использоваться при периодизации природных событий, геохронологических корреляциях разновозрастных фаун, изучении ареалов распространения отдельных видов и эволюции фаунистических комплексов этого отрезка времени (Иванов, 2008).

Палеонтологические исследования палеогеомы могут быть использованы для оценки седиментационных параметров постледниковых озер на равнинах, обоснования решений по управлению озерами с целью сохранения качества вод и сдерживанию заиления, для учета внутренних закономерностей развития озерно-болотных комплексов в связи с изменением климата. В дальнейшем областью применения изучения палеогеомы может быть оптимизация планирования и проектирования природопользования, управление водно-болотными угодьями и озерно-болотными (аквальными) системами (Еловичева, 2010).

Результаты по хронологии природных событий и выполненные эколого-палеогеографические реконструкции легли в основу учебных программ и используются в учебном процессе при чтении дисциплин «Палеогеография», «Палеонтология», «Палеоэкология», «Историческая геология», «Проблемы физической географии» на географическом факультете БГУ и факультете естествознания БГПУ им. М. Танка. Теоретико-методологические основы эколого-палеогеографических реконструкций позволили разработать и внедрить в учебный процесс Белорусского государственного университета новые спецкурсы – «Геохронологические методы исследований», «Основы палинологии», «Мониторинг растительности и животного мира».

Немаловажное значение имеет практический результат работы с общественностью республики, т. к. поиск новых местонахождений остатков ископаемых животных и растений, первичного материала для изучения палеогеографии и эволюционной географии, опирается на широкую помощь жителей Беларуси. С этой целью проводятся консультации и определения ископаемых остатков для учителей и школьников, которые собирают макрофоссилии и создают школьные музеи, для жителей республики, которые случайно обнаруживают ископаемые остатки, посетителей выставок «Каменная сказка», детей из кружков по изучению природы при ЖЭСах и коллекционеров редкостей. Информация о работе палеогеографов факультета пропагандируется по радио и телевидению (Я.К. Еловичева, В.Л. Смолякова, А.Н. Мотузко, Д.Л. Иванов), в районных и республиканских газетах (Е.Н. Демешкевич, А.Н. Мотузко), начата работа по созданию видеофильмов и видеоклипов (Д.А. Ивченко, г. Толочин; А.И. Климанов). Популяризация знаний по палеогеографии проводится также по линии городского и областного институтов усовершенствования учителей, где проходит обучение учителей методам и приемам палеогеографических исследований. В школах г. Минска и республики организовываются научные кружки школьников по внеклассной работе в области геологии, палеонтологии и эволюционной географии (М.М. Ермолович, Е.Н. Демешкевич).

Пространственно-временные закономерности развития природных геосистем, могут использоваться как эталон для понимания неполных эпизодов в развитии палеобиот, эволюции биоценозов и условий природной среды, как для предыдущих межледниковий, так и при разработке сценариев их развития в будущем. Тем самым подтверждается значимость материалов по эволюционной географии не только в выявлении хронологии и палеогеографии современного географического пространства, но и создает основу для дальнейшего исследования внутрирегиональных особенностей развития геосистем (Еловичева, 2010). Для прогнозирования важных научных представлений обо всем эволюционном процессе, доведенном до современности, чтобы получить данные о направлениях и закономерностях развития и продолжить их в будущее. Надо знать, из каких стадий складывается эволюционный процесс, какова повторяемость различных фаз и стадий, насколько проявляются в процессе эволюции те или иные циклы, каковы ритмы, формы и длительность эпизодов развития геосистем. Так, выявленные закономерности эволюции седиментогенеза в озерах позволили установить время формирования механизмов реакции лимносистемы на внешние воздействия, а также характер стимулирования механизмов саморазвития, что отражается в переходе от аллохтонного материала к автохтонному и от терригенного к аутигенному. В связи с этим можно прогнозировать процесс перехода озер в стадию озерно-речных систем с эффективным дренажем, развитием старичных озер (вторично-продуцированных, внеледниковых), формированием первых устойчивых водно-болотных систем на месте первично-заиленных неглубоких озерных котловин (Козлов, 2012).

Эволюционная география на географическом факультете имеет определенный потенциал развития. В коллектив влились молодые сотрудники, которые владеют современными методами исследования с широким использованием

компьютерных технологий. Налажены устойчивые научные связи с коллегами из других учебных заведений и научными центрами Беларуси – Брестским, Минским и Могилевским педагогическими университетами, Национальным музеем природы (г. Минск), а также с учеными ближнего и дальнего зарубежья – из Красноярского педагогического университета, Воронежского госуниверситета, Института географии и Палеонтологического института РАН (Москва), Национальным научно-природоведческим музеем НАН Украины (Киев), Институтом эволюции и экологии животных в г. Кракове (Польша), Львовским национальным университетом им. И. Франко и др.

- Еловичева Я.К. Эволюция природной среды антропогена Беларуси. Минск, 2001. 392 с.
 Еловичева Я.К. Геохронологические методы исследований / Курс лекций. Минск: БГУ, 2003. 126 с.
 Еловичева Я.К. Мониторинг палеосреды антропогена Беларуси на основе палинологических исследований // Мониторинг окружающей среды. Брест: БрГУ, 2010. С. 197-200.
 Еловичева Я.К., Махнач В.В. Природная среда геологического прошлого Земли в концепции современного этапа и будущего белорусского региона // Вучоныя запіскі БрДУ, 2010, вып. 6, ч. 2. Природазнаўчая навука. С. 85-94.
 Еловичева Я.К., Мотузко А.Н., Иванов Д.Л. Палеогеография Могилевской области в плейстоцене и голоцене // «География Могилевской области». Могилев: МогГУ, 2004. С. 29-34.
 Иванов Д.Л. Видовое разнообразие микротериокомплексов позднеледниковья-голоцена Беларуси как индикатор условий среды // Литосфера. № 2 (23). 2005, С. 45-53.
 Иванов Д.Л. Микротериофауна позднеледниковья-голоцена Беларуси / Минск, 2008. 215 с.
 Козлов Е.А. Оценка структуры осадков и степени заполнения котловин белорусских озёр // Вестник БГУ. Сер. 2. 2012. № 3. С. 76-81.
 Логачев И.А. Табулятоморфы (*Tabulatomorpha*), Хететоидеи (*Chaetetoidea*) и Гелиолиитоидеи (*Heliolitoidea*) в коллекции музея земледения БГУ // Проблемы региональной геологии Беларуси. Минск: БГУ, 2010. С. 62-63.
 Ломоносов М.В. Избранные философские произведения. М., 1950. С. 397.
 Махнач В.В. Аммоноидеи келловей-оксфордского времени Беларуси // Природные ресурсы, № 1, 2013. С. 57-65.
 Мотузко А., Еловичева Я. Нижнеледниковая фауна и флора корчевского межледниковья на территории Беларуси // Найдавніші ліси Поділля і Покуття: проблеми генези, стратиграфії, палеогеографії. Збірник наукових праць ХУІ українсько-польського семінару. Львів: ЛІНУ, 2009. С. 227-237.
 Писарчук Н.М. Ископаемая флора в реконструкции природной среды муравинского межледниковья Беларуси // Вестник БГУ, сер. 2, № 2, 2010. С. 91-95.
 Санько А.Ф., Великевич Ф.Ю., Рылова Т.Б., Хурсевич Г.К., Матвеев А.В., Карабанов А.К., Мотузко А.Н., Илькевич Г.И. Стратиграфическая схема четвертичных отложений Беларуси // Литосфера, № 1, т. 22. Минск, 2005. С. 146-156.
 Motuzko, A.N., Ivanov D., Nadachowski A. Middle and Late Pleistocene small mammals assemblages of the Russian plain: faunal succession and biostratigraphy. // 18th international Senckenberg Conference Volume, Weimar, 2004. P. 188-189.
 Lindner L., Bogucki A., Chlebowski R., Gozik P., Jelowiczewa Ja., Woitanowicz Jo., Zaleski I. Stratygrafia czwartorzędu Polesia Wołyńskiego (NW Ukraina) // Annales, vol. LXII/1, sectio B. Lublin-Polonia: Universitatis MC-S., 2007. S. 7-41.

Г. Л. Макаренко

Тверской государственный технический университет, Тверь, Россия

НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Болото – это биологический ресурс в живом естественном состоянии (растительный покров и его обитатели, поддерживающий саморазвитие болотной экосистемы) и **торфяное месторождение** – природное полезное ископаемое в форме геологического тела.

Торфяные месторождения относятся к особому типу аккумулирующих систем (как часть единого целого – биосферы), характеризующихся преобладанием накопления органической массы на поверхности Земли над ее распадом в условиях избытка влаги и слабой аэрации почвы, задерживающих процесс минерализации отмирающей растительной массы и приводящих к накоплению торфяных отложений. Минеральная геологическая среда, ее строение, вещественный состав и свойства являются средой формирования биогеноценоза и последующего развития болотообразовательного процесса на территории суши, где на первоначальном этапе имели место природные геологические процессы и явления как результат прямого соприкосновения и активного взаимодействия литосферы, атмосферы и гидросферы при последующей максимальной насыщенности органической жизнью в условиях избыточного увлажнения территории.

При заболачивании суши оптимальная глубина залегания грунтовых вод, при которой пористая геологическая среда с поверхности становится избыточно увлажненной, определяется прежде всего высотой капиллярного поднятия. Поэтому устанавливаются условия возникновения и развития болото- и торфообразовательного процесса на отдельных участках поверхности суши при неглубоком залегании грунтовых вод.

В условиях горизонтально залегающих минеральных отложений наблюдается вертикальное направление капиллярного поднятия. При горизонтальном рельефе поверхности суши, в условиях горизонтально залегающих минеральных отложений, на поверхность выходит одна их литологическая разность. При этом наблюдается слабая дифференцируемость поверхности подвижного горизонта капиллярной каймы (ПГК).

В зоне капиллярной каймы по мере приближения ее отдельных слоев к уровню грунтовой воды наблюдается повышение капиллярной и полной влажности, снижается подвижность горизонта капиллярной каймы (рис. 1). При полной влажности, равной 100%, грунтовые воды выходят на поверхность.

Одним из условий заболачивания суши и установления режима торфонакопления является избыточное увлажнение суши, которое проявляется при наличии ПГК на уровне или вблизи поверхности суши и глубине залегания грунтовой воды, соответствующей физическому состоянию, фракционному составу и пористости обломочной или трещиноватой водопроницаемой минеральной геологической среды независимо от ее генезиса с обязательным присутствием капиллярных пор.

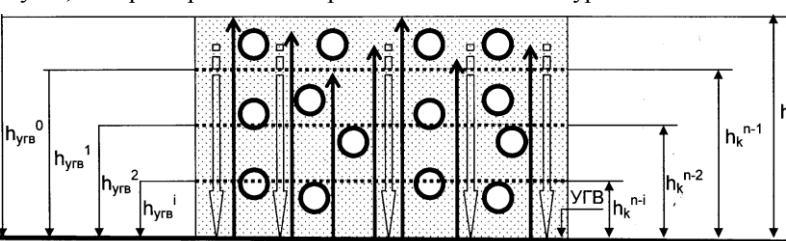


Рис. 1. Оценка состояния капиллярной каймы по мере приближения ее отдельных слоев к уровню грунтовой воды. $h_{угв}$ – глубина залегания грунтовой воды, м; h_k – мощность подвижного горизонта капиллярной каймы, м.

Условие: $h_k^{n-1} > 0$; $W_k^0 (h_k^n = h_{угв}^0) < W_k^1 (h_k^{n-1} = h_{угв}^1) < W_k^2 (h_k^{n-2} = h_{угв}^2) \dots$
 $W_k^i (h_k^{n-1} = h_{угв}^i)$; W_k – капиллярная влажность; при общей влажности $W = 100\%$ $h_k^{n-1} = 0$ (выход грунтовой воды на поверхность)

При наклонном рельефе (при возрастании угла наклона) для тех же условий залегания увеличивается число участвующих разнородных слоев минеральных отложений и уменьшается их видимая мощность, что способствует росту степени дифференцируемости поверхности ПГК и, соответственно, возрастанию его подвижности. Изменение водного баланса динамической части залежи болотных экосистем также влияет на подвижность горизонта капиллярной каймы.

При зарастании озер (мелководных пресноводных водоёмов) ПГКК поверхности суши наступает на озеро, где в условиях его водного питания, при различном фракционном составе минеральных отложений и разных уклонах поверхности водосборной площади и изменением водного баланса с разной скоростью начинается процесс сапротелеобразования в водной среде и торфообразования в береговой зоне.

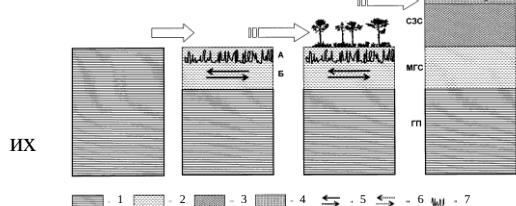


Рис. 2. Основные этапы образования и развития болота:
1 – исходная материнская горная порода; 2 – минеральная геологическая среда с подвижным горизонтом капиллярной каймы; 3 – собственно залежный торфяной слой болота (СЗС); 4 – динамическая часть залежи (ДЧЗ) с подвижным горизонтом капиллярной каймы; 5 – горизонтальное передвижение грунтовых вод в водонасыщенной зоне; 6 – горизонтальное передвижение болотных вод в транспирационно-фильтрационной зоне; 7 – подвижный горизонт капиллярной каймы

подвижным горизонтом капиллярной каймы;

второй – появление растений на поверхности минеральной геологической среды. Образует биогидрогеологический генетический ряд: *минеральная геологическая среда с подвижным горизонтом капиллярной каймы* → *болотное растение*; минеральное питание обеспечивается через существующий запас водорастворимых минеральных соединений, а его обновление осуществляется через подвижный горизонт капиллярной каймы;

третий – появление и развитие почвенного покрова; образует биогеоценотический ряд: *минеральная геологическая среда с подвижным горизонтом капиллярной каймы* → *болотная почва* → *болотное растение*;

четвертый – появление и развитие торфяной залежи, образует биогеоценотический ряд: *минеральная геологическая среда с подвижным горизонтом капиллярной каймы* → *болотная почва* → *торфяная залежь* → *болотное растение*.

Свои основные природные свойства торфяные отложения наследуют от материнских минеральных образований. Гидрохимический состав болотных вод предопределён вещественным и химическим составом материнских минеральных образований и атмосферными осадками. Природная вода в отложениях независимо от их генезиса движется за счет двух основных факторов: проводимости и градиента напора поверхности водонасыщенной зоны.

Этим определяется ботанический состав растительного покрова и будущих торфяных отложений, степень активности в них обменных химических реакций.

При этом на первоначальном этапе на минеральной геологической среде за счет жизнедеятельности и последующего отмирания болотных растений формируется болотная почва с образованием почвенных горизонтов (почвообразовательный процесс). Болотные почвы, подстилающие собственно залежный слой болот делятся на два типа. Их подразделяют на болотные верховые торфяные и болотные низинные торфяные.

С геологической точки зрения по условиям образования болот природные факторы подразделяются на **основные** и **второстепенные**. Основным является *геолого-гидрогеологический*, связанный с ПГКК вблизи поверхности суши. Ко второстепенным относятся: *геолого-геоморфологический*, *природный гидрохимический*, *климатический* и *лесной биогеоценотический*. Второстепенные факторы определяют состояние, состав и свойства ПГКК.

Макаренко Г.Л. Геологическая природа болот: монография. 1-е изд. Тверь: ТГТУ, 2009. – 163 с.

Д. П. Плакс

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

ИХТИОФАУНА ПОЛОЦКОГО ГОРИЗОНТА ЖИВЕТСКОГО ЯРУСА БЕЛАРУСИ

Полоцкий горизонт живетского яруса среднего девона на территории Беларуси представлен мощной ритмично построенной толщей песчано-глинистых отложений, которые фациально выдержаны практически на всей территории республики. В наиболее полных разрезах в составе горизонта выделяются слои: горынские, представленные ритмичным переслаиванием песков, песчаников, алевролитов и глин, столинские, сложенные песчано-глинистой толщей пород с редкими прослоями мергелей, доломитов и доломитовых мергелей, и морочские, состоящие из чередования прослоев глин, мергелей, алевролитов и песчаников (Кручек и др., 2001; Обуховская и др., 2010). Породы этих слоев содержат различные органические остатки, которые представлены обычно сколекодонтами, конхостраками, бивальвиями, гастроподами, брахиоподами, криноидеями, позвоночными, углефицированными растениями и миоспорами. Позвоночные и миоспоры встречаются довольно часто в отложениях этих слоев и имеют первостепенное значение для определения их возраста, расчленения и корреляции. Важными в стратиграфическом отношении группами бесчелюстных и рыб для горынских, столинских и морочских слоев являются гетеростраки, плакодермы и акантоды. Последние отсюда достаточно хорошо изучены Ю. Ю. Валокевичюсом (Валокевичюс, 1985, 1988; Valiukevičius et al., 1995; Valiukevičius, 1998; Valiukevičius, Krutchev, 2000) и автором (Плакса, 2005, 2007, 2008; Плакс, 2008). Гетеростраки и плакодермы хорошо исследованы Э. Марк-Куриком (Mark-Kurik, 2000) и автором (Плакса, 2006, 2007, 2008; Плакс, 2008; Плакс, Кручек, 2010). Помимо выше указанных групп ихтиофауны в отложениях полоцкого горизонта встречаются некоторые представители хрящевых рыб, саркоптеригий и актиноптеригий, но они пока существенного стратиграфического значения для этой части разреза не имеют. В разное время их изучением занимались В. Н. Каратают-Талимаа, Э. Марк-Курик (Стратиграфические..., 1978; Mark-Kurik, 2000) и автор (Плакса, 2006, 2007, 2008; Плакс, 2008; Плакс, Кручек, 2010). В целом, за последнее время автору удалось немного пополнить установленный ранее таксономический состав позвоночных горынских, столинских и морочских слоев полоцкого горизонта. Ниже остановимся на рассмотрении ихтиофауны этих отложений более детально.

Известно, что отложениями горыньских слоев полоцкого горизонта начинается разрез живетского яруса среднего девона на территории Беларуси (Кручек и др., 2001; Обуховская и др., 2010). Наиболее полно эти слои представлены в пределах Припятского прогиба (мощность от 18 до 93 м) и Северо-Припятского плеча (мощность от 35 до 61 м) сложенные песчаниками и песками с прослоями алевролитов и глин. Позвоночные в этих породах обычно встречаются гораздо чаще других представителей ископаемой фауны. Бесчелюстные в них представлены достаточно часто встречающимися дискретными пластинками и дентиновыми бугорками псаммостеид *Pycnosteus* sp., *Ganosteus* sp., *Psammolepis* sp., *Psammosteiformes* gen. et sp. indet. Плакодермы встречаются реже, чем псаммостеиды. Они представлены отдельными пластинками *Actinolepis* sp., *Byssacanthus* sp., *Asterolepis* sp., *A. cf. estonica* Gross, а также неопределимыми пластинками и мелкими фрагментами пластинок от грудного плавника *Antiarcha* gen. indet. Акантоды являются самыми многочисленными в количественном и таксономическом отношении позвоночными. Они представлены главным образом чешуями, в меньшей степени, обломками плавниковых шипов. Отсюда известны *Markacanthus alius* Valiuk., *Cheiracanthus* sp., *C. brevicostatus* Gross, *Diplacanthus carinatus* Gross, *D. gravis* Valiuk., *Acanthoides* ? sp., *Archaeacanthus* sp., *Haplacanthus marginalis* Ag. и *Acanthodii* gen. indet. Виды *Markacanthus alius* Valiuk. и *Diplacanthus gravis* Valiuk. впервые появляются на этом стратиграфическом уровне. Саркоптеригии представлены чешуями *Glyptolepis* sp., *Osteolepididae* gen. et sp. indet., *Dipteridae* gen. indet. и зубами *Onychodus* sp., *Sarcopterygii* indet. Они в количественном отношении серьезно уступают акантодам, но превосходят гетеростраков, плакодерм и актиноптеригий. Последние представлены редкими неопределимыми чешуями *Actinopterygii* indet. Зональные виды позвоночных исключительно для этой части разреза в пределах вышеуказанных тектонических структур не установлены.

На северных и восточных склонах Белорусской антеклизы, на территории Оршанской впадины, на Жлобинской и Латвийской седловинах, на Бобруйском погребенном выступе и северо-западном склоне Воронежской антеклизы горыньские слои сложены, как правило, песками, песчаниками, алевролитами и глинами мощностью от 20 до 50 м. Бесчелюстные там представлены редко встречающимися изолированными дентиновыми бугорками *Pycnosteus* sp., *Ganosteus* sp., *Psammosteiformes* gen. et sp. indet. Плакодермы представлены очень редкими фрагментами пластинок *Actinolepis tuberculata* Ag., *Asterolepis* sp., *A. estonica* Gross. Акантоды в породах этих слоев встречаются довольно часто и представлены плавниковыми шипами *Haplacanthus marginalis* Ag., *Acanthodii* gen. indet., многочисленными разрозненными чешуями *Cheiracanthus brevicostatus* Gross, *Ptychodictyon rimosum* Gross, *Minioracanthus laevis* Valiuk., *Markacanthus alius* Valiuk., *Rhadinacanthus multisulcatus* Valiuk., *Diplacanthus gravis* Valiuk., *Ectopacanthus* ? sp., *Acanthoides* ? sp. Отсюда известны единичные чешуи хрящевых рыб *Ohiolepis* ? sp., *Chondrichthyes* gen. et sp. indet. Встречаются они очень редко. Отсюда известны также редко встречающиеся плавниковые шипы вида *Nodocosta pauli* Gross, являющегося, по всей видимости, представителем хрящевых рыб. Саркоптеригии встречаются довольно часто. Они представлены отдельными зубами, чешуями и неопределимыми костями *Glyptolepis* sp., *Onychodus* sp., *Osteolepididae* gen. et sp. indet., *Dipterus* sp. и *Sarcopterygii* indet. Актиноптеригий редки и представлены изолированными чешуями *Cheirolepis* sp. и *Orvikuina vardiaensis* Gross.

В результате проведенного ихтиофаунистического анализа установлено, что виды *Markacanthus alius* Valiuk., *Diplacanthus gravis* Valiuk., *Rhadinacanthus multisulcatus* Valiuk. и *Nodocosta pauli* Gross впервые появляются на этом стратиграфическом уровне. Преобладающими таксонами являются *Cheiracanthus brevicostatus* Gross, *Diplacanthus gravis* Valiuk., *Acanthodii* gen. indet., *Glyptolepis* sp., *Onychodus* sp. и *Osteolepididae* gen. et sp. indet. К группе существенно транзитных таксонов относятся *Pycnosteus* sp., *Ganosteus* sp., *Psammosteiformes* gen. et sp. indet., *Asterolepis* sp., *A. estonica* Gross, *Cheiracanthus brevicostatus* Gross, *Acanthoides* ? sp., *Glyptolepis* sp., *Onychodus* sp., *Osteolepididae* gen. et sp. indet., *Dipterus* sp., *Sarcopterygii* indet., *Cheirolepis* sp., *Orvikuina vardiaensis* Gross. Зональные виды именно для этого стратиграфического уровня в пределах вышеуказанных тектонических структур не установлены.

Отложения столинских слоев полоцкого горизонта наиболее полно представлены на отдельных участках в пределах Припятского прогиба (мощность от 19 до 71 м) и Северо-Припятского плеча (мощность от 37 до 83 м) сложенные песчаниками, алевролитами и глинами с прослоями мергелей, доломитов и доломитовых мергелей. Позвоночные этого стратиграфического уровня наиболее хорошо изучены в пределах Припятского прогиба, где они таксономически достаточно разнообразны. Из гетеростраков там определены пластинки, чешуи, коньковые чешуи и дентиновые бугорки *Schizosteus* sp., *S. cf. asatkini* Obr., *Psammolepis* sp., *Ganosteus* sp., *Pycnosteus* sp., *P. tuberculatus* (Rohon) и *Psammosteiformes* gen. et sp. indet. Плакодермы представлены обломками anterior ventro-laterale, posterior ventro-laterale, фрагментами пластинок, мелкими фрагментами дистальной части грудных плавников, terminale и чешуями *Antiarcha* gen. indet., spinale и обломками пластинок *Actinolepididae* gen. indet., *Actinolepis* sp., обломками зубных пластинок *Rhynchodus* sp., фрагментами пластинок *Coccosteus* sp., *Dickosteus* ? sp., *Byssacanthus* sp., *Asterolepis* sp., *A. dellei* Gross и обломками неопределимых пластинок *Placodermi* indet., акантоды - чешуями *Cheiracanthus* sp., *C. longicostatus* Gross, *C. brevicostatus* Gross, *Diplacanthus* sp., *D. gravis* Valiuk., *D. carinatus* Gross, *Acanthoides* ? sp., обломками плавниковых шипов *Haplacanthus* sp., *H. marginalis* Ag., *Archaeacanthus* sp., *Homacanthus* sp., *H. gracilis* (Eichw.) и *Acanthodii* gen. indet., хрящевые рыбы - чешуями *Chondrichthyes* gen. et sp. indet., саркоптеригии - чешуями *Glyptolepis* sp., *Glyptolepis* aut *Onychodus*, *Osteolepididae* gen. et sp. indet., *Dipteridae* gen. indet., *Dipnoi* vel *Porolepiformes*, зубами *Onychodus* sp., неопределимыми костями и зубами *Sarcopterygii* indet., актиноптеригии - чешуями *Orvikuina* sp., *O. vardiaensis* Gross., *Cheirolepis* sp., *Moythomasia* ? sp. и *Actinopterygii* indet., а также найден своеобразный фрагмент пластинки рыбы, систематически не определенной более точно, чем *Pisces* indet., и обнаружен мелкий обломок челюсти, который определен как *Osteichthyes* indet. Доминирующей группой позвоночных являются акантоды. Несколько реже встречаются представители гетеростраков, плакодерм, саркоптеригий и актиноптеригий, совсем редко - хрящевые рыбы. Присутствуют зональные виды *Pycnosteus tuberculatus* (Rohon), *Diplacanthus gravis* Valiuk. и *Asterolepis dellei* Gross. Виды *Pycnosteus tuberculatus* (Rohon) и *Asterolepis dellei* Gross характеризуют верхнюю часть столинских слоев. Вид *Diplacanthus gravis* Valiuk. помимо столинских слоев встречается в горыньских и морочских слоях; он является зональным для полоцкого горизонта.

На северных и восточных склонах Белорусской антеклизы, на территории Оршанской впадины, на Жлобинской и Латвийской седловинах, на Бобруйском погребенном выступе и северо-западном склоне Воронежской антеклизы столинские слои представлены песками, песчаниками, глинами, глинистыми алевролитами с тонкими прослоями мергелей и доломитов максимальной мощностью до 51 м. Бесчелюстные (гетеростраки) в них представлены фрагментами пластинок, тессерами, чешуями и дентиновыми бугорками *Schizosteus* ? sp., *Pycnosteus* sp., *Ganosteus* sp., *G. stellatus* Rohon, *Psammolepis* sp., *P. ?* sp., *Psammosteus* ? sp., *Psammosteiformes* gen. et sp. indet. Из рыб определены плакодермы, акантоды, хондрийтиды, саркоптеригии и актиноптеригии. Плакодермы представлены фрагментами пластинок *Coccosteidae* gen. indet., *Holonematidae* gen. indet., spinale и небольшими пластинками *Actinolepididae* gen. indet., обломками пластинок и тритерами *Ptyctodontida* gen. indet., пластинками и мелкими *infragnathale* *Euarthrodira* gen. indet., обломками пластинок *Byssacanthus* sp., *Asterolepis* sp., *A. dellei* Gross, чешуями и мелкими обломками пластинок из грудного плавника *Antiarcha* gen. indet. Акантоды представлены чешуями *Ptychodictyon* sp., *P. rimosum* Gross, *Diplacanthus* sp., *D. gravis* Valiuk., *D. cf. gravis* Valiuk., *D. carinatus* Gross, *Cheiracanthus* sp., *C. longicostatus* Gross, *C. brevicostatus* Gross, *Rhadinacanthus* sp., *R.*

multisulcatus Valiuk., *Markacanthus alius* Valiuk., *Minioracanthus laevis* Valiuk., *Ectopacanthus* ? sp., *Devononchus* sp., *D. laevis* Gross, *D. concinnus* (Gross), cf. *Cheiracanthus*, cf. *Rhadinacanthus*, cf. *Diplacanthus* и *Acanthoides* ? sp., а также обломками плавниковых шипов *Haplacanthus marginalis* Ag., *Homacanthus* sp., *H. gracilis* (Eichw.), *Archaeacanthus* sp. и *Acanthodii* gen. indet. Из хрящевых рыб обнаружены зубы *Protacrodus* sp., «*Orodus*» *devonicus* Hussakof & Bryant и чешуи *Chondrichthyes* gen. et sp. indet. Саркоптеригии представлены зубами и чешуями *Onychodus* sp., *Glyptolepis* sp., *G. sp. nov.* Plax, *Gyroptychius* sp., *Osteolepididae* gen. indet., *Sarcopterygii* indet., актиноптеригии - чешуями *Cheirolepis* sp., *Cheirolepis gaugeri* Gross, *C. sp. 1* Kar.-Tal., *Orvikuina* sp., *O. vardiaensis* Gross., *Moythomasia* ? sp. и *Actinopterygii* indet. Наиболее важным в стратиграфическом отношении видом является *Asterolepis dellei* Gross. Он характеризует верхнюю часть столинских слоев.

Завершают разрез полоцкого горизонта морочские слои, которые наиболее полно представлены в пределах Припятского прогиба (мощность 7 – 81 м), на северных и восточных склонах Белорусской антеклизы, на Жлобинской седловине и Бобруйском погребенном выступе (мощность от 30 до 57 м). Они сложены песчаниками, алевролитами, глинами с тонкими прослоями мергелей редко доломитов и доломитовых мергелей. Гетеростраки в них представлены дентиновыми бугорками и чешуями *Psammolepis* sp., *Psammosteus* sp. и *Psammosteiformes* gen. et sp. indet. Плакодермы сравнительно редки и представлены фрагментами пластинок *Plourdosteus* sp., *Byssacanthus* sp., *Asterolepis* sp., *Microbrachius* sp., небольшими фрагментами дистальной части грудного плавника и мелкими неопределимыми пластинками *Antiarcha* gen. indet. Находки чешуй и зубов саркоптеригий *Glyptolepis* sp., *Onychodus* sp., *Laccognathus* sp., *Osteolepididae* gen. et sp. indet., *Dipterus* gen. indet. и *Sarcopterygii* indet. являются относительно многочисленными. Гораздо более многочисленными являются акантоды. Они представлены чешуями *Cheiracanthus* sp., *C. brevicostatus* Gross, *C. longicostatus* Gross, *Diplacanthus* sp., *D. gravis* Valiuk., *D. carinatus* Gross, *Ptychodictyon rimosum* Gross, *Rhadinacanthus* sp., *R. multisulcatus* Valiuk., *Minioracanthus laevis* Valiuk., *Acanthoides* ? sp. и обломками шипов *Haplacanthus* sp., *Devononchus* sp., *Acanthodii* gen. indet. Хрящевые рыбы крайне редки. Они представлены *Xenacanthidae* gen. indet. Актиноптеригии встречаются довольно часто и представлены чешуями *Cheirolepis* sp., *Orvikuina* sp., *O. vardiaensis* Gross, *Moythomasia* ? sp. и *Actinopterygii* indet. Зональным таксоном для этой части разреза является *Microbrachius* sp.

На Северо-Припятском плече, в пределах Латвийской седловины, на территории Оршанской впадины и северо-западном склоне Воронежской антеклизы морочские слои представлены песками, песчаниками, алевролитами с прослоями глин мощностью от 8 до 40 м. Слои содержат мелкие пластинки и дентиновые бугорки псаммостейд *Pycnosteus* sp., *Psammosteus* sp., пластинки плакодерм *Actinolepis* sp., *Holonema* sp., *Homostius* sp., *Millerosteus* cf. *minor* (Miller), *Ptyctodontida* gen. indet., *Asterolepis* sp., *Antiarcha* gen. indet., чешуи акантодов *Cheiracanthus longicostatus* Gross, *C. brevicostatus* Gross, *Rhadinacanthus multisulcatus* Valiuk., *Diplacanthus gravis* Valiuk., *Diplacanthus* cf. *gravis* Valiuk., *Devononchus laevis* Gross, *Minioracanthus laevis* Valiuk., *Ectopacanthus* ? sp., *Acanthoides* ? sp., плавниковые шипы *Gomelacanthus torosus* Plaksa, *Acanthodii* gen. indet., плавниковые шипы вида *Nodocosta pauli* Gross, являющегося, по всей видимости, представителем хрящевых рыб, чешуи и зубы саркоптеригий *Onychodus* sp., *Laccognathus* sp., *Glyptolepis* sp., *Osteolepididae* gen. et sp. indet., *Dipterus* sp., *Sarcopterygii* indet., чешуи актиноптеригий *Cheirolepis* sp., *C. gaugeri* Gross. Часто встречающимися и преобладающими таксонами являются *Asterolepis* sp., *Cheiracanthus longicostatus* Gross, *C. brevicostatus* Gross, *Acanthoides* ? sp., *Onychodus* sp. и *Osteolepididae* gen. et sp. К группе существенно транзитных таксонов относятся *Pycnosteus* sp., *Psammosteus* sp., *Actinolepis* sp., *Holonema* sp., *Ptyctodontida* gen. indet., *Asterolepis* sp., *Antiarcha* gen. indet., *Cheiracanthus longicostatus* Gross, *C. brevicostatus* Gross, *Devononchus laevis* Gross, *Acanthoides* ? sp., *Acanthodii* gen. indet., *Onychodus* sp., *Glyptolepis* sp., *Osteolepididae* gen. et sp. indet., *Sarcopterygii* indet., *Cheirolepis* sp. Зональные виды позвоночных исключительно для этого стратиграфического уровня в пределах вышеуказанных тектонических структур не установлены.

На территории Брагинско-Лоевской седловины отложения полоцкого горизонта (горыньские, столинские и морочские слои) представлены глинами, алевролитами, песчаниками с прослоями мергелей и доломитов. Максимальная мощность горизонта 66 м. Позвоночных отсюда пока не изучены. Определение возраста этих отложений производится по миоцонам.

В заключение стоит отметить, что отложения полоцкого горизонта живецкого яруса на территории Беларуси неравномерно охарактеризованы ихтиофауной – хорошо охарактеризованы отложения столинских и морочских слоев, несколько хуже – отложения горыньских слоев. В целом, полоцкий горизонт соответствует по акантодам зоне *Diplacanthus gravis* (Valiukevičius, 1994; 1998; Valiukevičius, Kruchek, 2000; Плакса, 2008; Плакс, 2008). Горыньские слои и нижняя часть столинских слоев полоцкого горизонта являются возрастными аналогами арукюлаского горизонта живецкого яруса среднего девона Главного девонского поля и предположительно отвечают гетеростраковым зонам *Pycnosteus palaeformis* и *P. pauli* (Девон ..., 1981; Mark-Kurik, 2000; Плакса, 2008; Плакс, 2008). Верхняя часть столинских слоев и морочские слои сопоставляются с буртинским горизонтом живецкого яруса среднего девона Главного девонского поля. Верхняя часть столинских слоев соответствует плакодермной зоне *Asterolepis dellei* и гетеростраковой зоне *Pycnosteus tuberculatus*, а морочские слои – плакодермной зоне *Microbrachius* (Плакса, 2008; Плакс, 2008). В центральных областях Восточно-Европейской платформы полоцкому горизонту соответствуют воробьевский, ардатовский и муллинский горизонты старооскольского надгоризонта живецкого яруса акантодовой зоны *Diplacanthus gravis* (Valiukevičius, Kruchek, 2000), а в Вольно-Подоллии - подлипецкая подсвита верхней части лопушанской свиты, пелчинская, крыжовская и батятыцкая свиты (Plax, 2011).

Валюкявичюс Ю. Ю. Акантоды наровского горизонта Главного девонского поля. – Вильнюс, 1985. 144 С.

Валюкявичюс Ю. Ю. Новые виды акантодов из среднего девона Прибалтики и Белоруссии // Палеонтологический журнал, 1988. №2. С. 80-86.

Девон и карбон Прибалтики // В. С. Сорокин, Л. А. Ляская, Л. С. Савваитова и др. – Рига, 1981. 502 С.

Кручек С. А., Махнач А. С., Голубцов В. К., Обуховская Т. Г. Девонская система // Геология Беларуси / А.С. Махнач и др.; НАН Беларуси, Ин-т геологических наук; под. общ. ред. А.С. Махнач. Мн., 2001. С. 186-236.

Обуховская Т. Г., Кручек С. А., Пушкин В. И., Некрята Н. С., Плакс Д. П., Саченко Т. Ф., Обуховская В. Ю., Антипенко С.В. Девонская система // Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси: Объяснительная записка - Минск: ГП «БелНИГРИ», 2010. С. 98-114.

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

Плакс Д. П., Кручек С. А. О стратиграфии и ихтиофауне среднедевонских отложений южной части Старобинской центриклинали Припятского прогиба // Литасфера. – 2010. № 2 (33). С. 32-48.

Плакса Д. П. Новые данные по акантодам (Pisces, Acanthodii) девона Беларуси // Литасфера. 2005. №2 (23). С. 33-37.

Плакса Д. П. К стратиграфии отложений среднего и верхнего девона юго-востока Беларуси (по данным изучения ихтиофауны) // Литасфера. – 2006. № 2 (25). С. 25 - 36.

Плакса Д. П. Девонская (позднеэмско-франская) ихтиофауна Беларуси и ее стратиграфическое значение: автореф. дисс. ... канд. геол.-минер. наук. Институт геохимии и геофизики НАН Беларуси.- Мн., 2007. 23 с.

Плакса Д. П. Введение зональных шкал по позвоночным в стратиграфическую схему девонских отложений Беларуси // Доклады НАН Беларуси. 2008. Т. 52. № 4. С. 83-88.

Стратиграфические и палеонтологические исследования в Белоруссии / В. К. Голубцов [и др]. – Мн., 1978. 248 с.

Mark-Kurik E. The Middle Devonian fishes of the Baltic States (Estonia, Latvia) and Belarus. //Courier Forschungsinstitut Senckenberg (Final Report of IGCP 328 project). V. 223. 2000. P. 309-324.

Plax D. P. Devonian ichthyofauna of the Volyn Monocline // Lithosphere. – 2011. № 2 (35). P. 12 - 21.

Valiukevičius J. Acanthodian zonal sequence of Early and Middle Devonian in the Baltic basin // Geologija, 17. Vilnius, 1994. P. 115-125.

Valiukevičius J., Talimaa V. and Kruchek S. Complexes of vertebrate microremains and correlation of terrigenous Devonian deposits of Belarus and adjacent territories. // *Ichthyolith Issues. Special Publication 1* Socorro, New Mexico, 1995. P. 53-59.
Valiukevičius J. Acanthodians and zonal stratigraphy of Lower and Middle Devonian in East Baltic and Byelorussia // *Palaeontographica*. – Stuttgart, 1998. Abt. A. S. 1-53.
Valiukevičius J., Kruchek S. Acanthodian biostratigraphy and interregional correlations of the Devonian of the Baltic States, Belarus, Ukraine and Russia // *Courier Forschungsinstitut Senckenberg (Final Report of IGCP 328 project)*. V. 223. 2000. P. 271-289.

В. Л. Коломиец

Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия, Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ, Россия

ТЕРРАСОВЫЙ КОМПЛЕКС ВЕРХНЕАНГАРСКОЙ ВПАДИНЫ (БАЙКАЛЬСКАЯ СИБИРЬ): ЛИТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И НЕОТЕКТЕНИКА

Верхнеангарская впадина является отрицательной морфоструктурой в зоне разворота структур Байкальской рифтовой зоны (БРЗ) с субмеридионального простирания на северо-восточное. Днище впадины представляет собой озерно-аллювиальную равнину и делится на две составляющие. Пониженный, равнинный юго-западный фрагмент занят поймой рр. Верхняя Ангара и Котера. Возвышенно-увалистая северо-восточная часть террасирована (семь аккумулятивных и эрозионно-аккумулятивных уровней) и сложена мощными, песчаными толщами плейстоценового возраста, имеющими сходную цветовую гамму, близкий литологический состав и текстурные качества.

VII террасовый уровень эоплейстоцен-нижнечетвертичного возраста высотой 110–140 м представлен алевритово-тонкозернистыми песками (средневзвешенный размер частиц, $x = 0.04–0.08$ мм). Коэффициент сортировки ($\sigma < 0.1$) и нормированная энтропия ($H_r = 0.1–0.4$) характеризуют осадки как хорошо сортированные. Значения коэффициента вариации v принадлежат полю 0.4–2.0, что подтверждает аквальный генезис отложений. Накопление осадков совершалось в неглубоких (до 2.5–3 м) озерных проточных водоемах. Палеопотоки, транспортировавшие в эти озера наносы, характеризовались равнинным (число Фруда, $Fr < 0.1$) типом естественных русел в благоприятных условиях состояния ложа и свободного течения воды (коэффициент шероховатости, $n > 40$). Динамика потоков имела субламинарный режим осаждения ($x < 0.1$).

Палеогидрологические реконструкции на этот временной срез хорошо согласуются с выводами о том, что к концу плиоцена отрицательная морфоструктура на месте нынешней Верхнеангарской впадины была выражена почти в современном виде (Базаров и др., 1981). Рельеф, окружавший впадину, не был глубоко расчлененным, так как палеопотокам свойственен равнинный тип русел. Озеро, занимавшее впадину, имело прямую генетическую связь с Байкалом, свидетельством чему является обнаружение в осадках скелетных игл байкальских губок *Lubomirskia baikalensis* Pall., *L. fusifera* Dyb., *L. abietina* Swarcz. семейства *Lubomirskiidae*, характерных лишь для вод Байкала и открытых частей его заливов (Думитрашко, Мартинсон, 1940).

Отложения VI террасового уровня ранне-среднечетвертичного возраста (55–80 м) – от алевритово-тонкозернистых ($x = 0.05–0.06$) до среднезернистых песков ($x = 0.48$) с общим преобладанием мелкозернистых ($x = 0.15–0.25$) разностей. Коэффициент вариации ($v = 0.5–1.7$) свидетельствует о водном характере бассейна седиментации (горизонтальная, косая, косо-верная слоистость). Динамика потока имела переходный между турбулентным и ламинарным режимом тип осаждения ($0.1 < x < 1.0$). По палеопотамологическим данным глубины таких палеобассейнов не превышали 2.5–3 м. Слабоподвижные (ϕ -критерий устойчивости русел < 100 ед.) водотоки характеризовались равнинным, реже полугорным ($Fr = 0.1–0.3$) типами постоянных, хорошо разработанных русел.

В строении V уровня первой половины среднечетвертичного возраста (45 м) участвуют субгоризонтально-, косо- и веернослоистые мелко-тонкозернистые ($x = 0.1$) и средне-мелкозернистые ($x = 0.1–0.2$) пески, имеющие значения коэффициента вариации 0.4–1.0, соответствующие области осадков комплексного озерно-аллювиального и аллювиального генезиса. Аккумуляция совершалась в неглубоких мелководных (до 2.5–3 м) озерных проточных водоемах. Слабоподвижные ($\phi < 100$) русла равнинного типа с площадью водосбора > 100 км² этих водотоков находились в естественных, благоприятных условиях состояния ложа. Существование озерных водоемов в нижне-среднечетвертичное время в Верхнеангарской депрессии подтверждается находками остатков спонгиозауны. Здесь, помимо любомирскидов, появляются губки-бодяги *Spongilla lacustris* L., *S. fragilis* Leidy, *Ephydatia fluviatilis* L. речного семейства *Spongillidae*, что позволяет утверждать о седиментации в обстановке залива, связанного с Байкалом, типа современных мелководных соров, где в настоящее время обитают оба семейства (Думитрашко, Мартинсон, 1940).

IV террасовый уровень второй половины среднего неоплейстоцена (25 м) имеет пестрый литологический состав – от мелкозернистых песков ($x = 0.1–0.2$) до мелких галек ($x = 21.6$) с преобладанием средне-мелкозернистых песков ($x = 0.15–0.25$). Текстура – горизонтальная, косая, перекрестная. Пески характеризуются умеренно-плохой сортировкой ($\sigma = 0.1–0.5$; $H_r = 0.4–0.7$), гравийно-галечные осадки несортированы ($\sigma = 9.2–17.9$; $H_r = 0.8–0.9$). Помимо палеорек, схожими с водными системами нижнего – среднего неоплейстоцена, здесь имели место горные потоки с развитыми аллювиальными грядовыми формами ($Fr = 0.4–0.5$) и извилистыми каменистыми руслами с беспокойным течением, динамика которых характеризовалась ярко выраженным турбулентным режимом осаждения.

Позднеплейстоценовая III надпойменная терраса (14–17 м) сложена горизонтально- и волнисто-слоистыми средне-мелкозернистыми песками ($x = 0.16–0.2$) хорошей и умеренной сортировки ($\sigma = 0.05–0.2$; $H_r = 0.2–0.6$). Энергетизм живых сил седиментации при их накоплении был относительно высоким, а тектонические условия стабильными. Коэффициент вариации определяет смешанное и флювиальное происхождение данных наносов ($v = 0.5–1.86$). В палеогидрологическом режиме не наблюдается каких-то резких отличий от подобных ситуаций осадконакопления, свойственных IV–V террасам.

Осадки позднечетвертичной II (10–12) и голоценовой I (4–5 м) надпойменных террас – хорошо сортированные горизонтально- и косослоистые мелко-среднезернистые пески с существенной примесью гравийно-галечно-валунных включений (руслевые и пойменные фации). Седиментация осуществлялась стационарными слабоподвижными – подвижными извилистыми потоками полугорного и горного грядового типов в обычных условиях состояния ложа, турбулентным и переходным режимами осаждения, переносом в виде сальтации и донного волочения. По гидродинамическим показателям подобные потоки близки к параметрам сегодняшних основных рек впадины – Верхней Ангары, Котеры, Янчуя, Чуро, Гонкули.

В некоторых образцах песков из позднечетвертичных террас обнаружены спикеры *Lubomirskiidae* в угнетенном состоянии (Думитрашко, Мартинсон, 1940). Несмотря на общее преобладание в разрезах речных осадков, в Верхнеангарской впадине все еще сохранялись реликты более древнего водоема, существовавшего изолированно от реки и

генетически связанного с Байкалом. Ввиду сокращения озер, экологические условия проживания не благоприятствовали любомирским, и они постепенно замещались губками семейства Spongillidae, доминирующими уже в голоцене.

Что же послужило основой столь длительного аквального образования осадков в Верхнеангарской впадине во временном диапазоне от эоплейстоцена до конца среднего неоплейстоцена? В первую очередь обращают на себя внимание процессы тектогенеза. Работами (Мац и др., 2001; Рассказов и др., 2000; Федотов, 2007) установлено, что, в четвертичное время территория БРЗ испытала четыре фазы тектонической активизации.

Первая фаза проявилась не только на территории БРЗ, но и во всей Центральной Азии около 1.2 млн. лет назад (Рассказов и др., 2000). Она сопровождалась быстрым подъемом западного борта Байкальской впадины, прекращением ленского стока Байкала через р. Пра-Манзурку и, как следствие, – ингрессионным повышением уровня его вод и формированием осадочных толщ в межгорных впадинах. Эта фаза – приморская (Мац и др., 2001) рассматривается нами как раннеприморская. По результатам спорово-пыльцевых анализов и радиотермолюминесцентного датирования из других отрицательных морфоструктур, в частности Налимовской впадины (1 ± 0.09 млн. лет) самый высокий, VII террасовый уровень близок по времени образования периоду первой тектонической фазы. Лимнические и комплексные лимно-аллювиальные обстановки седиментогенеза при накоплении отложений VII уровня соответствуют первой ингрессии вод Байкала в межгорные впадины байкальского направления стока.

Тектоническое и вулканическое оживление территории второй фазы произошло 800–600 тыс. лет назад. Фаза (названная позднеприморской) выражена интенсивным воздыманием западного плеча Байкальского рифта и Еловского отрога в Тункинской рифтовой долине (Рассказов и др., 2000). Она способствовала новому подъему уровня оз. Байкал, последующей второй ингрессии и аккумуляции «теплых» досамаровских песчаных горизонтов Забайкалья и Прибайкалья (Логачев и др., 1974). Свидетельства ее, по нашим исследованиям, представлены VI террасовым уровнем.

Тектоническая активизация 600–400 тыс. лет назад (третья фаза, названная хубсугульской) обозначила структурную перестройку территории, сопровождавшуюся прекращением вулканизма в центральной части БРЗ (на Витимском плоскогорье и в бассейне р. Джиды) и выражена стратиграфическим несогласием в осадочной толще впадины оз. Хубсугул (Федотов, 2007). Очевидно, что столь значимое тектоническое событие не могло не отразиться на характере развития других впадин рифта и привело к третьей ингрессии байкальских вод, высота которой достигала ста метров выше современного (Резанов, 1988). В рельефе днища Верхнеангарской впадины она привела к образованию V террасового уровня комплексного озерно-речного генезиса.

Последняя, четвертая – тыйская (Мац и др., 2001) фаза тектонической активизации имела место 150–100 тыс. лет назад и ознаменовала переход к ангарскому стоку вод оз. Байкал. Эта фаза обусловила четвертое внедрение байкальских вод во впадины, открытые к Байкалу, возникновение и удержание в них неглубоких озеровидных бассейнов, в которых и был сформирован IV террасовый уровень.

Происхождение низкого террасового комплекса (III–I террасы) впадины установлено как аллювиальное. Оно характеризовалось преобладанием речных условий седиментации – в разрезах преобладают русловые и перекрывающие их пойменные фации перстративной фазы аккумуляции, примерно равные нормальным мощностям аллювия. Но, в строении террас присутствуют толщи озерного генезиса. Одной из возможных причин их появления могли быть кратковременные поднятия уровня вод Байкала с последующей ингрессией, не исключено, и внешнего климатического характера.

Базаров Д.-Д.Б., Резанов И.Н., Будаев Р.Ц. и др. Геоморфология Северного Прибайкалья и Станового нагорья. М.: Наука, 1981. 198 с.

Думитрашко Н.В., Мартинсон Г.Г. Результаты изучения спонгиозной фауны террас Прибайкалья // Известия АН СССР. Серия геологическая. Вып. 5. 1940. С. 98–106.

Логачев Н.А., Антощенко-Оленев И.В., Базаров Д.Б. и др. Нагорья Прибайкалья и Забайкалья. М.: Наука, 1974. 359 с.

Мац В.Д., Уфимцев Г.Ф., Мандельбаум М.М. и др. Кайнозой Байкальской рифтовой впадины: строение и геологическая история. Новосибирск: Изд-во СО РАН, фил. «Гео», 2001. 252 с.

Рассказов С.В., Логачев Н.А., Брандт И.С. и др. Геохронология и геодинамика позднего кайнозоя (Южная Сибирь – Южная и Восточная Азия). Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 2000. 288 с.

Резанов И.Н. Кайнозойские отложения и морфоструктура Восточного Прибайкалья. Новосибирск: Наука, 1988. 128 с.

Федотов А.П. Структура и вещественный состав осадочного чехла Хубсугульской впадины как летопись тектоно-климатической эволюции Северной Монголии в позднем кайнозое: Автореф. дис. ... д-ра геол.-минер. наук. Казань, 2007. 42 с.

В. С. Конищев

Государственное предприятие «НПЦ по геологии»

ПЕРСПЕКТИВЫ АЛМАЗОНОСНОСТИ СЕВЕРО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ

На территории Беларуси было выделено семь перспективных в отношении алмазности районов [Хомич и др., 2005]: Северо-Припятский, Витебский, Мядельский, Полоцкий, Бобовнянский, Полесский и Брестский.

Поиски месторождений алмазов на территории Беларуси проводились в основном в пределах Северо-Припятского перспективного района на Жлобинской седловине и на северном плече Припятского прогиба, где было разбурено около тридцати диатрем. Трубки взрыва выполнены вулканокластическими породами щелочного ряда с подчиненным развитием собственно магматических (субвулканических, гипабиссальных) разностей того же состава (щелочные пикриты, мелилититы, ультраосновные фойдиты). Все эти породы не являются потенциально алмазными. Перспективных в алмазном отношении кемберлитов и лампроитов в изученных диатремах не установлено [Веретенников и др., 2001]. Эти породы являются образованиями малых глубин: глубины выплавки этих пород по геохимическим данным составляют 35–50 км [Таран и др., 2000], в то время алмазы формируются и сохраняются в термодинамических условиях глубин превышающих 150 км.

В алмазных районах мощность литосферы составляет 190–200 км и более [Петрохимия, 1991]. С позиции данного критерия территории Припятского палеорифта, его плеч и Жлобинской седловины, где мощность литосферы не превышает 100–140 км, бесперспективны в алмазном отношении.

В наиболее крупном и изученном Южноафриканском алмазном районе в рифтовых зонах развиты карбонатиты или щелочные вулканические породы. Выполненные кемберлитами алмазные трубки взрыва расположены на плечах палеорифтов, но на значительном (200–250 км) удалении от краевых разломов, где не сказывается влияние рифтогенеза на утонение литосферы и мощность литосферы составляет 190–200 км и более [Mitchel, 1986].

Таким образом, отрицательные результаты поисковых работ на алмазы в Беларуси связаны с тем, что эти работы проводились в основном в районе, бесперспективном в алмазном отношении.

На Восточно-Европейской платформе в Архангельском алмазном районе и на Сибирской платформе промышленные месторождения алмазов установлены в трубках взрыва девонского возраста. В более древних и более

молодых трубках взрыва промышленных месторождений алмазов не обнаружено. В Беларуси изученные трубки взрыва также имеют девонский возраст. Следовательно, и на территории Беларуси промышленную алмазоносность следует связывать с девонскими диатремами. Поэтому на территории Беларуси перспективной в алмазоносном отношении следует считать восточную часть, где в разрезе присутствуют девонские отложения. Западная часть Беларуси, в том числе Брестский, Полесский и Бобовнянский районы, где четвертичные отложения перекрывают рифейские, вендские, нижнепалеозойские отложения и фундамент, бесперспективны на поиски алмазоносных девонских трубок взрыва.

Бесперспективность в алмазоносном отношении Северо-Припятского района доказана бурением. Следовательно, с позиций этого критерия перспективными на поиски алмазов можно считать только Витебский, Полоцкий и Мядельский районы.

Согласно правилу Клиффорда все месторождения алмазов в кимберлитах контролируются кратонами со временем стабилизации не менее 2,5 млрд. лет [Clifford, 1966]. На территориях с протерозойским возрастом фундамента диатремы, выполненные кимберлитами, пустые, алмазоносными являются диатремы, выполненные лампроитами, но они встречаются на порядок реже.

Мядельский, Брестский и Полесский перспективные районы расположены в пределах Белорусско-Прибалтийского гранулитового пояса, который является окраиной палеопротерозойской Фенноскандии. Полоцкий перспективный район расположен на территории Центрально-Белорусской сутурной зоны с палео-мезопротерозойским фундаментом, которая разделяет палеопротерозойскую Фенноскандию на западе и архейскую Сарматия на востоке. Поэтому с позиций правила Клиффорда они бесперспективны на поиски месторождений алмазов в диатремах, выполненных кимберлитами. Поэтому эти районы с позиций данного критерия следует признать малоперспективными в алмазоносном отношении.

Витебский перспективный район расположен на северо-западе архейского Сарматского кратона в пределах его активной окраины андийского типа, образованной в палео-мезопротерозое в процессе субдукции под архейский кратон со стороны Центрально-Белорусской сутурной зоны.

Установлено [Сорохтин, 1985], что алмазоносные кимберлитовые трубки взрыва на древних платформах формировались над зонами палеосубдукции протерозойской океанической коры под архейские кратоны. С этих позиций активная окраина архейского Сарматского кратона в пределах Осницко-Микашевичского пояса, образованная в процессе субдукции под кратон со стороны Центрально-Белорусской сутурной зоны, перспективна в алмазоносном отношении.

На южную часть активной окраины Сарматского кратона (южную часть Осницко-Микашевичского пояса) наложена Припятская зона рифтогенеза и в процесс рифтогенеза алмазоносный протолит был уничтожен. Поэтому эта часть активной окраины Сарматского кратона, как и показали безуспешные результаты поисковых работ на алмазы в Северо-Припятском районе, бесперспективна в алмазоносном отношении. Следовательно, из всех районов самым перспективным является Витебский район.

Более высокие перспективы алмазоносности Витебского перспективного района по сравнению с другими перспективными районами обусловлены рядом факторов. Положительным фактором является низкий тепловой поток равный 25-30 мВт/м², так как алмазоносными являются холодные блоки земной коры. Для Витебского района характерна увеличенная до 47,5-55 км мощность земной коры и типы земной коры А и АВ с увеличенной мощностью нижнего базальтового слоя и, следовательно, с высоким (до 0,7-0,75) коэффициентом основности, что характерно для алмазоносных блоков.

Витебский перспективный район находится в зоне пересечения древних субмеридиональных разломов Чашниковского, Бешенковичского, Богушевского, Витебского, Руднянского с зоной разломов позднепротерозойского заложения северо-восточного простирания, которые входят в систему Средне-Русского позднепротерозойского палеорифта. В подобной тектонической ситуации выявлены алмазоносные трубки взрыва на севере Восточно-Европейской платформы в Архангельской алмазоносной области, где алмазоносные трубки взрыва девонского возраста контролируются субмеридиональными разломами, наложенными на позднепротерозойские разломы северо-западного простирания.

На карте линейментов Беларуси четко выделяются линейменты северо-восточного и субмеридионального простирания, отражающие разломы соответствующего простирания.

Участки резкого изменения течения рек являются зонами пересечения разломов, иногда со сдвиговой компонентой, и как зоны высокой проницаемости земной коры они контролируют диатремы. Поэтому участки резкого изменения течения Днепра в районе Могилева, Шклова, Орши, Дубровно, Западной Двины в районе Бешенковичей, Витебска, Суража и других участках могут быть зонами пересечения разломов и представлять интерес для поисков диатрем и месторождений алмазов.

Установлена связь диатрем с кольцевыми структурами, выделяемыми при дешифрировании аэрокосмоснимков.

На территории Витебского перспективного района на основе дешифрирования космоснимков выделена Витебская кольцевая структура первого порядка с поперечником около 200 км [Матвеев и др., 1993]. В ее пределах интерес в алмазоносном отношении могут представлять более мелкие кольцевые структуры, тяготеющие к центру кольцевой структуры первого порядка. Это Сенненская структура второго порядка диаметром около 60 км и в ее пределах более мелкие Залесская и Станьковская кольцевые структуры, Лучосенская структура третьего порядка и в ее пределах более мелкие Богушевская и Ромальдовская структуры, а также Мишковичская, Кокорская, Быковская, Савченковская, Богушевская, Костелевская, Вороньянская и другие кольцевые структуры четвертого порядка. На территории Оршанской впадины выделяются многочисленные линейменты и участки их пересечения, которые рассматриваются как локальные зоны аномальной проницаемости земной коры. В этом районе в междуречье Западной Двины и Днепра и прилегающих районах необходимо провести детальное дешифрирование аэро и космоснимков с выделением кольцевых аномалий второго и третьего порядка. Среди них наиболее перспективными и первоочередными следует считать те, в пределах которых пересекаются линейные аномалии, особенно если по ним намечаются сдвиги, а характер трещиноватости изотропный.

В южной части Витебского перспективного района интерес в алмазоносном отношении может представлять Шкловско-Горецкая площадь с массой аномалий трубчатого типа, расположенная на пересечении Стоходско-Могилевского и Одесско-Гомельского разломов в районе Центрально-Оршанского горста. При бурении на Кулажинских магнитных аномалиях в подошве четвертичных отложений были установлены магнитные глинисто-песчаные породы, залегающие на деформированном палеоген-неогеновом основании. В них установлены бледно-розовые неокатанные и изредка полуокатанные гранаты с высоким содержанием Fe₂O₃ (11–34%) и Al₂O₃ (10–18%), аномальным содержанием хрома, никеля, титана, ванадия, и они рассматриваются как продукты перетопления коры выветривания ультраосновных и основных пород [Беляшов и др., 2005]. Такие породы могут быть только продуктами размытия ультраосновных и основных пород трубок взрыва, прорывающих девонские отложения. Находки алмазов и пиропов алмазной ассоциации в четвертичных отложениях Оршанской впадины (Хомич и др., 2005) можно рассматривать как доказательство

алмазности таких диатрем. Эти продукты разрушения алмазных трубок взрыва в основании четвертичной толщи также могут быть алмазными: в них могут быть россыпные месторождения алмазов.

Беляшов А. В., Беляшова Ф. Ш., Иваненко Е. В. Оценка перспектив территории Республики Беларусь Беляшов по критериям прогнозно-поисковой модели алмазного поля трубок взрыва ЦНИГРИ // Анализ современного состояния и направления дальнейших геологоразведочных работ на алмазы в Беларуси. Минск: 2005. С. 21–29.
Веретенников Н. В., Корзун В. П., Лапцевич А. Г. и др. Петрология трубок взрыва Жлобинского поля (Беларусь) // Литасфера. 2001. № 14. С. 46–55.
Матвеев А. В., Ажгиревич Л. Ф., Вольская Л. С. и др. Кольцевые структуры территории Беларуси. Минск: 1993. 82 с.
Петрохимия кимберлитов. М.: 1991. 304 с.
Сорохтин О. Г. Тектоника литосферных плит и происхождение алмазных кимберлитов. Обзор ВИЭМС. М.: 1985. 47 с.
Таран Л. Н., Веретенников Н. В. Глубинные ксенолиты в породах трубок взрыва Беларуси // Доклады НАН Беларуси 2000. № 6. С. 63–65.
Хомич П. З., Варакса В. В., Данкевич Н. В. и др. Перспективы коренной алмазности Беларуси и направления геологоразведочных работ на алмазы // Анализ современного состояния и направления дальнейших геологоразведочных работ на алмазы в Беларуси. Минск: 2005. С. 3–15.
Clifford T. N. Tectono-metallogenic units and metallogenic provinces in Africa // Earth, Planet Sci. Lett. 1966. P. 421–434.
Mitchell R. N. Kimberlites: mineralogy, geochemistry and petrology. New York, London. 1986.

В. В. Махнач

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

СОЗДАНИЕ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НА ВРЕМЕННОМ ИНТЕРВАЛЕ КЕЛЛОВЕЙ-ОКСФОРД ПО ДАННЫМ БУРЕНИЯ ЛЕЛЬЧИЦКОГО ОБЪЕКТА

Создание палеогеографических моделей одна из основных задач палеогеографии. Целью данного исследования является создание полноценной палеогеографической модели, основываясь на данных геохимии, палеонтологическим данным и наблюдением за изменениями фаций.

Представленные скважины Лельчицкая 17 УБ, 22 УБ, 5Г и 12 охватывают интервал от 101,4 – 117,0 м и во временном отношении соответствуют хроносрезу нижнего и среднего келловей (рис. 1).

В процессе изучения отбирались как палеонтологические материалы, так и пробы на геохимию.

Фациальный анализ показывает, что седиментация происходила в прибрежно-морских условиях.

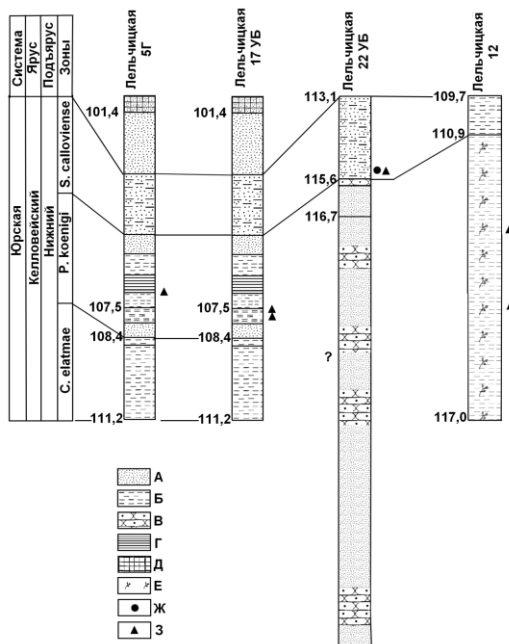
Характерна быстрая смена фаций для Лельчицкой скважины 17 УБ (описание сверху вниз): мел белый писчий, отмечаются мелкие окатанные желтоватые зерна кварца, небольшие включения кремния в интервале 101,1 – 101,4 м; песок

темно-коричневый тонкозернистый с небольшими пластинками слюды, при разделении образуется волнистая поверхность, интервал 101,4 – 103,3 м; песок желтый тонкозернистый, с включениями слюды, слоистый, с толщиной слоя 0,4 мм, плотный, интервал 103,3–105,1 м; песок тонкозернистый, темно желтый, ближе к коричневому, интервал 105,1 – 105,75 м; глина с остатками растительности, серая, жирная, очень плотная, интервал 105,75 – 106,5; глина с прослоями песков, светло серая с пятнами ожелезнения, интервал 106,5 – 107,1 м; глина светло-серая, с зеркалами скольжения, интервал 107,1 – 107,5 м; аргиллит в нижней части встречены ископаемые остатки (107,5 м), в середине слоя проходит тонкий слой песчаника, интервал 107,5 – 108,0 м; песок черный с желтизной, мелкозернистый, интервал 108,0 – 108,4 м; глина серая плотная с растительными остатками, интервал 108,7 – 109,7 м; глина серая с зеркалами скольжения, интервал 109,7 – 111,0 м; слой глин черных с пиритом мелкозернистым, переходящий внизу в песок крупнозернистый.

Данная литологическая динамика позволяет судить о трансгрессиях и регрессиях: в начале раннего келловей во время *Cadoceras elatmae* наблюдается трансгрессия, сменяющаяся во время *Proplanulites koenigi* регрессией, а затем трансгрессией и условиями застойного водоема, в конце хроноинтервала наблюдается – трансгрессия и регрессия, время *Sigaloceras calloviense* ознаменовано трансгрессией, однако уже в начале хроноинтервала *Kosmoceras jason* наступила регрессия.

Корреляция скважин Лельчицкого объекта

А – песок, Б – глины, В – песчаники, Г – слоистые глины, Д – мел, Е – растительные остатки, Ж – места отбора палеонтологического материала, З – места отбора проб на геохимический анализ



Из ископаемой малакофауны из разрезов были установлены следующие представители: *Nucula caecilia* d'Orbigny (4 экз.), *Trautscholdia gibba* (Gerasimov, 1955) (10 экз.), *Ostrea* sp. (2 экз.). В работах предыдущих авторов (Махнач 2010; Махнач, 2013) представители *Nucula* не упоминались и не описывались, хотя встречаются в юрских отложениях от Франции до России. Ниже приведем описание *Nucula caecilia* d'Orbigny.

Описание: маленькая, удлинено овальная раковина с едва выдающимися макушками, расположенными вначале задней трети створок. Вершины макушек соприкасаются между собой (на внутреннем ядре они расставлены), загнуты внутрь и повернуты в сторону суженного заднего края.

Лунка и шток не выражены. Створки умеренно выпуклые, покрыты частыми тонкими концентрическими струйками. Раковина не толстая. Сохранилась на многих наших экземплярах.

Передний и задний мышечные отпечатки сильно развиты и резко выделяются на внутреннем ядре.

Стратиграфический интервал: Келловейский ярус. От зоны *calloviense* нижнего подъяруса до зоны *athleta* верхнего подъяруса включительно.

Местонахождения на территории Беларуси: скв. Лельчицкая 25 УБ (глуб. 115,4 м) ранний келловей зона зона *calloviense* и скв. Краснополянская 6 (глуб. 97,8 м) ранний келловей зона зона *calloviense*.

Диапазон экологической толерантности видов скважины Лельчицкая 22 УБ сводится к зоне литорали от 4-100 м, с температурой от 24-32°C, с хорошей аэрацией и плотным грунтом. Представленные неподвижные и малоподвижные сестонофаги и детритофаги, проживавшие в зоне с повышенной гидродинамикой и повышенным содержанием органического вещества в осадках.

Соотношение представителей малакофауны указывает на биономическую зону сублиторали для уровня 115,4 м (Лельчицкая 22 УБ) времени *Sigaloceras calloviense*.

Соотношение химических элементов в геохимических пробах Лельчицкого объекта

№ проб	Химические элементы, мг/кг						Возраст пород
	Халькофильные		Литофильные				
	Cu	Ni	V	Ti	Cr	Mn	
Лельчицкая 17 УБ глуб. 107,5 м	38,3*	113,7*	201,3	8447	151	452	J ₂ k ₁ P. koe
Лельчицкая 12 глуб. 113,0 м	<u>23,9</u>	68,2	179,3	10642*	160,7	382	J ₂ k ₁ S. cal.
Лельчицкая 12 глуб. 115,7 м	36,5	47,6	156,1	5273	143	577	J ₂ k ₁ C. ela
Лельчицкая 17 УБ глуб. 107,6 м	36,1	58,6	344,3*	8368	186,2*	378	J ₂ k ₁ P. koe
Лельчицкая 22 УБ глуб. 115,4 м	34	<u>28,9</u>	220	<u>4452</u>	<u>46,8</u>	1685*	J ₂ k ₁ S. cal.
Лельчицкая 5 Г глуб. 106,8 м	34,4	40,9	<u>99,6</u>	7574	125,3	<u>334</u>	J ₂ k ₁ P. koe.

Условные обозначения: звездочкой показаны максимальные концентрации, подчеркиванием показаны минимальные содержания

Геохимические данные (табл.1) свидетельствуют о нарастании индекса солёности (V/Cu) и восстановительных условиях (V/Cr) (Махнач, 2011) во время *Cadoceras elatmae*, что связано с усилением трансгрессии. Следует отметить, что максимальное накопление титана приходится на зональные условия время *Cadoceras elatmae*, где фиксируется максимальное значение индикатора солёности и восстановительные условия среды. Однако, наличие в отложениях растительных остатков свидетельствует об условиях близких к болотным, как аналог данные условия схожи с биомом мангровых зарослей. Хроноинтервал *Proplanulites koenigi* ознаменован началом экотонных условий, восстановительные условия сменяются на окислительные, отмечаются резкие колебания индекса солёности. Во время *Sigaloceras calloviense* наблюдаются типично морские условия, однако придонные условия восстановительные. Резкие колебания индекса солёности объясняются опреснением с континента.

Биогеографические исследования указывают на Бореально-Атлантическую подобласть Бореальной области. Сходство с фауной Среднерусского моря около 25%.

Создание палеогеографических моделей служит не только для геологической корреляции, но и для сопоставления условий образования полезных ископаемых, а также позволяют решить ряд задач палеогеографии, данные модели существенно расширяют возможности детализации исследований при условии сочетания различных научных методов.

Махнач В.В. Степень изученности юрских моллюсков келловей - оксфорда Беларуси. Сборник материалов Международного форума студенческой и учащейся молодежи «Первый шаг в науку – 2010». – Минск: «Четыре четверти», 2010. – 376 - 378 с.

Махнач В.В. Геохимические индикаторы как средство восстановления палеогеографических параметров среды. // Геохимия четвертичных отложений Беларуси: материалы Международной научной конференции, посвященной 80-й годовщине со дня рождения члена корреспондента НАН Беларуси, доктора геолого-минералогических наук Владилена Александровича Кузнецова, Минск, 31 марта – 1 апреля 2011 / редкол. М.П. Оношко (ред.) [и др.]; Республиканское унитарное предприятие «Белорусский научно-исследовательский геологоразведочный институт». – Минск: Право и экономика, 2011. – 62-65 с.

Махнач В.В. Исторические аспекты изучения палеонтологии и палеогеографии юрского периода Беларуси // Вестник Брестского университета 2013, №1 – 73-78 с.

В. В. Махнач, М. А. Синькова

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

ДИНАМИКА МИГРАЦИЙ МАЛАКОФАУНЫ В КЕЛЛОВЕЙ-ОКСФОРДСКОЕ ВРЕМЯ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

Основными факторами миграции и дифференциации моллюсков являются: температура, течения, климатическая зональность, геологические особенности территории, геотектоническое положение.

Для изучения миграции и дифференциации конхилиофауны были выбраны скважины: Гомельская 792, Костюковичи 4 и Краснополяские 1-8, следует отметить, что данные скважины находятся в разных фациальных подрайонах в схеме районирования юрских отложений Беларуси.

В ходе изучения были установлены богатые палеонтологические материалы, позволяющие детализировать представления о морских представителях Восточно-Европейского моря.

Проведя геологическую корреляцию удалось увязать малакофаунистические комплексы с аммонитовыми зонами выделенными автором (Махнач, 2013).

К зоне *Cadoceras elatmae* и слою *Macrocephalites* принадлежат следующие представители: *Macrodon* sp., *Ostrea* sp., *Chlamys fibrosus* Sowerby, *Oxytoma inaequalis* Borissjak, *Camptonectes lens* Sowerby, *Astarte* sp., *Aequipecten* sp., *Nacula caecilia* Orbigny, *Nacula "fokinensis"* Gerasimov, *Cryptaulax mutabilis* Gerasimov, *Meleagrinella* sp.. Огромное количество видов населяющих как бореальную так и тетическую зону и малое количество типично боральных представителей позволяет утверждать о мощной трансгрессии с района Днепровско-Донецкой впадины, а не со стороны Московской синеклизы.

Время *Proplanulites koenigi* охарактеризовано смешанным комплексом фауны: *Oxytoma* sp., *Gryphea dilatata* Sowerby, *Protocardia concinna* (Buch), *Cryptaulax mutabilis* Gerasimov.

Хроноинтервал *Sigaloceras calloviense* представлен *Velata* sp., *Nacula calliope* Orbigny, *Pinna* sp., *Cylindroteuthis* sp., *Parallelodon* sp., *Macrodon* sp., данный комплекс также представлен смешанными видами.

Зона *Kosmoceras jason* характеризующая первый оптимум на интервале келловей оксфорд в подошве слоя содержит борельных представителей, а выше отмечается их отсутствие и появление космополитов: *Trautsholdia gibba* (Gerasimov), *Gryphea dilatata* Sowerby, *Chlamys fibrosus* Sowerby.

Время *Erymnoceras coronatum* охарактеризовано гастроподой *Cryptaulax mutabilis* Gerasimov, являющейся эврибионтом и любящей грубозернистые грунты.

Временные интервалы *Peltoceras athlete* и *Quenstedtoceras lamberti* фауной не охарактеризованы.
 Хроноинтервал *Quenstedtoceras mariae* представлен *Parallelodon pictum* (Milashevitsch), *Camptonectes* sp., *Parallelodon* sp., *Nacula calliope* Orbigny, *Oxytoma* sp..
 В зоне *Cardioceras cordatum* второй оптимум на интервале келловой-оксфорд встречен один представитель *Parallelodon* sp..

Анализ представителей малакофауны позволяет существенно детализировать представления о формировании фаунистического комплекса в пределах восточной части акватории Беларуси в юрское время (Махнач, 2012). На рисунке 1 представлены соотношения отрядов *Bivalvia* для скважины Гомельской 792 и Костюковичи 4.

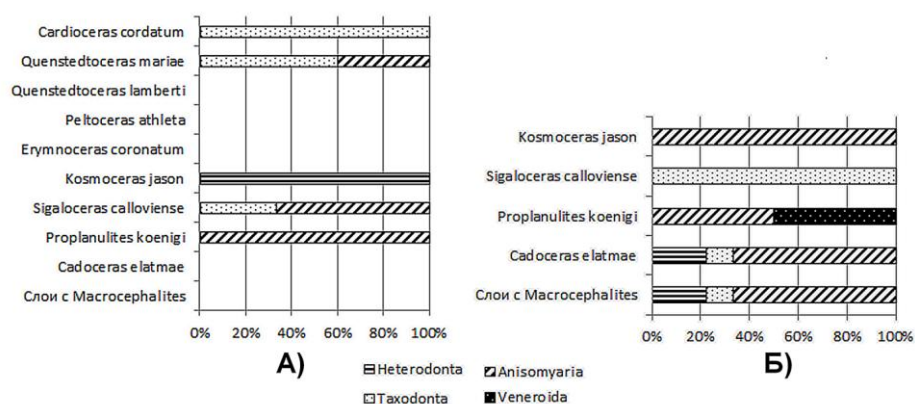


Рисунок 1. Соотношение отрядов *Bivalvia* на уровне аммонитовых зон, где А) скважина Гомельская 792, Б) скважина Костюковичи 4

Скважины Краснаснопольские охарактеризованы фауной лишь в начале раннего келлового и в основном представлены представителями *Anisomyaria* и *Heterodonta*, а также к комплексу примешивается огромное количество гастропод *Cryptaulax mutabilis* Gerasimov.

Следует отметить, что при анализе рисунка 1 можно заметить, что комплексы фауны сменяются и развиваются поэтапно.

Для понимания особенностей миграции и закономерностей формирования малакофаунистического комплекса выполним палеоэкологические наблюдения исходя из таксономического состава (рисунок 2).

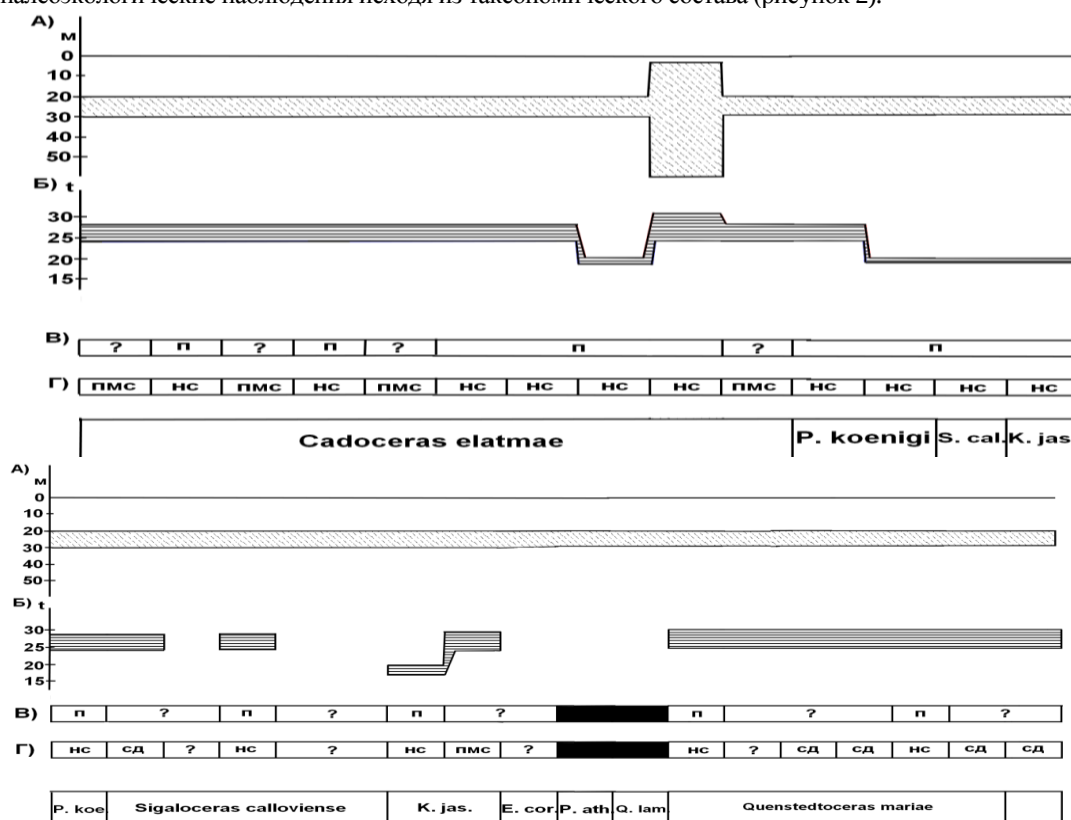


Рисунок 2. Палеогеографические профили скважин Костюковичи 4 и Гомельская 792

А – батиметрическая кривая, Б – диапазон температурной толерантности, В – грунты, Г – трофические уровни. Условные знаки: пмс – подвижные и малоподвижные сестонофаги, нс – неподвижные сестонофаги, сд – собирающие детритофаги. п – плотные грунты.

Следует подчеркнуть, что экологическая толерантность видов моллюсков тяготеет к отметкам глубины от 20 до 30 м, исключением составляет хроноинтервал в конце времени *Cadoceras elatmae* в скважине Костюковичи 4, там отмечается очень широкий глубинный диапазон, однако при сопоставлении с палеотемпературной толерантностью, скорее всего мы

наблюдаем уменьшение глубины менее 10 м. Геологический и палеонтологический материал хорошо сопоставим и в интервале времени со среднего келловей до раннего оксфорда, и при наложении профилей отмечается общая закономерность: аридизация. Температурная кривая толерантности видов колеблется от 18 до 28°C это связано с хорошим прогревом биомимической зоны проживания малакофауны. Широкое распространение плотных грунтов свидетельствует о хорошей гидродинамике и аэрации данной зоны. Гораздо большую информативность представляет график изменения трофического уровня: при сопоставлении одинаковых хроноинтервалов отмечается дифференциация фаунистических комплексов по трофическим уровням. Последнее обусловлено палеоклиматической зональностью, а скорее секторностью, а также геотектоническим положением. Данный подход лег в основание выделения разных биогеографических районов в пределах Восточно-Европейского моря. Прерывание графиков обусловлено неполнотой геологической летописи, или отсутствием четких границ экологической толерантности видов.

Выводы: природная ритмичность, отражается напрямую в ритмичности формирования малакофаунистического комплекса.

Наблюдения за палеоэкологией комплекса малакофауны дают детальное представление о палеосреде, а сильные экологические изменения, вероятно, характеризуют такую единицу стратиграфии как горизонт, однако это утверждение требует дальнейших исследований и доказательств.

Использование наблюдения за сменой комплекса в хроноинтервалах и геологические, а также палеонтологические наблюдения позволили детализировать представления о малакофаунистических комплексах.

Махнач В.В. Особенности экотонной конхилиофауны Беларуси и её связь с сопредельными регионами // Инновации в геологии и освоении недр: материалы VI Университетских геологических чтений. Минск, 6-7 апр. 2012 г. /редкол.: В.Н. Губин [и др.]. – Минск: БГУ, 2012. – 29-31 стр.
Махнач В.В. Аммоноидеи келловей-оксфордского времени Беларуси // Природные ресурсы Межведомственный бюллетень 2013, № 1 – 57 – 65 с.

А. Н. Мотузко, Н. В. Вишневский, И. А. Логачёв

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

ИЗУЧЕНИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ PHYLUM CHORDATA SUPERORDO DINOSAURIA В УЧЕБНОМ КУРСЕ «ПАЛЕОНТОЛОГИЯ»

Динозавры (лат. Dinosauria, от др.-греч. *deinos* — страшный, ужасный, опасный и *sauria* — ящер, ящерица) — надотряд наземных позвоночных животных, доминировавших на Земле в мезозойскую эру — в течение более 160 миллионов лет, начиная с позднего триасового периода (приблизительно 225 млн. лет назад) до конца мелового периода (около 65 млн. лет назад). Большинство из них стали вымирать на стыке мелового и палеогенового периодов во время крупномасштабного исчезновения животных и многих разновидностей растений в относительно короткий период геологической истории. Ископаемые останки динозавров обнаружены на всех континентах планеты. Ныне палеонтологами описано более 500 различных родов и более чем 1000 различных видов.

Динозавры являются руководящими ископаемыми организмами для всего мезозоя. Их остатки являются ценнейшим материалом для стратиграфии континентальных отложений, а также позволяют реконструировать палеогеографическую обстановку Земли в период обитания этих животных. Все эти причины становятся крайне важными и полезными при изучении Superordo Dinosauria на занятиях по палеонтологии со студентами геологами. Чтобы хорошо владеть материалом, нужно знать принципы систематики данного надотряда, основные морфологические признаки, а также время жизни и время наибольшего распространения представителей этого надотряда.

Классификация и систематика. Предками всех динозавров были, появившиеся в начале триасового периода, текодонты. Динозавры, развившаяся из текодонтов, это одна группа рептилий. Другая группа рептилий, сформировавшаяся из текодонтов, стала прародителями современных крокодилов. Все текодонты были рептилиями с когтями на лапах, чешуйчатой кожей и откладывали яйца с прочной скорлупой. Но строение конечностей динозавров отличалось от строения конечностей других рептилий. Их лапы были направлены вниз, в отличие от лап других рептилий, которые были расставлены в стороны (рис. 1). На рисунке показано различие строения конечностей динозавров и крокодилоподобных рептилий. Благодаря такому строению конечностей динозавры более быстро передвигались, чем другие рептилии, которым приходилось волочить свое туловище по земле.



Рисунок 1. — Строение конечностей динозавров (а) и крокодилоподобных рептилий (б).

К Superordo Dinosauria относят два больших отряда, различающихся строением таза: ящеротазовые (Saurischia) и птицетазовые (Ornithischia). Разделение на эти два отряда было предложено в 1887 году британским палеонтологом Гарри Сили (Harry Seeley). Названия носят условный характер, так как у ящеротазовых динозавров строение таза вовсе не похоже на строение его у ящериц, а птицы происходят не от птицетазовых, а от ящеротазовых динозавров. Ящеротазовые — отряд динозавров с лобковыми костями, первично направленными вперед (как у крокодилов). У некоторых относительно поздних ящеротазовых лобковые кости становятся направленными назад (как у птиц). У птицетазовых лобковые кости направлены назад изначально (рис.2).

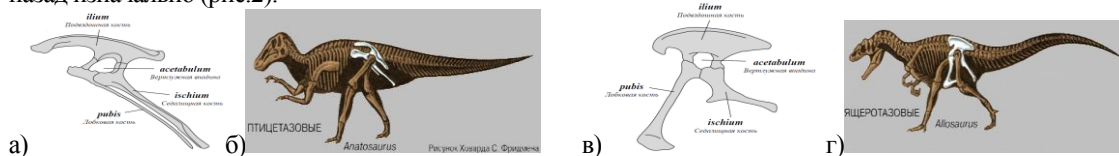


Рисунок 2. — Различия в строении тазовых костей птицетазовых (а, б) и ящеротазовых (в, г) динозавров

Значение этих различий не ясно. Среди обеих групп имеются как четвероногие формы, так и двуногие, однако именно по этим особенностям определяется принадлежность динозавров к той или другой группе, независимо от их размеров, способа передвижения и питания.

Более объяснимы различия между группами в строении челюстей и зубов. У ящеротазовых динозавров зубы располагаются по краю челюсти в один ряд, который доходит до конца морды. Каждый зуб конической или долотообразной формы сидит в отдельной ячейке. У птицетазовых динозавров в передней части нижней челюсти располагалась лишённая зубов предзубная кость, часто отсутствовали передние зубы и в верхней челюсти. У многих птицетазовых был роговой клюв, как у черепах.

Систематика Superordo Dinosauria*

Отряд Saurischia (ящеротазовые) (T ₂ - K)	Отряд Ornithischia (птицетазовые) (T ₃ - K)
Подотряд Theropoda (T₂ - K): Инфраотряд Coelurosauria (T ₂ - K) Семейство Avimimidae (T ₂ - K) Род Avimimus (K) Инфраотряд Carnosauria (J - K): Семейство Allosauridae (J ₃ - K) Род Allosaurus (J ₃) Семейство Tyrannosauridae (K) Род Tyrannosaurus (K ₂) Подотряд Sauropoda (T₃ - K) Семейство Diplodocidae (J) Род Diplodocus (J) Род Brontosaurus (J)	Подотряд Stegosauria (J - K₁) Семейство Stegosauridae (J - K ₁) Подотряд Ankylosauria (J - K) Семейство Ankylosauridae (J - K) Подотряд Ceratopsia (K₂) Семейство Ceratopsidae (K ₂) Подотряд Hadrosauria (K) Семейство Hadrosauridae (K) Подсемейство Iguanodontidae (K) Род Iguanodon (K ₁) Подсемейство Saurolophinae (K ₂) Род Saurolophus (K ₂)

*в таблице приведены семейства и роды, рассматриваемые в учебном курсе «Палеонтология»

К ящеротазовым динозаврам относятся тероподы («звероногие») и зауроподоморфные («ящероногие») динозавры. Подотряд тероподы включает в себя всех хищных ящеров, из которых наиболее крупными и известными являются аллозавр и тираннозавр. Аллозавры были предшественниками тираннозавров и жили в юрском периоде. Ящеры достигали в длину 12 метров вместе с хвостом, имели длинные передние конечности с 3-4 пальцами. Тираннозавры появились в меловом периоде. Звери были длиной до 15 метров вместе с хвостом. Их высота в полный рост достигала 6 метров, а весил зверь до 7 тонн. Тираннозавр имел сильно укороченные редуцированные передние конечности с двумя пальцами, не достигающими рта. Считается, что от мелких тероподов произошли птицы.

Зауроподоморфные — в основном, крупные динозавры с длинными шеями и хвостами и колоннообразными ногами. Они объединяют около 60 родов (T₃ - K). Самым известным и хорошо изученным из зауропод является юрский род диплодок. Ящер имел мощное туловище, опирающееся на четыре массивные ноги с пятью короткими пальцами, и длинную шею с маленькой змееобразной головой. Вес диплодока достигал 80 тонн, длина тела 23-35 метров, высота 4-6 метров, а при вытянутой шее высота превышала 12 метров. Считалось, что звери вели полуводный образ жизни. Новые исследования доказали, что эти звери были сухопутными животными.

Отряд птицетазовые включает четвероногих и двуногих представителей. Среди четвероногих ящеров наделяются своим видом юрские и раннемеловые стегозавры («пластинчатые ящеры»), у которых пластины расположены вертикально двумя рядами вдоль позвоночника. Высота пластин достигала 1 метра. Длина тела ящеров была около 9 метров. Грозный подвижный хвост имел на конце два шипа. Задние конечности были более длинные, чем передние. Начиная со средней юры и на протяжении всего мела, широкое распространение получили анкилозавры («окостенелые ящеры»), покрытые костяной броней из скульптурированных пластинок по всему телу. Конечности у ящеров были равной длины. Размеры тела достигали 6-9 метров в длину. Ператопсы («фогатые ящеры») появились в меловом периоде. Среди них наиболее известен трицератопс. Имея большой костяной воротник, три рога на морде, крупные толстые конечности и сходное с носорогом телосложение, трицератопсы являются одними из наиболее узнаваемых динозавров. Взрослые особи трицератопсов достигали примерно от 6,7 до 7,6 м в длину, 2,5-3 м в высоту и весили от 7,5 до 12 тонн.

Пахицефалозавры («толстоголовые ящеры») с головами, покрытыми костяным панцирями и орнитоподы («птицепогои»), для которых характерно передвижение преимущественно на двух ногах (бипедальность). Наиболее известные представители пахицефалозавров объединены в семейство гадрозаврид (K), которые были широко распространены в меловом периоде. Со средней юры и до конца мелового периода известны игуанодоны, а в позднем мелу появились утконосые динозавры – гадрозавры. Игуанодоны высотой 5-10 метров обитали стадами вблизи водоёмов на участках с древесно-кустарниковой растительностью. Утконосые динозавры имели высоту до 15 метров, роговой утинообразный клюв и от 1000 до 2000 зубов в ротовой полости. Обитали гадрозавры в прибрежье, где вели полуводно-наземный образ жизни, питаясь, как и игуанодоны, растительной пищей.

С. К. Мустафин

Бакирский государственный университет, г. Уфа, Россия

ГЕОЛОГИЯ И ТИПОМОРФИЗМ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА КОМПЛЕКСНЫХ РОССЫПЕЙ ЮЖНОГО УРАЛА

Геолого-геоморфологические особенности развития Уральского региона (провинции) - длительность мезокайнозойского континентального этапа, глубокое выветривание коренных пород, широкое выравнивание рельефа - привели к большому разнообразию возрастных генетических и морфологических типов россыпей.

Наряду с повсеместно развитыми четвертичными россыпями известны неогеновые, палеогеновые, меловые и юрские месторождения.

Основу сырьевой базы составляют мелкозалегающие россыпи малых и средних долин. По мере их отработки возрастает значение россыпей толщ повышенной мощности (до 50-60 м и более) и техногенных.

На Урале выделяется множество золотоносных зон, изученных с различной степенью детальности, в которых россыпи приурочены к долинам современной и погребенной гидросети (руслые, долинные, террасовые, ложковые, карстовые). В ряде долин проявлена золотоносность, связанная с рыхлыми отложениями мезозойских и третичных депрессий.

Промышленные концентрации золота в депрессиях, как правило, приурочены к горизонтам грубообломочных каолинизированных галечников и песков. Мезо-кайнозойские россыпи характеризуются мелким золотом и большим количеством глинистого материала.

Размеры россыпей различны: протяженность - от десятков метров до десятка километров, ширина промышленного контура - до 300-400 м, глубина залегания - до 30 м и более. Самые большие запасы (64,4 %) и добыча (81,9%) приходятся на Свердловскую область, 20,4% запасов и 11,4% добычи - на Челябинскую и 11,1% запасов - на Пермскую. Запасы и добыча в Оренбургской области и Республике Башкортостан (РБ) невелики.

На территории Южного Урала в пределах РБ известно около 300 россыпей золота. За весь период эксплуатации, достигавший 200 лет из россыпей добыто более 87 т чётного металла (Казаков, Салихов, 2006).

Промышленные россыпи преимущественно сосредоточены в Авзяно-Белорецком, Баймакском, Сибайском и Учалинском рудно-россыпных районах, лишь небольшое количество объектов представлено в Зилайском.

Различаются россыпи аллювиальные (включая аллювиально-карстовые и озёрно-аллювиальные), делювиальные, элювиальные и переходных типов.

Основная часть промышленных запасов металла сосредоточена в аллювиальных россыпях; делювиально-аллювиальные объекты менее продуктивны. Возраст золотоносных отложений неоплейстоценовый, эоплейстоценовый; плиоценовые и миоценовые россыпи развиты слабее.

В морфологическом отношении выделяются: долинные, террасовые и ложковые.

Большинство россыпей восточного склона Башкирского Урала можно являются комплексными по составу минерального сырья, поскольку в них нередко отмечается наличие осмистого иридия в содержаниях до 2-3% относительно содержания самого золота.

В гранулометрическом отношении преобладает золото мелкого (до 0,5 мм) и среднего (0,5-1,0 мм) классов. Россыпи с преобладанием крупного золота немногочисленны; встречаются самородки весом 400-800 г наиболее крупный из задокументированных - «Ирендыкский медведь» весом 4788 г.

Окатанность россыпного золота различна, встречаются сохранившиеся дендриты, однако чаще преобладает средняя и хорошая. Слабоокатанное золото нередко в сростках с кварцем обычно приурочено к вершинам ложковых россыпей. Пробность самородного золота различных россыпей региона колеблется от 800 до 960.

В золотоносных аллювиальных отложениях, локализованных в широких разработанных долинах рек Миасс и Урал, доля обломков валунно-галечной размерности определяется 20-30%, для отложений объектов расположенных в зоне резко расчленённого рельефа (долина р. Авзян) она намного выше - 40-65%.

Доля обломков гравийно-песчаной размерности колеблется от 20 до 50%, а глинисто-алевритовая составляющей - 20-40% соответственно; в делювиально-аллювиальных россыпях переходящих в аллювиальные доля последней возрастает, достигая 65%.

В целиковых россыпях концентрация золота приплотиковая, пластовая. Максимальные содержания металла устанавливаются в струях, сложенных грубообломочным аллювием с глинистым заполнителем.

В плане россыпи лентовидные, с шириной промышленного контура до 20-40 м в долинах водотоков I-II порядков, 100-300 м в долинах III-IV порядков. Протяжённость россыпей колеблется от 1,5-2 км до 6-10 км.

На участке долины верхнего течения р. Миасс, сближенная группа россыпей объединена в единый дражный полигон.

Мощность продуктивного слоя тяготеющего к тальвегам и палеотальвегам долин не превышает 2-3 м, редко достигая 4-6 м. Глубина залегания россыпи составляет 2-12 м, возрастая в палеоврезах 15-70 м.

Большинство промышленных россыпей РБ затронуто разработкой, при этом значительное число объектов, особенно расположенных в долинах водотоков I-II порядков, затронуто открытыми и подземными выработками, пройденными так называемым мускульным способом много ранее.

Наиболее крупные россыпи перемыты с применением современной высокопроизводительной техники - гидравшпертами и драгами. Однако анализ данных по результатам разведки и эксплуатации россыпей территории показал, что ресурсы россыпного золота РБ далеко не исчерпаны (Казаков, Салихов, 2006).

Прирост запасов металла возможен на флангах известных месторождений, в межблоковых и бортовых целиках, за счёт недозащищенных плотиков, вскрышных, лежалых отвалов старых разрезов, «головок» гале-эфельных отвалов.

В геоморфологическом отношении благоприятными для обнаружения новых россыпей в регионе являются долины с корытообразным поперечным профилем, врезаемые в умеренно приподнятые морфоструктуры с грядово-мелкосопочным и столовым рельефом. Для долин I-IV порядков благоприятным признаком развития россыпной золотоносности является наличие хорошо разработанной лестницы террас - от первой надпойменной позднеплейстоценовой до высоких плиоцен-миоценовых.

Наиболее распространенной примесью самородного золота является Ag, подчинённое значение имеют постоянно присутствующие примеси: Cu, Fe, Pb, Hg, реже встречаются элементы-примеси обусловленные составом руд - As, Sb, Zn, Bi, Te, Se, к редким относятся примеси Pt, Pd, Os и Ir.

В комплексной россыпи Тарлау (бассейн р. Урал) выявлены важные в генетическом отношении агрегаты минеральных фаз: туламинита Pt_2FeCu в сростках с хромпикотитом $(Mg,Fe)Cr_2O_4$; самородного иридия с ферроплатиной (Pt_3Fe) ; самородного иридия с серпентином $Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$; рутенистого осмия с форстеритом $Mg_2[SiO_4]$; иридистого осмия с форстеритом; а также отдельных фаз рутенистого иридия и самородного осмия. Иридосмин из россыпи содержит (мас. %): Ru (8,53-9,56), незначительные примеси Cu (0,6) и Fe (0,42). Элементы-примеси в самородном золоте служат надёжными индикаторами состава среды минералообразования. Этот признак сохраняется и в золоте россыпей, что позволяет определить коренной источник металла.

Для ряда россыпных месторождений отмечается весьма существенная, в отдельных случаях до 75% и более, доля весьма мелкого (- 0,25 + 0,1 мм), тонкого (- 0,1 + 0,05 мм) и пылевидного (-0,05 + 0,01 мм) классов самородного золота от общей массы металла. Такое золото гидравлическим способом не извлекается и накапливается в эфельных отвалах, формируя техногенные месторождения. Ранее мелкое золото извлекали амальгамацией.

Техногенная амальгама золота, установленная в эфельных отвалах россыпи долины р. Авзян, отвечает по составу фазе Au_6Hg_5 (рентгеновская плотность $\rho=16,872$ г/см³). Зёрна самородного золота покрыты техногенной плёнкой состава Au_6Hg_5 , Au_5Hg_8 , обладающей специфической коррозионной структурой поверхности.

Современные центробежные концентраторы и винтовые шлюзы отличаются высокой производительностью при минимальном техногенном воздействии на окружающую среду (Мустафин, 2010).

Результаты изучения распределения и форм нахождения золота в минеральном сырье коренных источников россыпей различных регионов, указывают на наличие наночастиц, актуальность учёта которых сегодня подтверждается специализированными исследованиями (Конеев, 2006).

Оптимизация региональных минерагенических исследований рудно-россыпных районов Южного Урала и отдельных объектов, включая разнотипные комплексные по составу минерального сырья современные россыпи сегодня требует сочетания возможностей ГИС и нанотехнологий.

Казаков П.В., Салихов Д.Н. Полезные ископаемые республики Башкортостан (россыпное золото). Уфа: Гилем, 2006. Ч. 2. 287 с.
Конев Р.И. Наноминералогия золота эпitherмальных месторождений Чаткало-Кураминского региона (Узбекистан). СПб.: DELTA, 2006. 220 с.
Мустафин С.К. Атлас самородного золота руд, россыпей и техногенных объектов Южного Урала (на примере Республики Башкортостан) // Самородное золото: типоморфизм минеральных ассоциаций, условия образования месторождений, задачи прикладных исследований / Мат-лы Всеросс. конф., посвящ 100-летию Н.В. Петровской М: ИГЕМ, 2010. С. 215-218.

В. Ю. Обуховская¹, Д. П. Плакс², С. А. Крчук¹

1. Государственное предприятие «БелНИГРИ», Минск, Беларусь, 2. Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

О ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИХ МАРКЕРАХ В РАЗРЕЗЕ СРЕДНЕГО ДЕВОНА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Разрез среднего девона южной части территории Беларуси, в основном Жлобинской седловины и Северо-Припятского плеча, представлен толщей (до 200 м) разнофациальных отложений, соответствующих временному интервалу от позднего эмса до раннего франа включительно [2]. Они последовательно охарактеризованы керном и палеонтологическими остатками, преимущественно растительными микрофоссилиями, что позволило составить для указанных территорий тектонических структур согласно новой стратиграфической схеме девонских отложений Беларуси [8, 9] сводные разрезы и показать на них, используя методические рекомендации [1, 3] уровни основных седиментационных и биотических событий [7], дополненных кроме миоспор данными по ихтиофауне и конодонтам.

Краткие выводы выполненных исследований сводятся к следующему:

1. На базе обобщения результатов литологического и палеонтологического (миоспоры, бесчелюстные и рыбы, конодонты) изучения типовых разрезов скважин исследуемых территорий Жлобинской седловины и Северо-Припятского плеча выделены и охарактеризованы основные этапы осадконакопления: позднеэмский, эйфельский, живетский и раннефранский, обусловленные одноименными крупными трансгрессиями моря с выделением в их составе подэтапов, соответствующих нижним, средним и верхним подъярусам эйфельского и живетского ярусов, а также ритмов, отвечающих преимущественно стратиграфическим подразделениям в ранге горизонтов (витебского, адровского, освейского, городокского, костюковичского, полоцкого, убортского и желонского). Приведена также кривая колебаний уровней трансгрессий и регрессий моря в позднеэмско-живетское время.

2. В составе каждого стратиграфического подразделения выделены наиболее четкие для распознавания и корреляции литологические уровни (реперы): базальная (обольская) пачка разнородных песчаников с оолитами в основании витебского горизонта, карбонатная (известняково-доломитовая) толща адровского горизонта, сульфатная (гипсоносная) пачка в основании освейского горизонта, доломитовая пачка в средней части городокского горизонта, карбонатная (доломитизированные известняки) пачка с остатками фауны в основании и глинистая пачка в средней части костюковичского горизонта, песчаные пачки в основании полоцкого, убортского и желонского горизонтов, являющихся маркерами местных седиментационных условий их формирования.

3. В разрезе среднего девона также отмечается ряд мелких и более крупных перерывов в осадконакоплении, из которых наиболее значимые – предвитебский, предполоцкий и предубортский (?) могут рассматриваться в качестве региональных седиментационных событий.

4. Выделены палеонтологические маркеры границ крупных этапов осадконакопления, стратиграфических подразделений и уровней биотических событий.

Палеонтологическими маркерами витебского ритма являются: по миоспорам – доминирование крупных видов родов *Dibolisporites*, *Apiculiretusispora* и *Retusotrites*, продолжавших свое развитие в залегающих выше отложениях, появление крупных *Grandispora* и *Calyptosporites*, а также присутствие миоспор узкого диапазона стратиграфического распространения *Diaphanospora inasuta* (Tshibr.) Archang., *D. impolita* (Tschibr.) Archang., *Lanatisporites hispidus* (Archang.), *Rhabdosporites mirus* Archang. [6]; по ихтиофауне – *Skamolepis fragilis* Kar.-Tal., *Laliacanthus singularis* Kar.-Tal., *Ptychodictyon ancestralis* Valiuk. [11].

Палинологическим маркером адровского ритма является устойчивое появление крупных оболочек *Periplecotrites tortus* Egor., *Retusotrites fragosus* Archang., *Grandispora velata* (Eis.) Playf., миоспор морфона *Rhabdosporites langii* при сохранении доминирования унаследованных представителей родов *Dibolisporites*, *Apiculiretusispora* и *Retusotrites*. По ихтиофауне маркером является *Schizosteus heterolepis* (Preobr.) [11, 12].

Палинологический маркер освейского ритма практически не выражен, если не считать некоторого количественного и видового обеднения миоспоровых ассоциаций. По ихтиофауне маркером этого уровня является вид *Cheiracanthoides estonicus* Valiuk.

Палинологическим маркером городокского ритма служит множественное появление в базальной части разреза миоспор родов *Ancyrospora* и *Hystricosporites* с длинными, иногда бифуркатными выростами, видов *Grandispora naumovae* (Kedo) McGregor, *Rhabdosporites facetus* (Archang.) Archang., *R. langii* (Eis.) Rich. *tipica* и несколько выше по разрезу, уже в доломитовой пачке (репере) – *Densosporites devonicus* Rich., *Cirratriradites monogrammos* (Archang.) Archang., *C. punctomonogrammos* (Archang.) Archang. Монотаксоновый состав акритарх, представленных здесь тонкостенными лейосферами диаметром 30-50 мкм, свидетельствует об аномальных условиях в бассейне осадконакопления, вызванных, очевидно, повышенной соленостью вод. Лишь в верхней, глинисто-мергельной пачке ритма в ряде разрезов наблюдается появление мелкошпиговатых *Gorgonisphaeridium* и реже полигональных акритарх, типичных для нормально-морских условий. По ихтиофауне этот уровень маркируется преобладанием вида *Ptychodictyon rimosum* Gross [11].

Палинологическим маркером костюковичского ритма является максимум в развитии вида *Rhabdosporites langii* и появление целого ряда видов, продолжающих свое существование в залегающих выше отложениях полоцкого горизонта живетского яруса. К таким видам относятся: *Grandispora inculta* Allen, *Retispora archaeolepidophyta* (Kedo) McGregor et Camfield, *Chelinospora ligurata* Allen, *Verrucosporites premura* Playf., *Chelinospora timanica* (Naum.) Lob. et Streel, *Samarisporites tozeri* Owens и др. Нормально-морские условия осадконакопления обусловили присутствие здесь политахсонных комплексов акритарх [5]. По ихтиофауне этот уровень уверенно выделяется на основе присутствия в породах таких видов рыб как *Nostolepis kernavensis* Valiuk. и *Cheiracanthoides proprius* Valiuk. [11, 13].

Маркером костюковичского ритма по конодонтам являются виды родов *Polygnathus* (*P. linguiformis* Hinde, *P. linguiformis klapperi* Clausen, Leuteritz и Ziegler, *P. parawebbi* Chatterton), *Icriodus* (*I. orri* Barrick and Klapper, *I. stecki*

Chatterton, *I. stephansonii* Sparling, *I. struvei* Weddige) и *Tortodus* (*T. variabilis variabilis* (Biochoff und Ziegler), являющиеся характерными для верхней части зоны *ensensis* [15].

Палинологическим маркером раннего живета (горыньско-нижнестолнинская часть полоцкого ритма) является появление каватных миоспор рода *Geminospora* (Balme) Owens (*G. extensa*, *G. tuberculata*, *G. vulgata*), миоспор морфона *Geminospora lemurata* и др.). По ихтиофауне уровень характеризуется появлением таких таксонов как *Pycnosteus* cf. *pauli* Mark., *Diplacanthus gravis* Valiuk., *Devononchus* sp. [11].

Палинологическим маркером среднего живета (верхнестолнинско-морочская часть полоцкого ритма) является появление в миоспоровых ассоциациях *Cristatisporites triangulatus tipica* наряду с унаследованными от более древних живетских ассоциаций видами. На западе Припятского прогиба на этом уровне среди микрофитофоссилий присутствуют акритархи [10]. По ихтиофауне этот уровень характеризуется присутствием таких таксонов как *Psammolepis* sp., *Psammolepis* sp., *Ganosteus stellatus* Rohon, *Diplacanthus gravis* Valiuk. и др. [11].

Палинологическим маркером позднего живета (убортский ритм) является ассоциация миоспор палинозоны *Ancyrospora incisa* – *Geminospora micromanifesta* с абсолютным доминированием в ее составе вида рода *Geminospora*, появившихся ранее в палинозоне *extensa* полоцкого ритма, но имевших там подчиненное значение. По ихтиофауне этот уровень маркируется видами *Psammolepis paradoxa* Ag. и *Asterolepis ornata* (Eichw.) [11].

Палинологическим маркером желонского ритма раннего франа является появление миоспор *Raistrickia buccera* (Tschibr.) V. Obuch. и *Archaeozonotrites variabilis* Naum. var. *insignis* Senn., равным *Tholisporites densus* (Archang.) Owens [4, 10]. Руководящими видами позвоночных для желонского горизонта являются *Psammolepis undulata* (Ag.) и *Bothriolepis prima* Gross [11].

5. Установлено, что существенные изменения миоспоровых ассоциаций, приуроченные к подошвам витебского, полоцкого и убортского ритмов по косвенной корреляции совпадают с наиболее значительными изменениями в составе макрофлоры в основании зон *Hyenina*, *Swalbardia* и *Archaeopteris* [14]. По ихтиофауне такая смена отмечается для витебского, адровского, костюковичского, полоцкого, убортского и желонского горизонтов.

6. Рубежи, соответствующие глобальным биотическим событиям Хотечскому и Taghanik характеризуются множественным вымиранием миоспор, наблюдаемым на нижних границах витебского и убортского ритмов. Что касается глобального биотического события Kačak, скоррелированного по миоспорам с границей костюковичского и полоцкого ритмов (смотри рисунок), то этот уровень на исследованной территории характеризуется менее выраженным вымиранием и одновременно массовым появлением («популяционным взрывом») каватных миоспор рода *Geminospora* [7] и конодонтов родов *Polygnathus* и *Icriodus* [15].

1. Веймарн А.Б., Найдин Д.П., Копачев Л.Ф. и др. Методы анализа глобальных катастрофических событий при детальном стратиграфическом исследовании: метод. рекомендации. М.: МГУ, 1988. 190 с.
2. Геология Беларуси / Под. ред. А.С. Махнач, Р.Г. Гарецкого, А.В. Матвеева и др. Мн.: Ин-т геол. наук НАН Беларуси, 2001. 815 с.
3. Корень Т.Н. Событийная стратиграфия // Дополнение к Стратиграфическому кодексу России. СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. С. 67-80.
4. Кручек С.А., Обуховская В.Ю. Стратиграфия и палинологическая характеристика франских отложений Жлобинского поля диатрем // Літасфера. – 2005. – № 2 (23). – С. 22-32.
5. Обуховская В.Ю. Палинофауны костюковичского горизонта верхнего эйфеля Беларуси // Палеоэкология и современное состояние геологической среды Беларуси. – Минск: БелНИГРИ, 1998. – С. 5-10.
6. Обуховская В.Ю. Палинологическая характеристика витебского горизонта // Стратиграфия и палеонтология геологических формаций Беларуси: матер. междунауч. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. А.В. Фурсенко (30-31 янв. 2003 г., г. Минск). Мн.: Ин-т геол. наук НАН Беларуси, 2003. С. 232-238.
7. 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.
8. Обуховская Т.Г., Кручек С.А., Пушкин В.И. и др. Стратиграфическая схема девонских отложений Беларуси // Літасфера. 2005. № 1 (22). С. 69-88.
9. Обуховская Т.Г., Кручек С.А., Пушкин В.И. и др. Девонская система // Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси: объясн. зап. Минск: БелНИГРИ, 2010. С. 98-114.
10. Обуховская Т.Г., Обуховская В.Ю., Кручек С.А. Палинологическая характеристика и стратиграфия девонских отложений западного замыкания Припятского прогиба // Стратиграфия и нефтегазоносность палеозойских отложений Беларуси. Минск: БелНИГРИ, 2002. С. 51-67.
11. Плакс Д.П. О девонской ихтиофауне Беларуси // Літасфера. 2008. № 2(29). С. 66-92.
12. Плакс Д.П. Ихтиофауна из основания среднего девона (адровского горизонта) Беларуси / Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб Зямлі. Брэст, 2012. № 2. С. 118 - 121.
13. Плакс Д.П. Ихтиофауна костюковичского горизонта эйфельского яруса Беларуси / Проблемы региональной геологии и поисков полезных ископаемых: материалы VII Университетских геол. чтений, 4-6 апр. 2013 г., Минск, Беларусь / редкол.: М.А. Журков (гл. ред.), И.И. Пирожник (зам. гл. ред.), А.Ф. Санько (отв. ред.) [и др.]. Минск: Изд. центр БГУ, 2013. С. 38 – 40.
14. Юрина А.Л. Флора среднего и позднего девона Северной Евразии. М.: Наука, 1988. 175с.
15. Narkiewicz K., Kruchek S. Conodont-based correlation at the Middle Devonian in SE Poland and Belarus: preliminary data // Актуальные проблемы геологии Беларуси и смежных территорий: Материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию со дня рожд. акад. НАН Беларуси А.С. Махнач. Мн.: БелНИГРИ, 2008. С. 188-194 (in English).

Т. Г. Обуховская¹, С. А. Кручек¹, В. Ю. Обуховская¹, Д. П. Плакс²

1. Государственное предприятие «БелНИГРИ», Минск, Беларусь, 2. Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

О ВЫДЕЛЕНИИ ПОДЪЯРУСОВ В ОТЛОЖЕНИЯХ ЖИВЕТСКОГО ЯРУСА СРЕДНЕГО ДЕВОНА БЕЛАРУСИ

Выделение подъярусов общестратиграфической шкалы девонской системы стимулирует более точное расчленение и корреляцию фацциально различных отложений в планетарном масштабе. Поэтому необходима выдержанность основных принципов их выделения и максимально высокая степень синхронности принятых подъярусных границ. Международная подкомиссия по стратиграфии девона (SDS) отдает предпочтение при определении границ представителям пелагической фауны, в частности, конодонтам, которые являются хорошим инструментом для корреляции пелагических и неритических фацций. На западе Восточно-Европейской платформы, куда входит и территория Беларуси [1], где разрез среднего девона представлен в значительной степени терригенными и карбонатно-эвапоритовыми образованиями, конодонты имеют ограниченное распространение. Поэтому основными группами организмов при расчленении и корреляции этих отложений здесь являются преимущественно миоспоры и ихтиофауна. Выделяя в дискуссионном порядке подъярусы в образованиях как эйфельского, так и живетского ярусов, авторы обновленной стратиграфической схемы девонских отложений Беларуси [4, 5] основывались на цикличности в развитии палеобассейнов осадконакопления и на этапности в развитии некоторых представителей органического мира. Поэтому биомаркерами границ в белорусских разрезах чаще всего являются виды миоспор, уровни появления которых, по возможности, скоррелированы с границами, установленными по конодонтам. Ранее [13] уже рассматривалась эта проблема в целом. Сейчас это представляется возможным вслед за выполненной работой по эйфельскому ярусу [3] внести некоторые дополнения в обоснование выделения подъярусов и в живетском ярусе среднего девона Беларуси.

К живетскому ярусу на территории Беларуси [4, 5] относятся терригенные отложения полоцкого горизонта, соответствующего миоспоровой зоне *Geminospora extensa*, и убоортского горизонта ланского надгоризонта [5], отвечающие региональной для Восточно-Европейской платформы миоспоровой зоне *Ancyrospora incisa* – *Geminospora micromanifesta* [9]. Его разрез характеризуется здесь трехчленным строением. Нижняя часть яруса (горыньские и нижняя часть столинских слоев полоцкого горизонта), которая относится нами к нижнему подъярсу, сложена ритмичным чередованием песчаников, алевролитов и пестроцветных глин. Она отвечает миоспоровой подзоне *Geminospora vulgata* – *Retispora archaeolepidophyta* и позволяет коррелировать [3] вмещающие ее отложения с воробьевским и нижней частью ардаатовского горизонта Центральных районов Русской плиты и нижней частью живетских отложений Польши [16, 15]. Кроме того, первое появление на нижней границе подзоны миоспор морфона *Geminospora lemurata* позволяет также коррелировать ее с миоспоровой зоной *Geminospora lemurata* биогоризонта Западной Европы [14]. По ихтиофауне отложения горыньских и нижней части столинских слоев коррелируются с отложениями арукюлаского горизонта Главного девонского поля и предположительно отвечают гетеростраковым зонам *Pycnosteus palaeformis* и *P. pauli* [2, 7].

Образования верхней части столинских и морочские слои полоцкого горизонта составляют среднюю часть разреза яруса, которая выделяется нами в качестве среднего подъяруса. Она соответствует миоспоровой подзоне *Cristatisporites triangulatus* – *Corrystisporites serratus* [6, 3]. В их строении наряду с терригенными породами присутствуют прослои мергелей и доломитов. Среди растительных микрофоссилий на этом уровне впервые в живетских отложениях Беларуси появляются мелкошпигатые и полигональные акриархи, что свидетельствует о существовании здесь условий осадконакопления, близких к нормально морским. Именно эта часть разреза живетского яруса Беларуси по времени образования сопоставима с пелчинской глинисто-карбонатной толщей Львовско-Люблинского прогиба [11], в составе которой в юго-восточной Польше определены конодонты зоны средней *varcus*, характеризующие глобальное биотическое событие Taghanic [12].

По палинологическим данным отложения верхней части столинских и морочские слои коррелируются [3] с верхней частью ардаатовского и муллинского горизонтами Центральных районов Русской плиты, соответствующих конодонтовой зоне средней и верхней *varcus* [8].

По ихтиофауне верхняя часть столинских слоев (плакодермовая зона *Asterolepis dellei* и гетеростраковая зона *Pycnosteus tuberculatus*) и морочские слои (плакодермовая зона *Microbrachius*) сопоставляются с буртнийским горизонтом живетского яруса Главного девонского поля [7].

Отложения убоортского горизонта (зона *Ancyrospora incisa* – *Geminospora micromanifesta*) сложены песчаниками и алевролитами с тонкими прослоями пестроцветных глин. На нижней границе горизонта и миоспоровой зоны *incisa* – *micromanifesta*, маркирующей этот уровень, наблюдается региональное биотическое событие, которое фиксируется вымиранием многих видов миоспор, типичных для более древних отложений живетского яруса. Увеличивается количество появившихся ранее миоспор *Geminospora micromanifesta* (Naum.) Archang., *Chelinospora concinna* Allen, *Contagisporites optivus* (Tschibr.) Owens, *Perotrilites spinosus* (Naum.) Archang. Появление собственно новых видов миоспор крайне ограничено. Подобное изменение миоспоровых ассоциаций наблюдается также в основании верхней части формации Fromellen (Flc) живета Арденно-Рейнского региона [10]. В Польше миоспоры зоны *incisa* – *micromanifesta* определены несколько выше находок конодонтов *hermanni* – *cristatus* в отложениях, отнесенных к живетскому ярусу [16]. По ихтиофауне отложения убоортского горизонта соответствуют гетеростраковой зоне *Psammolepis paradoxa*, а по плакодермам – зоне *Asterolepis ornata*, что позволяет коррелировать [7, 17, 18] с гауйским горизонтом Главного девонского поля [2], а также ястребовской свитой Центрального девонского поля и пашийским горизонтом восточных районов Восточно-Европейской платформы [8].

Таким образом, в результате проведенного авторами обобщения результатов исследования, в разрезе живетского яруса территории Беларуси, как и в эйфельском ярусе, выделяются три части разреза, которые можно сопоставлять с подъярусами SDS. Палинологическим маркером границы нижнего подъяруса живета в белорусских разрезах является появление миоспор морфона *Geminospora lemurata*; биомаркером нижней границы среднего подъяруса – появление *Cristatisporites triangulatus* (Allen) McGregor et Camfield; биомаркером верхнего подъяруса (аналога верхней части формации Fromellen) – появление *Ancyrospora incisa*. Нижняя граница залегающих выше отложений франского яруса верхнего девона в новой стратиграфической схеме девонских отложений Беларуси [4, 5] проведена в основании желонского горизонта ланского надгоризонта и характеризуется последовательным появлением *Archaeozonotrites variabilis* Naum.var. *insignis* Senn. и *Sinuosisporis vermiculatus* (Med. in litt.) V. Obuch. По ихтиофауне эта граница характеризуется появлением *Psammolepis undulata* (Ag.), *Psammosteus maeandrinus* Ag., *P. praecursor* Obr., *Asterolepis radiata* Rohon, *Bothriolepis prima* Gross, *Laccognathus panderi* Gross. Зональными видами являются *Psammolepis undulata* (Ag.) и *Bothriolepis prima* Gross [7].

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

2. Девон и карбон Прибалтики / В.С.Сорокин, Л.А. Ляская, А.С. Савванитова и др. – Рига, Зинатне, 1981. 502 с.

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 // Литасфера. 2012. № 1(36). С. 31-46.

4. Обуховская Т.Г., Кручек С.А., Пушкин В.И., Некрята Н.С. и др. Стратиграфическая схема девонских отложений Беларуси // Литасфера. 2005. № 1(22). С. 69-88.

5. Обуховская Т.Г., Кручек С.А., Пушкин В.И. и др. Стратиграфическая схема девонских отложений Беларуси // Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси. Минск: РУП «БелНИИРи», 2010. С. 13-16.

6. Обуховская Т.Г., Обуховская В.Ю., Кручек С.А. Палинологическая характеристика и стратиграфия девонских отложений западного замыкания Припятского прогиба // Стратиграфия и нефтегазоносность палеозойских отложений Беларуси. Минск: БелНИИРи, 2002. С. 51-67.

7. Пласк Д.П. О девонской ихтиофауне Беларуси // Литасфера. 2008, № 2(29). С. 66-92.

8. Родионова Г.Д., Умнова В.Т., Кононова и др. Девон Воронежской антеклизы и Московской синеклизы. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1995. 265 с.

9. Avkhimovich V.I., Chibrikova E.W., Obukhovskaya T.G. et al. Middle and Upper Devonian Miospore zonation of Easter Europe // Bull. Centres Rech. Explor. – Prod. elf equivoitaine. 1993, vol. 17, N 1. P. 79-94.

10. Loboziak S., Strel M. Miospores in Givetian to lower Frasnian sediments dated by conodonts from the Boulonnais, France // Review of Palaeobotany and Palynology. 1980. 29. P. 285-299.

11. Milaczewski L. & Kruckek S. Sedimentary infill of the Pomeranian, Radon-Lublin (Poland) and Pripyat Basins (Belarus) during the Devonian // The Fifth Baltic Stratigraphical Conference “Basin Stratigraphy – Modern Methods and Problems”, September 22-27, 2002. Vilnius, Lithuania: Extended Abstracts. Vilnius, 2002. P. 124-128.

12. Narkiewicz K., Narkiewicz M. Conodont evidence for the mid Givetian Taghanic Event in South-Eastern Poland: [Pap] 6th Eur. Conodont Sym. [ECOS6] Warszawa, June 30-July 6, 1996 // Palaeontol. Pol. 1998. N 58. P. 213-223.

13. Obukhovskaya T. & Kruckek S. The substage division of the Eifelian and Givetian of Belarus // The Sixth Baltic Stratigraphical conference, August 23-25, 2005, St. Petersburg, Russia: Abstracts. St. Petersburg, 2005. P. 87-90.

14. Strel M., Loboziak S. Chapter B. Middle and Devonian miospores // In: Jansonius J., D.C. McGregor (eds.). “Principles and Applications. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation”. 1996. V. 2. P. 575-587.

15. Turnau E., Narkiewicz K. Biostratigraphical correlation of spore and conodont zonations within Givetian and ?Frasnian of the Lublin area (SE Poland) // Review of Palaeobotany and Palynology. 2011. 164. P. 30-38.

16. Turnau E., Racki G. Givetian palynostratigraphy and palynofacies; new data from the Bodzentyn Syncline (Holy Cross Mountains, Central Poland) // Rev. Palaeobot. Palynol. 1999. P. 237-271.

А. В. Пелипец

Южный федеральный университет, Таганрог, Россия

РОЛЬ ПОБЕРЕЖЬЯ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПРИАЗОВЬЯ В ИЗУЧЕНИИ СОЦИОПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ АНТРОПОГЕНА

Побережье Северо-Восточного Приазовья в настоящее время не только плотно заселено, но также значительно освоено промышленностью и особенно сельским хозяйством. Поэтому на первое место в решении проблем защиты прибрежных территорий выходит обеспечение безопасности жизнедеятельности населения, сокращение значительных материальных потерь, а также сохранение рекреационного потенциала берегов в условиях их постоянного абразионного разрушения (Глушко, Разумов, 2010).

Существует большое количество научных публикаций, относящихся к данной тематике, и в данной статье мы не будем повторяться, описывая широко известные проблемы берегозащиты. Вместо этого попытаемся взглянуть на процесс разрушения берегов Северо-Восточного Приазовья не с преобладающей у авторов позиции оценки ущерба и поиска мер его минимизации, а с точки зрения практической пользы, которую, как ни парадоксально, можно извлечь из наблюдаемых экзогенных геологических процессов.

Береговая абразия Приазовья представляет собой естественный процесс выравнивания рельефа, который, собственно, и привел к образованию Азовского моря в результате постюрмского расширения устья пра-Дона (Калмыков, 2012). Но не только этим примечательным результатом ограничилась абразионная деятельность одного из водных объектов в геологическом прошлом. Многочисленные позднекайнозойские трансгрессии морских бассейнов юга Восточно-Европейской равнины имели в качестве своей причины неотектонические процессы неогена-квартера, а в качестве инструмента – все тот же неторопливый абразионный шторм берегов. Результатом этого масштабного геоморфологического преобразования стал целый комплекс взаимосвязанных в пространстве и времени факторов, определяющих и по сегодняшний день не только литологический состав горных пород, но также гидрогеологические и геофизические особенности ландшафта в целом.

В результате активно идущих склоновых процессов, на берегах Северо-Восточного Приазовья имеются протяженные участки четвертичных обнажений, вызывавших большой научный интерес у нескольких поколений геологов, географов, палеонтологов и археологов. Представители каждой из перечисленных профессий находили и продолжают находить здесь нескончаемое количество материала для новых исследований, гипотез, открытий.

Геологам предоставлена уникальная возможность изучать в совокупности историю формирования континентальных четвертичных отложений Юга Русской равнины и летопись субаквального осадконакопления Понто-Каспия. Не случайно именно Приазовье было выбрано полигоном для изучения геологии четвертичного периода, которое сразу после основания Геологического института АН СССР стало одним из основных направлений его деятельности (Тихомиров и др., 1980). Стратиграфическая полнота многих участков побережья с коренными обнажениями позволила описать множество опорных разрезов Приазовья, выяснить их корреляцию, а географам провести палеогеографические реконструкции развития ландшафтов и климата юга России.

Палеонтологическая наука за время изучения сообществ ископаемых организмов, населявших в четвертичном периоде в Северо-Восточное Приазовье, обогатилась хазарским териокомплексом, выделенным В.И. Громовым (1933). Кроме этого, были найдены и описаны голотипы видов, принадлежащих другим палеофаунистическим категориям. Многие из этих находок имеют уникальную сохранность, украшая собой коллекции различных музеев и международных выставок.

Трудно переоценить значение побережья Северо-Восточного Приазовья для отечественной и мировой археологии. Эта исторически сложившаяся территория проживания представителей множества древних культур и цивилизаций с самого начала своего археологического освоения не переставала удивлять насыщенностью уникальными историческими памятниками. Среди результатов недавних исследований местонахождений, приуроченных непосредственно к морскому побережью, можно выделить, например, древнейшее античное поселение на территории России, находящееся на территории современного Таганрога (Далли, Шунке, 2009; Ларенок, 2009).

Процесс изучения палеолитических памятников Северо-Восточного Приазовья привел к появлению на археологических картах нескольких стоянок мустьерского возраста (Праслов, 2001), а также обнаружению свидетельств гораздо более раннего обитания человека в этом регионе (Саблин, Гиря, 2010). Последнее обстоятельство открывает перспективы изучения еще неизвестных страниц антропогенеза внеафриканских областей ойкумены.

Приведенный выше список научных открытий, связанных с исследованиями на Северном побережье Таганрогского залива, является далеко неполным. Но уже по нему видна важность этого участка южного ландшафта не только для хозяйственных и рекреационных целей региональных субъектов, но и для задач развития науки, образования и культуры в общероссийском и даже мировом масштабе.

Однако до настоящего времени в оценках указанной важности не было единого междисциплинарного подхода. Представители различных наук акцентировали внимание на составляющих, близких именно их отраслям, в чем-то дополняя, а в чем-то игнорируя друг друга (Попов, 2013). Отчасти результатом этого является мозаичное восприятие многоаспектной ценности побережья Северо-Восточного Приазовья у населения и властей. В итоге, это выражается, в том числе, и в практическом игнорировании гражданским большинством мнения научного сообщества, которое пока не выступает единым фронтом на защиту общего достояния.

Достойным примером, по которому могли бы осуществляться меры по охране и развитию этого регионального социоприродного ландшафта, является известное во всем мире Юрское побережье (Dorset and East Devon Coast), являющееся объектом Всемирного наследия ЮНЕСКО (WHC, 2001). В списке наследия пока еще нет объекта, который мог бы, по аналогии, именоваться Антропогеновым побережьем. Но объект этот существует в природе, осталось лишь предпринять общие усилия по его популяризации на федеральном и международном уровнях.

WHC-01/CONF.208/24. Report of the twenty-fifth session of the World Heritage Committee (Helsinki, Finland, 11 - 16 December 2001).

Далли О., Шунке Т. Греки на Дону – предварительные результаты германо-российских раскопок в Таганроге (2004-2007) // Археологические записки (Донского археологического общества). Вып. 6. Ростов-на-Дону. 2009. С. 198-203.

Калмыков Н.П. Абразия берегов Таганрогского залива: катастрофа или естественный процесс? // Экологический риск и экологическая безопасность / Материалы III Всероссийской научной конференции с международным участием Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. 2012. Т. 2. С. 42-44.

Ларенок П.А. Несколько замечаний о результатах работ российско-немецкой археологической экспедиции в г. Таганрог в 2004-2007 гг) // Археологические записки (Донского археологического общества). Вып. 6. Ростов-на-Дону. 2009. С. 203-205.

Попов Ю.В. Геологические объекты окрестностей Таганрога как объекты научно-образовательного и экологического туризма // Задачи преобразования Таганрога / Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Таганрог: МБФ «Ангел Руси». 2013. С. 113-114.

Праслов Н.Д. Палеолит бассейна Дона (проблемы стратиграфии, хронологии и развития культуры): Диссертация в виде научного доклада на соискание ученой степени доктора исторических наук. СПб. 2001.

Саблин М.В., Гиря Е.Ю. К вопросу о древнейших следах появления человека на Юге Восточной Европы (Россия) // Археология, этнография и антропология Евразии. 2010. № 2 (42). С. 7-13.

Тихомиров В.В., Соловьев Ю.Я., Панютина Л.Б. и др. История Геологического института АН СССР: Развитие института, его научные школы и библиография трудов. М.: Наука. 1980. 223 с.

Н. С. Петрова¹, Н. Ю. Денисова²

¹*Белорусский государственный университет, пр-т Независимости, Минск, Беларусь* ²*Республиканское унитарное предприятие «Белорусский научно-исследовательский геологоразведочный институт» Минск, Беларусь*

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ОБОГАТИМОСТИ КАЛИЙНЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ ХЛОРИДНОГО ТИПА

Экономическая составляющая категории «калийная руда» включает в себе рентабельность переработки, тогда как технологическая сущность этого понятия подразумевает возможность извлечения полезного компонента – сильвина. Общепринятая классификация соляных пород основана на количественном соотношении практически всех входящих в породу минералов. Частые колебания соотношений между минералами нередко носят случайный характер и приводят к изменению номенклатурного названия породы, и как следствие природного типа руды. При типизации пород используются только те минералы или ассоциации, которые позволяют охарактеризовать ее генетический тип.

Обогащаемые калийные руды представляют собой природную гетерофазную смесь различных по крупности, составу и прочности компонентов, размещение которых в породе описывается для каждого конкретного случая минерало-петрографическими особенностями. Определяющим признаком выделения типа руды является минеральный состав, и в первую очередь содержание сильвина: промышленные (кондиционные) и балластные (разубоженные каменной солью) руды, а также четкое представление о форме, размерах зерен и характере их взаимоотношений, предполагающее наиболее полное извлечение полезного компонента из руды.

Методика проведения минералогического контроля технологических проб разработана при формировании концепции многоцелевого использования прогнозно-технологической оценки калийных солей в галогенных формациях хлоридного типа и на малоизученных бурением территориях. Эта методика является частью разрабатываемой экспрессной оценки минерального сырья на ранних стадиях геологического изучения, которая определяет набор и последовательность операций технологического тестирования.

Разработанная схема минералогического контроля может быть использована для прогнозной экспрессной оценки технологических свойств и обогатимости калийных руд, а также для выявления технологических ошибок при разработке окончательной технологической схемы для ГОК. (окончательного сценария). Результаты минералогического контроля позволяют осуществлять поиск возможности регулирования параметров модели с учетом как исходных геологических данных, так и измеренных и скорректированных.

Суть методики минералогического анализа. Для выполнения минералогического контроля используется как материал частных малообъемных проб, так и лабораторных технологических. Методика может быть реализована в лабораторных, укрупненно-лабораторных, полупромышленных масштабах, и, несомненно, при проведении минерало-технологического картирования. В качестве результата возможна также выдача данных к технологическому регламенту, разработка технологического регламента и т.д.

Минералогический контроль технологических проб существует не только для исследования различных классов размерности узко классифицированных руд, но и для различных продуктов обогащения и доводки первичных некондиционных концентратов.

Предлагаемая методика используется при флотационном способе переработки калийных руд, в основу которого положено использование свойств сильвина и галита, высвобождаемых из сростков при их дезинтеграции.

Принципы минералогического контроля для калийных руд основаны на контрастности сырья и удачности выбора признака (фактора) разделения. Контрастность охарактеризована как степень различия зерен, минеральных частиц, агрегатов по содержанию полезных компонентов и вредных примесей в представительных классах.

По мере повышения степени измельчения сырья происходит естественное уменьшение количества сростков, возрастание степени дезинтеграции и контрастности, однако селективности и эффективности обогачительных процессов при переизмельчении сверх определенного уровня резко снижается вплоть до экономически неприемлемой. Измельчение и последующее вскрытие минералов существенно повышает контрастность свойств компонентов сырья с приближением к теоретически предельному значению при снижении крупности обрабатываемого сырья.

Как показал опыт сопоставление агрегатного состава калийных руд с химическим составом, важно знать не только и не столько общее содержание полезного компонента в руде, сколько содержание «форм» его нахождения.

Минеральное зерно – обособление, состоящее из одного типа минерала, которое может существовать как отдельная частица, так и в породном матриксе. Минеральная частица – фрагмент породы, состоящий из нескольких минералов. Частица, состоящая из одного минерала – свободное зерно.

Свободные зерна (состоящие из одного минерала): простые и агломерированные. Агломерированные зерна, или частицы, называются также гомофазными, в отличие от гетерофазных – сростков.

Сростки по минералогическому составу: простые – двойные и сложные – тройные. По содержанию полезного компонента: бедные и богатые. По характеру плоскостей срастания солевых минералов – прочные и непрочные сростки.

Классификация минеральных частиц в различных классах размерности в исходной руде по результатам дробления (измельчения) в сочетании с фракционным анализом в тяжелых жидкостях позволяет осуществлять предварительный прогноз обогатимости, так как свободные зерна сильвина, составляют основу концентрата; богатые сростки сильвина и галита, в соответствии с плотностью поступают в концентрат, снижая его качество; бедные сростки, теряются в хвостовых (отвалных) продуктах.

Последовательность проведения анализа и техническое обеспечение. Исследование морфоструктурных особенностей руды выполняется с применением стереоскопических микроскопов и бинокляров с привлечением иммерсионного метода исследований соляных минералов и данных рентгенофазового анализа с последующей фотофиксацией разделенных проб, в случае необходимости исследования поверхности зерен на электронном микроскопе.

Для проведения минералогических исследований подготавливаются пробы, выделенные из руды, раздробленной до определенной крупности и рассеянные по классам. Масса навески для представительной оценки определяется классом размерности, однако необходимо не менее 200–500 зерен.

Затем под биноклем и микроскопом отбираются отдельно сильвин, галит, галопелит, двойные сростки: сильвин и галит, галит и галопелит, сильвин и галопелит, тройные сростки: сильвин, галит, галопелит. Просмотр зерен менее 0,5 мм представляет определенные трудности, в связи с малым размером, и более частой необходимостью, чем в крупных фракциях, проверять «малоразмерные» минеральные зерна (особенно белого сильвина и белого галита) методом иммерсии.

Фракционный анализ. В тяжелых жидкостях выделяются плотностные фракции < 2000, 2000–2030, 2030–2050, 2050–2100, 2100–2150, 2150–2200, 2200–2300 и >2300 кг/м³. Как показал опыт предыдущих исследований, разделение на плотностные фракции позволяет осуществлять прогнозную оценку распределения минеральных частиц в концентратных, промпродуктовых, хвостовых и шламовых продуктах. В концентратах минералогическим анализом с помощью визуального наблюдения устанавливаются количественные соотношения минералов, в том числе и в сростках. При этом выявляются загрязняющие концентрат минералы, в том числе в виде свободных зерен загрязняющих минералов или сростков.

Минералогический анализ размерных соляных фракций. Состав руд фактически определяет последовательность исследований и форму представления результатов. Вначале проводится предварительный минералогический анализ с выделением свободных минералов (галита, сильвина) и сростков разного состава. Недостатки измельчения, присутствие простых и сложных полиминеральных сростков отрицательно влияют на результаты флотации.

Структурно-фазовые и структурно-технологические параметры сильвинитовых руд. К структурно-технологическим параметрам отнесены структурные параметры, существенно влияющие на технологические свойства и обогатимость вещества, такие как, например, структурный элемент раскрытия, граничная крупность классификации руды в цикле измельчения, степень раскрытия сильвина, распределение сростков минеральных фаз по качеству, массовый размер минералов и т.п. Базовые структурно-морфологические параметры зерен (частиц): площадь в мм²; длина (L) в мм; ширина (B) в мм; периметр (P) в мм; удлинение L/B; фактор формы (округлость) $C=4\pi AP^2$. Наряду с этим визуально оценивается форма частиц: идиоморфная, удлиненная и т.д. В зависимости от поставленной задачи минералогические пробы изучаются с разной степенью детальности, т.е. могут исследоваться в них только отдельные свойства.

Принимается во внимание характер поверхности зерен (шероховатость поверхности), позволяющий оценивать степень ее изменения под влиянием дозированных дополнительных воздействий при сухой оттирке или с выщелачивающим раствором (оценка содержания пылевидной фракции). Состояние поверхности (микронеровности, присутствие в неровностях кристалликов галита или микропримесей нерастворимых компонентов) обычно оценивается при исследовании на электронном микроскопе.

При анализе продуктов разделения оценивается качество получаемых промежуточного и конечного концентратов (доля зерен ценного минерала, свободных и связанных в сростках, либо в форме вростков, иногда не выходящих на поверхность зерна), устанавливается форма возможных потерь полезного минерала в хвостах и шламах. Особое внимание при минералогическом анализе раздробленных проб уделяется характеру срастания минералов, а также типизации сростков.

Исследование фазового состава подразумевает оценку распределения частиц и зерен минералов по классам крупности в измельченном материале разной степени дробления; раскрытие минералов в измельченном материале; минералогический контроль технологических продуктов на основе оценки изображений под микроскопом; определение структурно-морфометрических параметров минеральных частиц (свободных зерен, агрегатов, сростков) в исходном материале и сопоставление с аналогичными параметрами в технологических продуктах.

По доле извлекаемого компонента – сильвина сростки делят на:

- богатые, содержащие более 60 % сильвина;
- рядовые, содержащие 30–60 %;
- бедные, содержащие 5–30 %;
- примазки и включения – менее 5 %.

Оценка характера плоскостей срастания солевых минералов позволяет прогнозировать высвобождение (раскрытие) минералов из сростков (раскалывание по межминеральным границам) без их переизмельчения. Прочные и непрочные с учетом возможного раскалывания по плоскостям спайности. Наличие плоскостей спайности в зернах обязательно указывается, так как нередко это ведет к непрогнозируемому переизмельчению и основного полезного компонента.

Границы внутри минеральных частиц также обозначаются: в мономинеральных агломерированных частицах как гомофазные, а в сростках – как гетерофазные. Они имеют ровный и неровный характер. По поверхности границ срастания можно выделить сростки с границей срастания: ровной, извилистой, неровной, зазубренной, сложной и т. п. Границы могут быть чистыми или содержать в межзерновом пространстве включения посторонних минералов в случае существования сростков с галопелитами и вростков галопелитного материала.

Показатель коэффициента срастания – доля периметра зерна или агрегированной (агломерированной) частицы, приходящаяся на каждый контактирующий с ним минерал.

Степень раскрытия ($A=(\% \text{ св. Sy} / \% \text{ св. Sy} + \% \text{ ср. Sy}) \times 100$) определяется обычно как интегральная функция с учетом всех классов размерности раздробленной руды.

Как известно, принципиальная возможность успешного разделения полезных близких по физико-химическим свойствам составляющих руды в определяющей степени зависит от контрастности перерабатываемого сырья и удачности подбора показателя (фактора) разделения. В практике наших исследований мы используем для оценки контрастности соотношение свободных зерен сильвина и богатых сростков в фазовом составе, а – разделения: соотношение свободных зерен сильвина и галита, принимая во внимание, что измельчение и последующее вскрытие минералов существенно повышает контрастность свойств компонентов сырья с приближением к теоретически предельному. Соответственно, отношение показателя разделения и показателя контрастности количественно характеризует эффективность разделения материала руды. Что само по себе уже является количественным критерием.

**О НОМЕНКЛАТУРЕ И КЛАССИФИКАЦИИ СОЛЯНЫХ ПОРОД
КАЛИЕНОСНЫХ ЗОН ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА**

Руда в геологическом аспекте — это горная порода с аномальным, по отношению к фону, содержанием и (или) распределением отдельных компонентов. Однако понятие «руда» не только геологическое, но и экономическое. Такое определение руды как «минеральный агрегат, из которого технологически возможно и экономически целесообразно извлекать металлы, соединения металлов, или минералы, являющиеся объектами использования в народном хозяйстве», данное П.М.Татариновым, еще в середине прошлого века, мало меняется в последующих публикациях, в том числе, и в Геологическом словаре (Геологический словарь, 1973): «Руда — минеральное вещество, из которого технологически возможно и экономически целесообразно извлекать валовым способом металлы или минералы для использования их в народном хозяйстве. ...Различают металлические и неметаллические рудные полезные ископаемые». Именно к последним относятся калийные руды.

Почему мы вынуждены обратиться к этому вопросу? Полезный компонент калийных руд — сильвин составляет основу калийных соляных пород хлоридной ветви галогенеза.

Наличие в различных регионах мира крупных месторождений калийных солей поставило в разряд первоочередных проблему исследования условий формирования и сохранения их в процессе длительного геологического преобразования отложений. Соляные минералы и породы представляют обширную группу осадочных образований гидрохимического происхождения, формирующихся из истинных растворов и относятся к галогенным образованиям.

К сожалению, несмотря на многочисленные попытки ни номенклатура, ни классификация соляных пород до сих пор не выработана и окончательно не утверждена. В соленосных отложениях по химическому и минеральному составу выделяются два основных типа: хлоридный и сульфатно-хлоридный.

Безусловно, основные принципы систематики и классификации всего разнообразия галогенных пород следует начинать с рассмотрения специфики всей галогенной формации, так как этот процесс неотделим от классификации вещественного состава слагающих формаций пород. В предложенной М.А.Жарковым [Жарков и др., 1981] классификации все формации были подразделены на три класса: хлоридный — А, хлоридно-сульфатный — Б, хлоридно-карбонатный — В. В свою очередь, формации хлоридного класса представлены четырьмя семействами, в соответствии с составом пород (A_1, A_2, A_3, A_4). В этой связи интересно, что в фанерозое наиболее часто среди хлоридных калиеносных формаций наблюдаются формации A_2 . К этому семейству галит-сильвин-карналлитового ряда принадлежат и девонские галогенные толщи Припятского прогиба. Особенностью осадочного выполнения Припятского палеорифта является и еще одно — это сульфатно-хлоридный состав пермской соленосной формации.

Калийные минералы в хлоридном классе представлены сильвином и карналлитом, из которых сильвин пользуется наибольшим распространением. Галит, по определению М.Г. Валяшко, является эвтоническим минералом: образует мощные толщи каменной соли и неотступно сопровождает калийные минералы, формируя многокомпонентные осадочно-породные системы.

Чтобы проводить сравнительный формационный анализ, систематизировать и классифицировать галогенные формации на основе породного состава необходимо систематизировать и классифицировать слагающие их породы. До сих пор такой классификации нет и в лучшем случае систематизация проведена по отдельным частям формаций в основном для рудных горизонтов калийных месторождений.

Наиболее широким распространением пользуются схемы классификации и номенклатуры, составленные А.А.Ивановым. В Беларуси применяется схема, предложенная В.Н.Щербиной. Следует отметить, что в связи с непосредственным использованием соляных пород в качестве полезного ископаемого принципы создания номенклатуры меняются в соответствии с общегенетическим или прикладным использованием. Известно достаточно большое количество попыток составления общих классификационных схем (Е.Э. Разумовская, С.В.Ходькова, Т.М.Жаркова, Я.Я.Яржемский и некоторые другие).

Исследованию структурно-текстурных особенностей и состава калийных залежей с момента открытия Старобинского месторождения уделялось пристальное внимание. Публикации Я.Я. Яржемского, М.Л. Вороновой, В.Н. Дубининой, В.Н. Щербины, Ю.И. Лукиновича, В.З. Кислика, А.Л. Протопопова, Э.В.Седун, Д.М. Ерошиной, Р.К. Шабловской и других, посвященные минералого-петрографическому изучению соляных пород до сих пор не потеряли своей актуальности, так как по тщательности и полноте описания их можно определить как классические.

К моменту открытия Старобинского месторождения калийных солей уже достаточно хорошо и всесторонне были изучены вопросы петрографии соляных пород Верхнекамского месторождения. Эти работы, особенно Я.Я.Яржемского, В.А.Вахрамеевой, В.Н.Дубининой, явились очень ценными методическими пособиями при проведении минералого-петрографических исследований в Припятском калиеносном бассейне.

Длительное время в минералого-петрографических исследованиях преобладал традиционный генетический принцип рассмотрения структурно-текстурных особенностей. Для оценки потенциальной калиеносности Припятского прогиба и определения критериев прогноза калийных залежей необходимо, прежде всего, показать общие и специфические черты основных типов галогенных пород. В настоящее время при оценке продуктивности потенциально калиеносных образований большое внимание уделяется оценке богатимости сильвинитовых руд. Структурно-текстурные особенности, размер и форма нахождения сильвина, общий минеральный и сростковый состав в совокупности определяют качество руды, превращая полезное ископаемое в минерально-сырьевой объект. Поэтому так важны исследования по приуроченности отдельных типов структур в разрезе калийных горизонтов, проводимые на основе микрофациального анализа.

Я.Я.Яржемский [Яржемский, 1966; Атлас., 1964] попытался разграничить в номенклатуре специфику практического использования соляных пород, отделив промышленный тип от непромышленного. К проблемам номенклатуры обращались и мы в оценке состава разнообразных пород [Девонские., 1982; Калийные., 1984; Петрова и др., 1985]. Однако, все исследователи единодушны в таких определениях как каменная соль, сильвинит, карналлитит. В названиях смешанных многокомпонентных пород учитывается количественное содержание минерала (в соответствии с правилами русского языка) и добавляется слово порода. В данной статье мы ограничимся анализом соляного сообщества, принимая для его обозначения термин «галогенные породы», который широко используется в литературе по солям. Так, в соответствии с наиболее принятыми представлениями Н.М. Страхова [Страхов, 1962] и А.А. Иванова [Иванов, 1966; Иванов, Воронова, 1972], «... к галогенным относятся все легкорастворимые соединения, начиная с сульфатов кальция — ангидрита и гипса, — что, таким образом, определяет нижнюю по растворимости границу групп». К сожалению, часто используемый термин «эвалориты» характеризует лишь узко классифицированное отношение к генезису.

Т.М. Жарковой [Жаркова, 1981] была дана общая схема подразделения всех пород, входящих в состав формаций. Были выделены две группы: формациопределяющая и формациенепределяющая. К первой отнесены все породы более, чем на 50% сложенные карбонатными, сульфатными или хлоридными минералами, более или менее легкорастворимыми, что и определяет отнесение формации к галогенной (соленосной).

Предлагаемая Ю.Н. Швановым [Шванов и др., 1998] структурно-вещественная классификация соляных пород разработана в соответствии с принципами, принятыми Межвузовской комиссией по систематике, классификациям и номенклатуре осадочных пород и

осадков, с учетом общих разработок по систематике осадочных пород в целом, а также накопленного опыта по систематизированию соляных пород, имеющих весьма существенные специфические особенности, отличающие их от других породных групп.

Сущностная классификация галогенных пород построена на двух главных эмпирических признаках: вещественном составе и структуре. Основой систематики являются минерально-компонентный состав (главный систематизирующий признак) пород и их структурно-текстурные особенности (дополнительный признак). Основой для базовой структурно-вещественной классификации соляных (галогенных) пород послужили две предварительно разработанные вспомогательные классификации: вещественная, или минерально-компонентная, и структурная. Как правильно отмечает Ю.Н. Шванов, одной из главных задач является соблюдение принципов системности, прежде всего иерархичности как минеральных, так и структурных признаков, с целью достижения максимального соответствия между классификационными параметрами, таксономическими уровнями и наименованиями соляных пород и теми же показателями, разработанными (или разрабатываемыми) для других групп осадочных пород. Необходимость сохранения при этом приемлемого соответствия между этими требованиями и традиционными подходами и наименованиями, принятыми в петрографии соляных пород, определила ряд трудностей и ограничений. В предлагаемой систематике [Шванов и др., 1998] среди структурных признаков соляных пород выделены три главных ранга: I – семейства (А–Г), II – рода (I–IX) и III – виды (I–16). Семейства выделены по главным особенностям структур – общему морфологическому (морфогенетическому) характеру частиц, формирующих породы. В соляных породах среди четырех семейств структур: кристаллитовое, биолитовое, класталитовое и интракластовое (или собственно граноморфное, биоморфное и кластоморфное, выделенных в процессе общей систематизации осадочных пород мы рассматриваем семейство А (кристаллитовые структуры), которое делится на четыре рода (I – IV). Структуры последнего рода связаны главным образом с проявлениями галокинетических деформаций. Возможно, этот род следует именовать галокинетическим с подразделением на галокластический и галопластический.

Сложность и своеобразие структурно-вещественной классификации солей определяется их минеральным составом и структурой. Главные особенности минерального состава состоят в наличии взаимопереходов при отсутствии четких границ между группами пород.

По структурному признаку классификацию осложняет принадлежность солей преимущественно к одному структурному виду при многообразии разновидностей внутри вида, также связанных сложными взаимопереходами. Таким образом, для солей характерно отсутствие четко выраженной дискретности структурно-вещественных группировок.

Рассмотрим несколько подробнее основные положения вспомогательных минеральной и структурной классификации, а затем – итоговой структурно-вещественной систематики соляных пород.

Вещественная (минеральная) классификация. Классификация основных породообразующих минералов природных солей в соответствии с минералогической классификацией относится к галогенидам (или галоидным солям) и солям кислородных кислот.

По составу анионов среди соляных минералов-породообразователей рассматриваемого сообщества выделены три класса: хлоридный, сульфатный и карбонатный, отражающие как гидрохимические типы вод конечных водоемов стока, так и типы галогенеза. Дальнейшее подразделение внутри классов на подклассы проведено по типам катионов. Главными катионами природных солей являются щелочные (Na, K) и щелочно-земельные (Ca, Mg) элементы. При классифицировании солей деление по типам анионов и катионов отражает химические и кристаллические особенности минеральных видов. Смешение катионов (двойные, реже тройные соли) для соляных минералов весьма характерно (в еще большей мере, чем смешение анионов) и их группировки разнообразны. Катионы частично сгруппированы с учетом наиболее устойчивых и характерных внутриминеральных сочетаний. В зависимости от состава катионов и их сочетаний в классе хлоридов выделены минеральные подклассы: – натриевый и магниевый-калиевый. Естественно, существует элемент условности при проведении границ между петрохимическими разновидностями сильвинитов, которые отличаются неустойчивостью количественных соотношений минералов, что затрудняет использование системы дополнительных суффиксов и окончаний, обычно используемой для характеристики других осадочных образований.

Вторая причина связана с промышленной значимостью солей. Практическим целям нередко больше отвечают те варианты, где главным является полезный компонент солей даже при небольших его содержаниях. Ранжирование по качественным показателям при геолого-экономической характеристике месторождений или участков выделены богатые руды – свыше 18 % оксида калия (29 % хлористого калия), рядовые – 18–14 % оксида калия (22–29 % хлористого калия) и бедные – менее 14 % оксида калия (22 % хлористого калия). По классификации, предложенной Я.Я. Яржемским [Яржемский, 1966] для природных разновидностей сильвинитов, бедные сильвиниты содержат 5–15 %, рядовые – 15–25 %, богатые – 50–75 % хлористого калия.

Поскольку названные причины являются объективными и справедливыми, в настоящей работе мы приняли эклектический вариант образования наименований сильвинитов. Рассматриваемая же классификация, имеющая общенаучный характер, ставит все минеральные компоненты в одинаковые условия в зависимости лишь от их процентного содержания.

В чисто солевом минеральном понимании сильвиниты – двухкомпонентные системы: галит-сильвин с различным сочетанием этих минералов. Для классифицирования и наименования соляных пород, содержащих разные минеральные и структурные компоненты, т. е. разнородных по минерально-структурным параметрам, нами принят ряд единых градаций, разделявшихся границами %: 95, 75, 50, 25, 5, который разработан Ю.Н.Швановым [Шванов и др., 1998].

Соляные породы, содержащие 95% и более вещественного и структурного компонента, относятся к монолитическим. При этом соответственно при таком содержании минерального компонента – это мономинеральные породы, а структурного – моноструктурные. Породы, содержащие менее 95% основного компонента, т. е. свыше 5% любого другого (или других) вещественных или структурных компонентов, рассматриваются как немоналитические. По числу компонентов среди немоналитических пород выделяются двух-, трех- и много- (би-, три- и поли-) компонентные.

Систематика монолитических соляных пород принята в качестве базовой. Породы, содержащие 50% и более одного из компонентов, являющихся, таким образом, для данной породы доминантными, рассматриваются как идиолитические. Остальные породы, в которых содержание ни одного из компонентов не достигает 50%, т. е. все компоненты являются относительно равноправными, рассматриваются как микстолитические.

Породы, образующиеся при смешении разнородных компонентов, классифицируются в соответствии с общими правилами классифицирования смешанных пород, вплоть до рассмотрения в классификации продуктов смешения разного генетического типа, что весьма характерно для галогенных толщ.

Итак, для типизации соляных пород нами использованы три принципа, три взаимоувязанные схемы, учитывающие разные характеристики компонентного состава: 1) количественные содержания каждого компонента в принятых градациях; особенно важны две границы: 95%-ная, определяющая деление пород на моно- и немоналитические, и 50%-ная, разделяющая породы на идио- и микстолитические; 2) число компонентов; 3) таксономический уровень – ранг различий смешиваемых компонентов.

Классификация и номенклатура, предложенные Е.Э. Разумовской для поликомпонентных соляных пород, в настоящее время в наибольшей мере отвечают задачам общей структурно-вещественной систематизации осадочных пород, и потому их принципы во многом использованы нами в излагаемых ниже классификационно-терминологических схемах.

Представлена иерархизированная систематика структур соляных пород, составленная специально для нужных нам целей – наряду с выделением обычных классификационных признаков (формы частиц, их размера, соотношения и т. д.) предпринята попытка провести последовательно вначале их ранжирование, затем систематизацию и лишь после этого дополнительное подразделение по ряду генетических показателей. Использованы и суммированы результаты изучения структур собственно соляных пород в целом ряде исследований. За основу при ранжировании и систематизации структур мы в большой мере ориентировались на предлагаемую Ю.Н.Швановым общую

систематику (и номенклатуру) структур. При делении по размерам зерен за основу взяты градации, предложенные В. Н. Щербиной [Щербина, 1961].

Геологический словарь. В 2-х т. – М.: Недра, 1973. – Т.2. 255 с.

Валяшко М.Г. Геохимические закономерности формирования месторождений калийных солей. – М.: Изд-во МГУ, 1962. – 397 с.

Жарков М.А., Благовидов В.В., Жаркова Т.М., Мерзляков Г.А., Яншин А.Л. Классификация соленосных формаций по вещественному составу и закономерностям пространственного положения. // Основные проблемы соленакпления. Новосибирск: Наука, 1981. С.3–22.

Яржемский Я.Я. Микроскопическое изучение галогенных пород. – Новосибирск: Наука, 1966. – 63с.

Атлас структур и текстур галогенных пород СССР. – Ленинград: Недра, 1964. 230с.

Девонские соленосные формации Припятского прогиба // Р.Г. Гарецкий, В.З. Кислик, Э.А. Высоцкий и др. Мн.: Наука и техника, 1982. 208с.

Калийные соли Припятского прогиба. // Р.Г. Гарецкий, Э.А. Высоцкий, В.З. Кислик и др. Минск: Наука и техника, 1984. 182с.

Петрова Н.С., Седун Э.В., Ляхович О.К. Специфические особенности калиеносных зон Припятского прогиба. // Литолого-фациальные и геохимические проблемы соленакпления. М.: Наука, 1985. – С.185–194.

Страхов Н.М. Основы теории литогенеза: В 3-х т. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. Т.3. 550с.

Иванов А.А. О некоторых вопросах формационной и стратиграфической терминологии в применении к галогенным отложениям // литология и полезные ископаемые, №2, 1966. С. 27-37.

Иванов А.А., Воронова М.Л. Галогенные формации (минеральный состав, типы и условия образования, методы поисков и разведки месторождений минеральных солей). М.: Недра, 1972. 219с.

Жаркова Т. М. Классификация пород соленосных формаций. В кн.: Основные проблемы соленакпления. Новосибирск, Наука, 1981, с. 168–186.

Шванов Ю.Н. Систематика и классификация осадочных пород и их аналогов// Санкт-Петербург, Недра, 1998. – 352 с.

Разумовская Е. Э. Соляные породы. В кн.: Справочное руководство по петрографии осадочных пород. Т. 2. Л., Гостоптехиздат, 1958, с. 344–371.

Разумовская Е. Э. Классификация и номенклатура соляных горных пород. Тр. ВСЕГЕИ. Нов. сер., 1962, т. 72, с. 74–84.

Щербина В. Н. Общая характеристика галитовых пород Припятского соляного бассейна. — Тр. Ин-та геол. наук АН БССР, 1961, вып. 3, с. 259–269.

В. П. Самодуров¹, В. Э. Кутырло², Сиамак Мансури-Фар¹

¹ БГУ, ² ОАО «Белгорхимпром», Минск

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНО-ТЕКСТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИЛЬВИНИТОВ МЕТОДОМ ТРАВЛЕНИЯ В НАСЫЩЕННЫХ РАССОЛАХ

Сильвинит, состоящий из галита и сильвина, является основной рудой для производства калийных удобрений. Галит (NaCl) и сильвин (KCl), как известно, не образуют изоморфных смесей, а являются двумя независимыми минералами. Различают разные генетические типы сильвинитов – сильвиниты прямой хемогенной садки, перекристаллизованные, сильвиниты высаливания и др. (Московский Г.А.). Структурно-текстурные характеристики сильвинитов являются важными индикаторами условий их формирования, определяют технологические свойства калийных руд в процессах обогащения. Изучение структурно-текстурных характеристик калийных руд иногда затруднено, так как галит и сильвин не всегда хорошо выделяются в составе сильвинита. Данная работа является методической разработкой, направленной на выявление структурных характеристик сильвинитов с помощью травления (избирательного растворения) поверхности калийных руд в насыщенных рассолах.

Известно, что хемогенно-осадочные сильвиниты в галогенных формациях отличаются красными или розовыми цветами из-за парагенетического эффекта - совместной садки сильвина и гематита. Однако иногда сильвин в составе руд бывает молочно-белым или бесцветным, что затрудняет изучение структурно-текстурных характеристик солей. С другой стороны известно, что с ростом температуры растворимость сильвина заметно возрастает, а галита растет незначительно. Этот эффект использован в данной работе для избирательного растворения сильвина в составе калийных руд. Явление опережающего растворения сильвина по отношению к галиту часто проявляется в керне скважин из-за неполного насыщения бурового раствора по солям (рис.1). Этот признак, совместно с цветностью пород, широко используется в практике литологических исследований калийных руд.

Процедура травления сильвинитов в насыщенных по NaCl рассолах состоит из подготовки рассолов и собственно процедуры травления поверхностей пород. Рассол травления можно приготовить в емкости 5л и более путем замачивания пресной (дистиллированной) водой избытка галита. Растворимость галита при 20°C составляет 359г на 1дм³. Этого количества соли хватает для приготовления насыщенного рассола. Процесс растворения галита сопровождается поглощением тепла, что приводит к уменьшению его растворимости. Рассол травления можно использовать на следующий день после приготовления. Качество рассола и его активность к растворению следует контролировать с помощью денситометра. Зависимость плотности рассола NaCl от его минерализации при 20°C приведена в таблице 1. Рассолы плотностью менее 1,180г/см³ начинают заметно растворять галит, поэтому их использование для травления сильвинитов нежелательно.

Растворение – физико-химический процесс, проходящий на поверхности раздела соли и растворителя. В слое растворителя, непосредственно прилегающего к поверхности растворения, возникает предельная концентрация насыщенного рассола повышенной плотности. Поэтому образец породы не следует опускать на дно сосуда растворения, так как у поверхности образца возникает «шуба» пересыщенного рассола и процесс растворения останавливается. Образец следует подвесить травимой поверхностью вниз, при этом плотные насыщенные рассолы погружаются на дно, и возникает процесс оттока и перемешивания рассола из-за конвекции рассолов разной плотности. В процессе растворения плотность рассола возрастает, а скорость растворения падает. В среднем, время растворения в 5л рассола зерна диаметром 85мм составляет 4 – 6 часов, но образец может быть оставлен в рассоле на 24 часа. Результат травления сильвинита в рассоле NaCl показан на рисунке 2. Данный образец (кern) получен с помощью бурения стенки штрека в проходе Старобинского месторождения калийных солей. Поэтому слоистость породы видна на торце зерна. Экспериментально установлено, что скорость растворения галита в рассоле NaCl плотностью 1,180г/см³ при 18°C в среднем составляет 1,2мм/час, а скорость растворения сильвина – 4,3мм/час.



Рисунок 1. — Керн скв. Старобинская 973, глуб. 760,90м

Минерализация (г/л) и плотность (г/см³) рассола NaCl при 20°C

Минерализация	350	340	330	320	310	300	290	280	270
Плотность	1,222	1,215	1,209	1,203	1,196	1,190	1,184	1,177	1,171

С помощью компьютерной обработки изображений, поверхность растворения сильвинита может быть представлена в виде изогипсов рельефа (рис. 3). Можно видеть, что сильвин распределен послойно, в соответствии с хемогенно-осадочным механизмом формирования сильвинита. Зона наиболее глубоких углублений после растворения сильвинита соответствует красным участкам присутствия гематита в исходной породе. Кроме этого, отмечаются некоторые особенности процессов растворения солей. Глинистый слой мощностью 4,5 мм лежит на бесцветной соли, которая также характеризуется повышенной растворимостью в насыщенном рассоле. Это значит, что глинистый слой залегает на бесцветном сильвините, а не на каменной соли. Перекрывает глинистый слой плохо растворимая в рассоле каменная соль, которая выше опять сменяется красноцветным сильвинитом. Таким образом, данный методический подход позволяет выявить разные генерации сильвинита – красноцветного хемогенно-осадочного и бесцветного – перекристаллизованного.

Дополнительные возможности исследования структурно-текстурных характеристик сильвинитов могут быть получены микрофотографированием поверхностей травления (рис. 4). Можно видеть, что глинистый слой имеет остроугольную нижнюю поверхность, так как он осаждался на перекристаллизованные идиоморфные кристаллы сильвина и галита. Верхняя поверхность глинистого слоя сглаженная, с переходом от дисперсной каменной соли к среднезернистой. На микрофотографиях (рис. 5) видно, что хемогенно-осадочный сильвин сосредоточен в промежутках между кубическими кристаллами бесцветного галита, что указывает на обычный порядок кристаллизации солей в этом слое – первым здесь образовался галит, а затем в интерстициях кристаллов из концентрированной рапы кристаллизовалась сильвин (Валяшко М.Г.). На рисунке 5, справа в слое каменной соли отмечаются светлые чешуйки ангидрита, состоящие из дисперсных микрочастиц. Видно, что ангидрит сосредоточен в межзерновом пространстве галита, хотя, как известно, он кристаллизуется до начала роста кристаллов галита. Эти особенности структуры каменной соли связаны с тем обстоятельством, что в галит по мере роста в рапе, содержащей ранее образованные микрокристаллы ангидрита, исключает захват микропримесей сульфатов, а сдвигает их в межзерновое пространство.

Работа выполнена с участием аспиранта в рамках научных исследований кафедры динамической геологии Белорусского государственного университета.

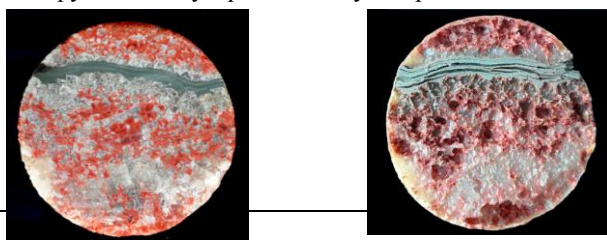


Рисунок 2. — Сильвинит Старобинского месторождения. Керна бурения стенки штрека. Слева – до травления, справа – после травления

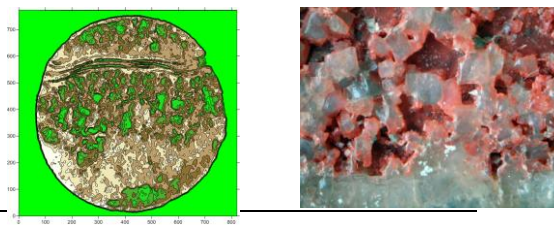


Рисунок 3. — Изогипсы поверхности растворения сильвинита

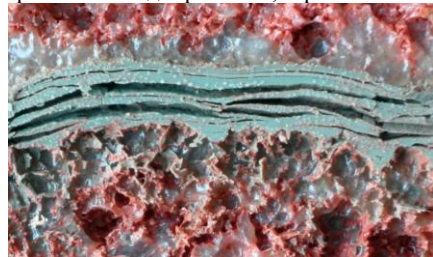


Рисунок 4. — Увеличенная микрофотография поверхности травления сильвинита

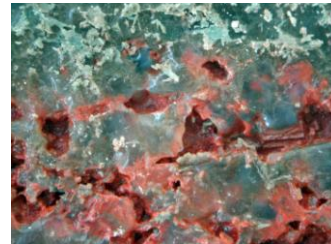


Рисунок 5. — Увеличенные микрофотографии поверхностей травления сильвинита. Размер поля зрения 19 мм.

Валяшко М. Г. Геохимические закономерности формирования месторождений калийных солей. М., 1962.

Московский Г. А., Гончаренко О. П. Пермский галогенез Прикаспия. Ч. 2. Гидрохимия заключительных стадий и условия постседиментационных преобразований солей. Саратов, 2004.

Московский Г. А., Гончаренко О. П. О роли процессов высаливания на заключительных стадиях галогенеза (на примере Гремячинского месторождения калийных солей) // Изв. Сарат. ун-та. Новая серия. Серия Науки о Земле. 2012. Т. 12, вып. 2. С. 74–78.

Фи Хонг Тхинь¹, Чан Ван Ты², Чан Куок Кыонг²

¹ Ханойский университет транспорта и коммуникаций, ² Вьетнамского института геологических наук, Ханой, Вьетнам

СЛАБЫЕ ГРУНТЫ И ОПАСНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ЯВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ХАНОЙ (ВЬЕТНАМ)

Город Ханой является одним из крупнейших мегаполисов азиатского региона с развитой промышленностью, инфраструктурой, высокой плотностью населения. После расширения административного образования в августе 2008 г. Новый Ханой имеет площадь 3 344,7 кв. км и население 6,5 млн. человек. Расположение г. Ханоя на территории со сложными ландшафтами, активное проявление опасных геологических процессов природного и техногенного характера и широкое (30% площади) распространение слабых грунтов создает большие трудности при строительстве и эксплуатации инженерных сооружений.

На территории г. Ханоя развиты геологические формации с возрастом от протерозоя до кайнозоя. Породы дочетвертичного возраста распространены, в основном, в горных и холмистых местностях районов Шокшон, Бави, Шонтаи, Мидык и т.д. Четвертичные отложения мощностью до 90 м залегают в Ханое с поверхности повсеместно. В разрезе четвертичных отложений выделяют следующие пять свит, различающиеся по возрасту, генезису и составу. Галечники и плотные глины нижнеплейстоценовой свиты *Лэчи* (*allc*) мощностью 2,5–24,5 м имеют глубину залегания 45,0–80,0 м и сложены аллювиальными отложениями с гальками, гравием, линзами песков, супесей и суглинков. Средне-верхнеплейстоценовую свиту *Ханой* (*a,apII-III¹hn*) мощностью 2,5–34,0 м, сложенную аллювиальными и аллювиально-пролювиальными грунтами, представляют галечник, гравий и песок, местами суглинок и супесь, развитые в верхней части разреза. Верхнеплейстоценовая свита *Виньфук* (*a,alb,amIII²vp_{1,2,3}*) мощностью 6,2–38,0 м состоит из аллювиальных,

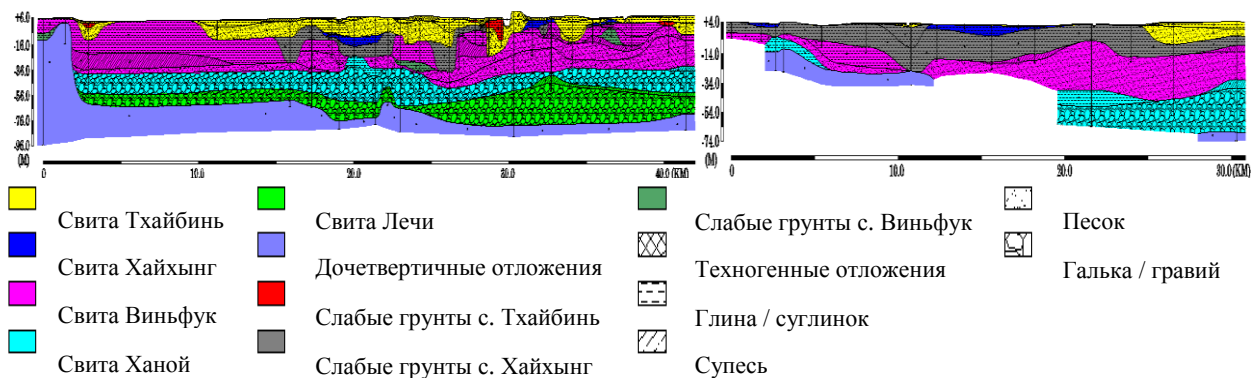


Рис. 1. Инженерно-геологические разрезы А-А' и В-В' на территории г. Ханой (Фи Х.Т., 2013)

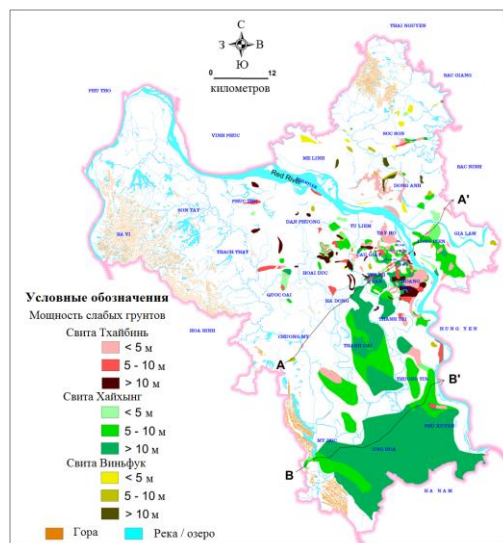


Рисунок 2. — Карта мощности и распространения слабых грунтов на территории Ханоя (составлена Х.Т. Фи в 2013 г.). АА', ВВ' – линии разрезов (см. рисунок 1)

Опасные геологические процессы и явления на территории Ханоя

Геологический индекс	Генетические типы, их состав и показатели консистенции	Развитие процессов
тН (техногенные отложения)	Насыпные и намывные грунты – пески, суглинки и супеси с примесью отходов.	Неравномерная сжимаемость, осадка земной поверхности, коррозия строительных материалов.
$alIV^{1-2}tb_2$	Суглинки, супеси, мелко- и тонкозернистые водонасыщенные пески, местами с гравием; для суглинистых разностей $I_L = 0,48-0,82$.	Оползневые деформации, фильтрационные деформации, эрозия, разжижение.
$albIV^{1-2}tb_1$	Водонасыщенные суглинки с органическими остатками; $I_L = 0,75-1,26$	Неравномерная сжимаемость, оползневые деформации, тиксотропия, наплыв пород в подземные выработки.
$alIV^{1-2}tb_1$	Суглинки, глины и супеси; $I_L = 0,21-0,85$.	Оползневые деформации, выдавливание пород дна котлованов.
	Мелко- и среднезернистые водонасыщенные пески, местами с супесями или гравием.	Фильтрационные деформации, разжижение, водопритоки в котлованы, агрессивность подземных вод.
$mlIV^{1-2}hh_2$	Глины и суглинки; $I_L = 0,40-0,69$.	Выбор дна глубоких котлованов.
$ambIV^{1-2}hh_3$ $lbIV^{1-2}hh_1$	Водонасыщенные суглинки и глины с органическими остатками, торфы (0,3–1,7 м); $I_L = 0,75-1,95$.	Неравномерная сжимаемость, оползневые деформации, осадка земной поверхности при водопонижении, тиксотропия.
$a,ambIII^{1-2}vp_3$	Суглинки и глины, местами с малым содержанием органики; $I_L = 0,58-1,08$.	Неравномерная сжимаемость, оползневые деформации, тиксотропия.
$albIII^{1-2}vp_{1,2}$	Глины, суглинки и супеси; $I_L = 0,03-0,75$.	Оползневые деформации, выпор дна глубоких котлованов.
$alIII^{1-2}vp_1$	Мелко-, средне-, крупнозернистые водонасыщенные пески, местами с гравием, галькой или супесями.	Фильтрационные деформации, водопритоки в котлованы.
$a,apII-III^{1-2}hn$	Водонасыщенные галечно-гравийные отложения, местами крупнозернистые пески; $E_0 > 50$ МПа.	Водопритоки в котлованы.
$allc$	Водонасыщенные галечно-гравийные отложения, мелко- и крупнозернистые с суглинками; $E_0 > 50$ МПа.	Водопритоки в котлованы.

аллювиально-озерно-болотных и аллювиально-морских отложений – песков в нижней части разреза, суглинков и глин в верхней (местами также прослеживаются суглинки с органическими остатками). Нижне-среднеголоценовая свита *Хайхынг* ($lb,m,ambIV^{1-2}hh_{1,2,3}$) мощностью 1,0–43,0 м состоит из озерно-болотных, морских и аллювиально-болотно-морских отложений, относящихся к специфическим слабым водонасыщенным грунтам и представленным суглинками и глинами с органическими остатками в основании разреза, постепенно сменяющимися морскими глинами синего цвета. Верхнеголоценовая свита *Тхайбинь* ($a,albIV^{1-2}tb_{1,2}$) мощностью 0,5–26,5 м представлена аллювиальными и аллювиально-

озерно-болотными отложениями, имеющими широкое распространение и характеризующимися постепенным переходом от песков к супесям и суглинкам, местами с включениями органических остатков.

Для изучения условий распространения и залегания горных пород, а также зон развития слабых грунтов в 2013 г. авторами построено 8 инженерно-геологических разрезов по данным 173 скважин глубиной от 11 до 280 метров (рис. 1 и 2). На основе результатов лабораторных испытаний 4536 образцов грунта из скважин авторы составили таблицу нормативных значений физико-механических свойств грунтов.

По возрасту, генезису и физико-механическим свойствам четвертичные отложения территории разделены на 24 слоя. В верхней части разреза прослеживаются аллювиально-озерно-болотные отложения свиты Виньфук $albIII^2vp_2$ (слой 16), озерно-болотные и аллювиально-болотно-морские отложения свиты Хайхынг $lb, ambIV^{1-2}hh_{1,3}$ (слои 13 и 11) и аллювиально-озерно-болотные отложения свиты Тхайбинь $albIV^3tb_1$ (слои 2 и 7). Это – **слабые грунты** (текучепластичные и текучие суглинки с органическими остатками) с низкой несущей способностью и высокой сжимаемостью ($R_0 < 100$ кПа и $E_{0(1-2)} < 5$ МПа соответственно). Их мощность изменяется от 0,2 м до 43,0 м; глубина залегания изменяется от 0 м до 37,8 м. Они широко распространены в центральной части и южных районах города (рис. 2).

Таким образом, в верхней части разреза четвертичных отложений территории города Ханой существует пять слоев слабых пылеисто-глинистых грунтов. Толща слабых грунтов свиты Хайхынг ($lbIV^{1-2}hh_1$) имеет большую мощность, широкое распространение и высокую сжимаемость ($E_{0(1-2)} = 1,6$ МПа), что определяет высокую степень сложности инженерно-геологических условий и предопределяет сложность градостроительной деятельности на территории. Результаты данного исследования могут быть использованы для составления прогнозов инженерно-геологических процессов в связи с изменениями природных условий и деятельностью человека.

Нгуен Д.М. Инженерно-геологическое обеспечение освоения подземного пространства г. Ханоя (Вьетнам): автореф. дисс... канд. геол.-минер. наук. СПб., 2010. 24 с.

Нгуен Х.Ф. Сбор, проверка старых данных, дополнительное исследование для составления карт слабых грунтов г. Старого Ханоя: отчет о научно-исследовательской работе. Ханой, Вьетнам, 2004. 261 с. (на Вьетнамском языке)

Фи Х.Т., Строкова Л.А. Опасные геологические процессы на территории г. Ханой (Вьетнам) // Вестник Томского государственного университета. 2011. № 349. С. 200-204.

Ю. В. Хачай¹, В. Н. Анфилов², А. Н. Антипин¹

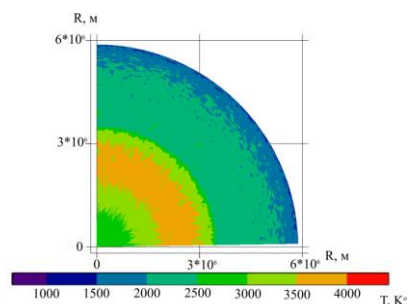
¹Институт геофизики УрО РАН. г. Екатеринбург, Россия, ²Институт минералогии УрО РАН. г. Миасс. [Россия](#).

ФОРМИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ И ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАГЕНИИ РАННЕЙ КОРЫ

Суждения об условиях минерагении в ранней коре и мантии во многом основываются на изучении алмазоносных кимберлитов. Происхождение алмазоносных кимберлитов и условия образования алмазов является не только одной из наиболее сложных нерешенных проблем геологии, имеющих прикладное значение, но и предоставляет свидетельство о раннем состоянии земной коры и верхней мантии. По современным результатам изучения образования алмазов, основанным на экспериментальных данных, считают, что алмазы образовывались при температуре около 1600°C и давлении порядка 6–7 ГПа (Пальянов, 2005), что соответствует современным условиям на глубинах 200–230 км. Важной закономерностью размещения кимберлитов является их преимущественное нахождение в пределах древних платформ, в фундаменте которых преобладают архейские породы. Минеральный и химический состав кимберлитов свидетельствует о том, что резервуар, из которого были сформированы кимберлиты, отличается от современного среднего состава мантии. По сравнению с неистощенной мантией кимберлиты содержат на два порядка больше La, Ce, Nd, Th, Cs, U, F, на порядок больше Rb, Ba, P, K (Илупин И.П., 1978). В кимберлите присутствуют такие не характерные для мантии минералы, как флогопит, кальцит, апатит; в кимберлитах встречаются включения эклогитов, состав которых изменяется от толеитовых до оливиновых базальтов. Важную информацию о генезисе кимберлитов представляет возраст субстрата, из которого образовался кимберлитовый материал. Наиболее древние кимберлиты Западной Африки имеют возраст 2100–2300 млн. лет. В то же время на этой территории известны кимберлиты с возрастом 1150, 700 и 80–10 млн. лет. (Дэусон Дж., 1983). Возраст включений пирротина в центральных частях кристаллов алмаза из трубки Кофифонтейн (Африка) и для некоторых трубок Якутии 3.0–3.5 млрд лет, в то время как возраст самой трубки, в алмазах которой найдены древние включения, может быть 60 млн.лет. Самыми древними изученными алмазами на Земле являются включения микроалмазов в древнейших цирконах возраста 3.1–4.2 млрд лет (Menneken M., 2007), которые обнаружены в терригенных породах. Все это позволяет заключить, что области алмазоносности в литосфере были сформированы на самом раннем этапе эволюции Земли. Существование алмазоносной литосферы, практически, под всеми архейскими кратонами свидетельствует о специфической особенности их глубинного состава и строения, которая возникла на начальном этапе эволюции Земли. Следовательно, необходимо восстановление динамики образования Земли, распределения РТ-условий и состава вещества на стадии завершения ее аккумуляции.

В работах (Анфилов, 2005) нами рассмотрена новая модель гетерогенной аккумуляции Земли, позволяющая объяснить дифференциации резервуаров вещества ядра и мантии в процессе аккумуляции планеты, не привлекая умозрительный процесс мегаимпакта. Результаты, полученные нами в (Анфилов, 2005; 2012, 2013, Хачай, 2012), показали, что уже на раннем этапе процесса аккумуляции выделения тепла короткоживущими естественно радиоактивными элементами и прежде всего ^{26}Al оказывается достаточно для того, чтобы в протопланетном зародыше превышающем размеры (50–100) км могла сформироваться расплавленная центральная область и сравнительно тонкая, твердая, преимущественно силикатная по составу верхняя оболочка. Скорости соударения тел на этом этапе еще малы, поэтому при соударении тел таких и близких размеров жидкие, преимущественно железные по составу части сливаются, но массы зародыша еще не достаточно для гравитационного удержания силикатных обломков холодной твердой оболочки. На этом этапе они сохраняются в зоне питания протопланеты. Реализуется механизм дифференциации вещества в процессе аккумуляции планеты на резервуар будущего ядра и резервуар мантии. Процесс идет еще в малых телах и успевает завершиться за время менее 10 мл. лет. Тогда как последующее формирование структуры ядра и мантии продолжается, как и по всем имеющимся оценкам, около 100 млн. лет. Поскольку объединение жидких внутренних частей соударяющихся тел происходи в результате неупругого соударения, большая часть потенциальной гравитационной энергии через кинетическую энергию соударения преобразуется в тепло. Это продолжается до тех пор, пока ядро не достигнет большей части современной массы. На завершающей стадии роста ядра масса зародыша оказывается уже достаточной для того, чтобы удерживать все возрастающую долю силикатной оболочки выпадающих тел. И состав растущей области все более обогащается примесью силикатов. Соударение аккумулируемых тел переходит от механизма полностью неупругого, с высокой степенью преобразования потенциальной энергии гравитационного взаимодействия в тепловую, постепенно

переходит в механизм твердотельного



соударения, при котором только небольшая часть кинетической энергии преобразуется в поглощаемое зародышем планеты тепло.

Нами впервые получены результаты численного решения задачи для 3D-модели среды [Khachay, 2013a, 2013б], которое позволяет проследить образование и дальнейшую динамику трехмерных аномальных по температуре и составу областей, возникающих за счет падения тел и частиц на поверхность растущей планеты при их случайном распределении по массам. Один из полученных результатов распределения температуры по сечению шарового сектора модели показан на рис. 1.

Силикатная оболочка Земли начала формироваться, когда основная часть ядра уже была сформирована. Выполненное нами численное моделирование теплового режима при формировании ядра Земли показало, что температура на поверхности растущего ядра на завершающей стадии может достигать 2500–3000 К (Анфилов, 2012; Khachay, 2013a, 2013б). Поэтому

силикатный материал, из которого формировалась мантия Земли, отлагался на поверхность ядра, температура которой была выше температуры ликвидуса этого материала. В результате на границе ядро–мантия образуется слой силикатного расплава, мощность которого по мере роста Земли может достигать 800–900 км. При такой мощности слоя расплава температура ликвидуса в его основании становится выше температуры расплава. Расплав в основании слоя начнет кристаллизоваться и на границе ядро–мантия будет формироваться кристаллический слой мантии, а слой расплава будет подниматься к поверхности растущей Земли. В качестве составов, моделирующих последовательность кристаллизации фаз, в нашей модели используются шпинель-лещадит KLB1 и состав метеорита Алленде, для которых существуют фазовые диаграммы до 30 ГПа. Подробно процесс формирования мантии и первичной земной коры дан в (Анфилов, 2012). Для решения нашей проблемы важно знать, как протекает этот процесс на завершающем этапе аккумуляции Земли. По мере роста Земли мощность слоя расплава уменьшается. Когда она достигнет 420 км, из ликвидусных фаз исчезнет гранат, извлекающий из расплава Al_2O_3 , и глинозем будет накапливаться в расплаве. Кристаллизация оливина на линии ликвидуса будет сопровождаться обеднением расплава MgO и обогащением FeO. В результате состав расплава приблизится к составу обогащенного FeO и Al_2O_3 базальта. Когда температура расплава в верхней части слоя опустится ниже 1250°C, начнется кристаллизация плагиоклаза, кристаллы которого будут подниматься вверх, образуя на контакте расплава с верхней твердой оболочкой слой магматической “каши”, состоящей из расплава и кристаллов плагиоклаза. Это создает условия для формирования у поверхности Земли слоя анортозитов.

Анфилов В.Н., Хачай Ю.В.// ДАН. 2005. Т. 405. №6. С. 803–806. Анфилов В.Н., Хачай Ю.В. Дифференциация вещества мантии в процессе гетерогенной аккумуляции Земли и формирование первичной земной коры.// Литосфера. 2012. №6, 3-14.

Анфилов В.Н., Хачай Ю.В. Природа кимберлитовой алмазносной литосферы кратонов. // Докл. РАН. 2013. т. 451, № 5, с. 537-540.

Анфилов В.Н., Хачай Ю.В. Эволюция ядра в процессе гетерогенной аккумуляции Земли. Литосфера. 2013. № 4. 146-153.

Дэузон Дж. Кимберлиты и ксенолиты в них. М.: Мир, 1983. 300 с.

Илупин И.П., Каминский Ф.В., Францесон Е.В. Геохимия кимберлитов. М.: Недра, 1978. 352 с.

Пальянов Ю.Н., Сокол А.Г., Соболев Н.В.// Геология и геофизика. 2005. Т. 45. Спец. вып., с. 1290–1303.

Хачай Ю.В., Анфилов В.Н., Антипин А.Н. О влиянии первичной атмосферы на распределение температуры в Земле при ее аккумуляции. Уральский геофизический вестник. 2012. № 2, с. 54–59.

Yu. V. Khachay MHD process in the layer of gravitating sphere growing radius// Magnetohydrodynamics. 2013. Vol. 49, N 1-3, 81-86.

Khachay Yu. V., V. N. Anfilogov, Antipin A. N. Numerical Results of 3-D Modeling of Moon Accumulation // Geophysical Research Abstracts Vol. 15, EGU2013-51, 2013. EGU General Assembly 2013.

Menneken M., Nemchin A. A., Geisler T., Pidgeon R. T., Wilde S. A. Hadean diamonds in zircon from Jack Hills, Western Australia // Nature. 2007. V. 448. P. 917–920.

Е. И. Шевелев

(РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» БелНИПИнефть, Гомель)

ЛИНЕАМЕНТНАЯ ТЕКТНИКА И АКТУАЛЬНОСТЬ ЕЁ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ НЕФТЕГАЗОПОИСКОВЫХ РАБОТАХ

Материалы дистанционной съёмки (МДС) Земли из космоса могут содержать информацию о глубинном строении земной коры, что позволяет привлекать при региональном геологическом изучении территорий новый комплекс сведений, не использовавшихся ранее. В то же время нужно понимать, что использование одних только дистанционных методов изучения не может дать полной картины глубинного строения Земли. Поэтому МДС необходимо использовать в комплексе с геолого-геофизическими и геохимическими исследованиями. Изучение геологической информативности материалов космических съёмок показало, что в зависимости от масштаба они содержат существенно различную геологическую информацию:

- снимки континентального уровня генерализации помогают установить основные структурно-геологические особенности крупных областей земной коры, провести и уточнить объективное тектоническое районирование, наметить крупные глубинные структуры (разрешение 10000 м).

- снимки регионального уровня генерализации дают возможность выяснить делимость крупных регионов земной коры на структурные блоки, различающиеся характером тектонических структур, а также выделить новые, ранее не картировавшиеся элементы геологического строения (разрешение 1000 м).

- по снимкам локального уровня генерализации можно существенно уточнить структуру перечисленных выше элементов геологического строения (разрешение сотни метров и менее) (Космическая..., 1985).

Задачей структурного дешифрирования является выявление по МДС особенностей ландшафта, которые связаны с проявлением на земной поверхности новейших тектонических форм и элементов глубинного строения.

При тектонических построениях на основе МДС наиболее информативен *геоиндикационный (ландшафтно-индикационный) метод дешифрирования*, предусматривающий анализ ландшафтных индикаторов в проявлении структурных элементов литосферы. В основу геоиндикационного метода положена теоретическая концепция о ландшафтах как динамичных природных системах, в которых отражены изменения, вызванные новейшими тектоническими процессами. Ландшафтные индикаторы (геоиндикаторы) представляют собой как отдельные природные компоненты, так и природно-территориальные комплексы (ПТК) в целом, связанные с характером проявления на поверхности Земли структурных форм, активных в позднеолигоцен-антропогенное время. Основным проявлением геоиндикаторов на МДС являются линеаменты. Линеаменты проявляются в виде различных плановых геометрических рисунков: непрерывной прямой линии или прерывистых линий, лежащих на продолжении друг друга, или точечных образований, расположенных

на одной прямой линии (объединяется в единый непрерывный протяженный линеамент) (Амурский и др., 1988). Под непрерывными протяженными линеаментами понимаются прерывистые цепочки линеаментов, которые прослеживаются без изменения ориентировки через различные ландшафтные, геоморфологические, литофациальные ареалы, обычно выражающиеся разными элементами ландшафта. Например, цепочка линеаментов может быть выражена в пределах голоценовой аллювиальной аккумулятивной равнины прямолинейным отрезком русла, цепочкой старичных озер, а при переходе на более древнюю эрозионно-денудационную равнину - прямолинейным оврагом, уступом в рельефе, узким водоразделом, цепочкой холмов или карстовых воронок.

В то же время нельзя путать эндогенно обусловленные линеаменты, связанных с геологическими структурами, от линеаментов чисто экзогенного или техногенного происхождения. Необходимо иметь в виду, что рельеф земной поверхности - это результат взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов, протекающих на определенном геологическом субстрате. Следовательно, линейные формы рельефа являются результатом обработки экзогенными процессами линейных элементов геологического субстрата, активизированных эндогенными (тектоническими) процессами. Даже при небольшой мощности осадочного покрова (первые метры - десятки метров) линеаменты проявлены в ландшафте как экзогенные образования. Что же касается естественных линейных образований нетектонической природы, то можно выделить следующие случаи: прямолинейность береговых линий озер и морей может быть результатом вдольбереговых течений одного господствующего направления; прямолинейные эоловые формы и цепочки этих форм обычно являются результатом деятельности ветров господствующего направления, а также все линеаменты техногенного происхождения.

Также геоиндикаторы проявляются в виде кольцевых структур, которые в рельефе подчеркиваются дутообразной ориентировкой участков речных долин, озерно-болотных массивов, изометричным расположением песчаных гряд, заболоченных котловин и др.

Исследование геологической природы линеаментов в нефтегазогеологических аспектах должно проводиться с учетом особенностей геологического строения нефтегазоносных территорий и характера задач, решаемых нефтегазовой геологией. Так как большая часть нефтегазоносных бассейнов приурочена к платформам и передовым прогибам, характеризующимся большой мощностью осадочного чехла, слабой геологической обнаженностью, общей равнинностью рельефа, а на платформах - также и относительно слабым проявлением новейших и современных тектонических движений, то для нефтегазовой геологии важна структурно-тектоническая интерпретация линеаментов.

При нефтегазогеологических исследованиях необходимо изучение геологической природы и структурно-геологическая интерпретация линеаментов всех рангов. В нефтегазовой геологии исключительно важное значение имеет геодинамическая характеристика отражаемых линеаментами дизъюнктивных структур, особенно их флюидо-проводящие (или экранирующие) свойства, связанные с новейшей и современной кинематикой дизъюнктивов, развитием новейших и современных полей деформации и полей напряжения в осадочной толще (Амурский и др., 1988).

Одно из наиболее перспективных направлений - прогнозирование по дистанционным материалам с последующей проверкой наземными геолого-геофизическими методами малоамплитудных разломов и зон безамплитудной трещиноватости (разуплотнения) в пределах месторождения (перспективной площади) на уровне продуктивного пласта. Информация такого рода может быть широко использована при поисках, разведке и эксплуатации месторождений нефти и газа. Для примера можно привести морфоструктурные исследования Л.Б. Аристарховой (Аристархова, 1981) в условиях геологически закрытой платформенной равнины Прикаспийской впадины с глубоко погруженным фундаментом выявлены разные случаи соотношения крупных линеаментов с известными по геофизическим данным разломами фундамента. Большинство линеаментов соответствует однозначно выделенным разломам, но для части линеаментов разломов не установлено, а часть достоверно установленных разломов не выражена в рельефе. Л.Б. Аристархова высказывает предположение, что линеаменты, не подтвержденные геофизическими материалами, могут отражать активизированные новейшие разломы фундамента малой амплитуды, плохо улавливаемые на сеймопрофилях; предполагается, что достоверно установленные разломы, не выраженные в рельефе в виде линеаментов, не активны на новейшем тектоническом этапе - времени рельефообразования.

Исследования, сопровождавшиеся целенаправленным анализом и переинтерпретацией геофизических материалов и структурных карт, позволили выявить значительно большее соответствие линеаментов достоверно установленным или предполагаемым дизъюнктивам. Практически все дешифрируемые на мелко- и среднемасштабных КС линеаменты, так или иначе «читаются» на геологических и геофизических картах и схемах, совпадая либо с ранее установленными разломами, либо с дизъюнктивными нарушениями, предполагаемыми по характерному рисунку геофизических полей (Губин, 2004). Проведение специальных целенаправленных геофизических работ, в бывшем СССР, позволило с большей уверенностью судить об отражаемых линеаментами структурах на разных глубинных уровнях. На Курском полигоне, в пределах Воронежской антеклизы с глубиной залегания кристаллического фундамента 50-250 м. были проведены специальные геофизические исследования с целью геологической интерпретации линеаментов. Первоначальное сопоставление линеаментов, дешифрированных по среднемасштабным КС («Лэндсат»), со структурными картами фундамента и осадочного чехла подтвердило только 6-8 % космической информации; но уже при переинтерпретации геофизических материалов сходимость возросла до 23 %. Специальные, целенаправленные геофизические исследования - электроразведочные и магниторазведочные профили полностью подтвердили все линеаменты как разрывные нарушения небольшой амплитуды по фундаменту с малоамплитудными смещениями или обширными зонами трещиноватости в осадочном чехле (Богословский и др., 1978).

Практически все исследователи подчеркивают решающее значение новейших тектонических движений при проявлении глубинных структур в виде линеаментов. Ряд исследователей отмечает, что в платформенных условиях многие линеаменты читаются на картах новейшей тектоники, в рисунке изолиний суммарных деформаций, а также большей частью хорошо выражены в вертикальной расчлененности рельефа - важнейшем геоморфологическом индикаторе новейших деформаций.

Новейший блоково-разрывной тектогенез наиболее контрастно реализуется в жестком консолидированном основании в виде сети дизъюнктивов. Последние в большинстве случаев не являются в полной мере новообразованными, а представляют собой активизированные древние разрывы - разрядка новейших напряжений происходит с выборочной активизацией древних разрывов энергетически наиболее «выгодных» направлений. В фундаментах платформ новообразованные разрывы, по-видимому, вообще не возникают - все они в той или иной мере унаследованные.

Линеаментный анализ на этапе региональных исследований нефтегазоносных территорий предполагает изучение общих структурно-тектонических закономерностей их строения без прогнозирования конкретных поисковых площадей - локальных антиклинальных структур. В региональный линеаментный анализ входят:

- уточнение границ нефтегазоносных бассейнов, предварительное тектоническое и нефтегазогеологическое районирование;
- выявление каркаса региональных разрывных нарушений и оценка их проявления на разных глубинно-стратиграфических уровнях;

- неотектоническое районирование нефтегазоносных бассейнов, выявление неотектонических блоков и их относительной новейшей активности, установление новейшего структурного плана территории и его соотношения с древними структурными планами;

- реконструкция и анализ региональных новейших полей напряжений с целью прогнозирования региональных зон с повышенными флюидопроводящими и коллекторскими свойствами (Губин, 2004).

В результате изучения проблематики линеamentной тектоники можно сделать следующие выводы: у метода наблюдается достаточное количество плюсов, это - простота, относительная дешевизна, быстрота обработки, хорошие результаты опытных работ на известных месторождениях; возможность применения линеamentного дешифрирования на первом этапе поисковых работ на нефть и газ, предшествуя сейсмическим работам, как предлагают многие исследователи; применимость данного метода при поисковых работах на нефть и газ.

В целом возможности аэрокосмогеологии в приложении к нефтяной отрасли достаточно широки. Помимо включения дистанционных исследований в комплексе нефтепоисковых работ они могут привести важный дополнительный материал при разведке нефтяных месторождений, проектировании систем разработки и вторичных методов повышения нефтеотдачи пластов; выделении геодинамически активных зон. И это отнюдь не полный спектр областей возможного приложения аэрокосмогеологических данных. Будущее у данного вида исследований, безусловно, есть. Тем более в нынешних условиях, когда доступ к космической информации стал намного легче, а ее качество выше, когда освоены новые методы ее обработки с применением компьютерных технологий. Осталось только рискнуть и сказать данному методу уверенное «да».

Амурский Г.И., Абраменок Г.А., Бондарева М.С., Соловьев Н.Н. Дистанционные методы изучения тектонической трещиноватости пород нефтегазоносных территорий. М.: Недра, 1988. 164 с.

Аристархова Л.Б. Роль геоморфологического критерия при выявлении разломов глубокого заложения в «закрытых» платформенных регионах (на примере Прикаспийской впадины) // Геоморфология. 1981. № 1. С. 41-50.

Богословский В.А., Ильина Е.Б., Кроткова О.Т. и др. Геофизические исследования при интерпретации космических снимков на Курском полигоне // Изв. вузов. Сер. геология и разведка. 1978. № 10. С. 135-140.

Губин В.Н. Дистанционные методы в геологии: учеб. пособие. БГУ, 2004. 138 с.

Космическая информация в геологии / Коллектив авторов. М.: Наука, 1985. 536 с.

С. А. Юдаев

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ БРИНЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГИПСА И АНГИДРИТА

Бринеvское месторождение гипса и ангидрита является единственным месторождением сульфатного сырья в Беларуси. Ежегодно страна вынуждена ввозить из России и Молдовы 200-250 тыс.т гипсового камня и 400-450 тыс.т гипсовых вяжущих. На сегодняшний день Новомосковское месторождение, месторождения Украины и Молдовы принадлежат немецкой фирме KNAUF. В России растет потребность в данном виде сырья, что может в самое ближайшее время привести к большому росту закупочных цен их продукции. В свете этих данных постановка детальной разведки и уточнения гидрогеологических условий Бринеvского месторождения гипса будет оправдана.

Административно Бринеvское месторождение гипса и ангидрита находится на территории Петриковского района Гомельской области Республики Беларусь, западнее и северо-восточнее д. Бринеv и является частью Государственного природоохранного учреждения Национальный парк «Припятский».

По возрасту Бринеvское месторождение гипса и ангидрита относится к лебедянскому и оресскому горизонтам верхнефаменского подъяруса верхнего девона. Гипс Бринеvского месторождения образовался в результате непосредственного осаждения из растворов реликтовых изолированных морских бассейнов двуводного сульфата кальция $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. При изучении керна большинства скважин и шлифов на глубинах 200-400 м наблюдается активная гидратация ангидрита в результате воздействия грунтовых и межпластовых вод, сопровождаемая гипсовой тектоникой пучения. В связи с этим можно говорить о признаках эпигенетических условий отложения (переотложения) сульфата кальция. Для кристаллизации вещества огромное значение имеет и литостатическое давление. Все это говорит в пользу стабильности равновесия системы гипс-ангидрит (с потерей кристаллизационной воды) и обратно. В разрезе Бринеvского гипсового месторождения, в рамках границ сульфатноносной толщи, выделяются четыре гипсовых горизонта, объединяющих 10 пластов гипса мощностью от 0,2 м до 52 м, из которых два (IV и III) являются основными, II гипсовый горизонт имеет второстепенное значение, а I гипсовый горизонт, в настоящее время, не представляет интереса для промышленности. Горизонт I имеет островное распространение и занимает наименьшую площадь. Границы его распространения эрозионные и тектонические. Условия его залегания согласуются с нижележащими горизонтами.

Кроме пластов гипса встречаются пласты гипсово-ангидритовой породы мощностью от 3,3 до 28,5 м. Сульфатонасыщенность толщи довольно высокая и изменяется от 13% до 67%, в среднем составляя 41%, что является высоким показателем добычи такого сырья. По масштабам месторождение относится к крупным (запасы свыше 50 млн.т.), имеет сложное строение и невыдержанную мощность.

В Припятском прогибе проявления гипса и ангидрита отмечаются в разновозрастных отложениях девона – в породах витебского горизонта, западновинской свиты и наровского горизонта эйфельского яруса среднего девона, саргаевского, воронежского, евлановского горизонтов и копаткевичской свиты франского яруса верхнего девона, практически во всех горизонтах верхнефаменского подъяруса верхнего девона. Гипс и ангидрит присутствуют в этих отложениях как в виде прожилков (мощностью, не превышающей первые десятки сантиметров), так и в виде маломощных пластов (0-6,0 м). Залегают они, как правило, на больших глубинах и не образуют промышленных скоплений, за исключением соленосных отложений лебедянского и оресского горизонтов верхнефаменского подъяруса верхнего девона. Здесь ангидрит слагает пласты мощностью до нескольких десятков метров, но на больших (500-600 м и более) глубинах. Исключение составляет район Бринеvской горстоподобной структуры, где в лебедянское и оресское время происходило осадконакопление гипсоносных отложений, являющихся фациальным аналогом нижней части соленосной толщи. Средняя мощность сульфатных пород (гипса и ангидрита) достигают здесь 24,3-28,5 м. Они залегают на доступных для отработки глубинах и образуют Бринеvское гипсовое месторождение.

В Припятском прогибе и прилегающих к нему площадях, где имеют развитие девонские отложения, не отмечается структурных условий, благоприятных для накопления сульфатных пород, подобные существовавшим в районе Бринеvской горстоподобной структуры. Вследствие этого, Бринеvское месторождение гипса, для условий Беларуси, является единственным месторождением этого вида сырья и поэтому уникальным.

С точки зрения гидрогеологических условий месторождение гипса находится в западной части Припятского артезианского бассейна. Для него характерно глубокое залегание кристаллического фундамента и развитие мощной толщи осадочного чехла, который сложен как водоносными, так и водоупорными породами.

Верхний водоносный горизонт приурочен к четвертичной толще. Его мощность непостоянна (9-25 м) и близка к общей мощности четвертичных отложений. Водовмещающие породы представлены песками с коэффициентом фильтрации от 0,17 до 0,23 м/сутки. Воды горизонта безнапорные. На участках развития глинистых и суглинистых прослоев – субнапорные. Питание горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков.

Неоген-палеогеновый водоносный горизонт повсеместно распространен на площади месторождения и не всегда имеет четкую границу с вышележащим четвертичным горизонтом. Мощность его достигает 50 м. Водовмещающими породами являются пески. Коэффициенты фильтрации пород горизонта составляют до 2,20 м/сутки.

Водоносный горизонт туронского яруса верхнего мела приурочен к отложениям, мела и меловых мергелей. Водовмещающие породы изолированы от поверхностного загрязнения, поэтому воды в них обладают высокими питьевыми качествами. Коэффициенты фильтрации пород достигают 1,5 м/сутки. Воды горизонта напорные с дебитом до 20 м³/час.

Водоносный горизонт батского яруса средней юры приурочен к пескам и песчаникам. Коэффициенты фильтрации пород изменяются в пределах 0,05-0,7 м/сутки. Воды напорные с дебитом до 30 м³/час и пригодны для нужд хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Всю толщу верхнедевонских накоплений и турнейского яруса нижнего карбона можно условно разделить на три подтолщи: надгипсовую, гипсоносную и подгипсовую.

Надгипсовая подтолща мощностью от 64,2 м (скв. 11) до 222,1 м (скв. 38) состоит из отложений турнейского яруса нижнего карбона (C_{1t}) и полесского горизонта верхнего девона (D_{3pl}), которые представлены водонапорными глинами и мергелями с прослоями водопроницающих доломитов, известняков и песчаников. Скважинная расходометрия показала, что обводненность надгипсовой подтолщи обусловлена водопроницаемыми песчаниками и известняками, коэффициенты фильтрации которых, достигают до 0,09 м/сутки. Залегают водовмещающие породы линзообразно, в виде часто выклинивающихся прослоев мощностью от 0,5 м до 5 м.

Гипсоносная подтолща включает в себя слои лебедянско-оресского горизонта верхнего девона и состоит из чередующихся пластов гипса и гипсоангидрита с глинами, мергелями, известняками и песчаниками. В основном, в толще преобладают водоупорные породы и только в прослоях известняков и песчаников встречаются подземные воды. В скв. 281 в интервале глубин 161,8 - 173,7 м, где расположен II гипсовый горизонт, зафиксирован приток в 0,13 л/сек в прослой известковой брекчии и слоистых известняках. В целом, по разрезу гипсоносной подтолщи фиксируются притоки воды порядка сотых долей л /сек при понижениях в 5-10 м. Имеющиеся гидрогеологические материалы позволяют сделать вывод, что подземные воды в пределах гипсоносной толщи присутствуют. В условиях ведения горных работ не исключается возможность вскрытия их в песчаниках, известняках, собственно в гипсах. При условии ненарушенности массива пород ресурсы таких вод практически нулевые, а запасы ограничены емкостными характеристиками водовмещающих пород.

Анализ данных химического состава подземных вод показывает, что процессы водообмена в толще девонских отложений затухают и на глубинах 150-175 м происходит насыщение подземных вод сульфатом кальция и прекращается выщелачивание гипсоангидритовых пород.

Подгипсовая подтолща приурочена к отложениям задонско-елецкого горизонта верхнего девона, состоящих из псевдобрекчии с прослоями доломитов, известняков и глинистых мергелей. Проведенные исследования в интервале 90 м от подошвы IV горизонта свидетельствуют о весьма низкой водообильности пород толщи. При ненарушенности подошвы гипсоносного горизонта воды подгипсовой толщи не будут принимать участие в обводненности горных выработок.

Гидрогеологические условия месторождения, определяющие его разработку, в целом можно классифицировать как сложные. Полезное ископаемое в условиях спокойного залегания в породах гипсовой толщи может считаться достаточно сухим. Вблизи тектонических нарушений, учитывая активную тектоническую трещиноватость пород верхнего девона и карбона, нельзя исключить возможность поступления подземных вод через эти трещины в горные выработки. Опасность прорыва воды в горные выработки возникает так же при работах вблизи поверхностных водоемов (озер, рек, прудов, водохранилищ), принимая во внимание малую мощность вскрышных пород месторождения, составляющую несколько десятков метров. Обводненность месторождений устанавливается одновременно с разведкой месторождения и определяется коэффициентом водообильности. Под коэффициентом водообильности шахты подразумевают число кубометров воды, приходящееся на 1 т суточной добычи полезного ископаемого. Приток воды (в м³/ч) определяется из формулы

$$Q_m = \frac{n \cdot A}{24}$$

где n – коэффициент водообильности; A – суточная производительность шахты, т.

При ведении горнотехнических работ необходимо так же учитывать газодинамическую обстановку во вмещающих породах и горных выработках.

На условия залегания и морфологию пластов сильное влияние оказали такие факторы как: дизъюнктивная тектоника и древний карст, в меньшей степени внутренняя гипсовая тектоника, вызванная эпигенетическими преобразованиями гипсовых горизонтов и вмещающих пород гипсоносной толщи.

Предприятием Белгорхимпром по данным предварительной разведки составлен «Технико-экономический доклад о промышленном значении Бриневского месторождения гипса с расчетом временных кондиций» (ТЭД) для подсчета запасов гипса и ангидрита, который прошел апробацию в РКЗ при Министерстве природных ресурсов и охраны окружающей среды № 28 (1927) от 24 декабря 2004 г. На площади месторождения также были определены два участка (около 5 км²) первоочередной разработки – Западный и Восточный – с общим объемом промышленных запасов гипсоангидритового сырья по категории С₁ – 278,736 млн.т и перспективных запасов по категории С₂ – 187,203 млн.т. Установлено, что обозначенные участки отличаются наименьшей глубиной залегания, большей мощностью полезного ископаемого и здесь локализуются основные промышленные гипсовые горизонты III и IV.

В связи со сложными гидрогеологическими условиями, значительной обводненностью сульфатонесущих толщ и вмещающих пород с внушительным дебитом поступающих подземных вод, необходимо применить весь комплекс водозащитных мер и водоотливных работ при строительстве и эксплуатации горных выработок. Поэтому ТЭДом рекомендована разработка разведанного месторождения путем проходки шахтных стволов с заморозкой, а отработка полезного ископаемого камерным способом с отбойкой пород комбинированным методом (комбайн + БВР) без обрушения кровли на весь период добычи.

В перспективе предусматривается строительство двух рудников, на Западном и Восточном участках, производительностью – 500 тыс. т гипсового камня в год каждый.

Аль-Дулайми Хамид Дахил Айяд

Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка, Минск, Беларусь

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ИРАКА: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

За последние два десятилетия череда войн и политической нестабильности привели к тому, что на территории Ирака сложилась крайне острая экологическая ситуация, в отдельных районах страны близкая экологической катастрофе. Максимальной остроты экологические проблемы достигли в области использования водных ресурсов (Башир Шихаб, 2008).

Следует отметить, что сложившаяся кризисная ситуация с использованием водных ресурсов страны вызвана неэффективным управлением водными ресурсами не только в Ираке, но и в соседних странах, в частности, в Турции и Иране. Из девяти плотин на реках Евфрат и Тигр пять находятся на территории Турции (80 % воды Евфрата и 41 % реки Тигр), три на территории Сирии (12 % воды Евфрата и 5 % реки Тигр). Таким образом, Ираку остается только 8 % расхода реки Евфрат и 54 % – реки Тигр. Проблема является международной (Конвенция..., 1991), так как Турция ограничивает поступление воды, которая ей необходима для поддержания уровня подземных вод не только на территории своей страны, но и в соответствии с международным договором на территории Израиля. Вмешательство европейских стран помогло убедить правительства Турции и Сирии остановить дальнейшую постройку плотин на Евфрате. Из-за нестабильной ситуации в регионе между Ираком, Турцией и Сирией до сих пор отсутствует международное соглашение, регулирующее забор воды из Евфрата. Исследования, проведенные по инициативе ООН в 2002 и 2003 годах, показали, что только для ведения сельского хозяйства Ираку необходимо 52 % расхода реки Евфрат.

Проблемы рационального использования воды реки Евфрат изучаются более 40 лет. Первые изыскания проведены Нидерландским институтом научных исследований природных ресурсов в начале 1970-х годов XX века. В результате выявлено, что для экологической безопасности региона расход воды Евфрата должен быть около 290 кубометров в секунду. Второе исследование, проведенное турецкими гидрологами, показало, что расход воды не должен превышать 160 кубометров в секунду, что совпало с выводом иракских ученых. Как отмечалось в недавних исследованиях, результаты которых опубликованы Университетом Оклахомы (США), экологически допустимый расход реки Евфрат оценивается в 168 кубометров в секунду. Превышение допустимого уровня неминуемо приведет к увеличению солёности воды реки Евфрат, и, в свою очередь, лимитирует снабжение трех южных провинций Ирака чистой питьевой водой. В этой связи правительство Ирака, природоохранные организации обратились за помощью к США, чтобы последние оказали давление на Турцию с целью подписания конвенции о совместном использовании Ираком и Турцией вод Евфрата и сохранении окружающей среды реки. Прецедентом подобного рода могут служить соглашения по использованию воды реки Колорадо, подписанные США и Мексикой (New directions..., 1973).

Для всесторонней оценки гидроэкологического состояния водосборов трансграничных рек и сопоставимости оценок в количественном выражении необходимы комплексные критерии, разработке которых в развитых странах мира придается все более пристальное внимание. В разработку таких критериев значительный вклад внесли А. Маас, М. Хафшмидт, Р. Межиховский, В. Плужников и др. (Войтов, 2000; Материалы..., 1997).

Детальная оценка степени использования поверхностных водных объектов производится по результатам анализа водохозяйственных балансов, методика составления которых разработана С. Крицким. М. Мепеклем (1952-1962 годы), В. Плужниковым и А. Колобаевым (1980-1990 годы). Для оперативной оценки степени использования поверхностных водных объектов ИВ. Войтовым предлагаются следующие критерии (Войтов, 2000):

- коэффициент использования речного стока (КИР);
- коэффициент безвозвратного водопотребления (КБВ).

Коэффициент использования речного стока характеризуется кратностью использования воды на различные нужды по длине реки, то есть использованием возвратных вод, сбрасываемых предприятиями и оросительными системами. КИР вычисляется по отношению к его естественному (восстановленному) речному стоку отчетного года:

$$\text{КИР} = \frac{W_{3-p} + W_{уш.} + W_{д.и.} - W_{н.п.}}{W_e}, \quad (1)$$

где W_{3-p} - объем забора воды из речной сети (включая переброску стока);

$W_{уш.}$ - ущерб речному стоку вследствие отбора подземных вод;

$W_{д.и.}$ - дополнительное испарение с поверхности водохранилищ;

$W_{н.п.}$ - необходимый комплексный попуск (рыбохозяйственный, энергетический, экологический и т. д.);

W_e - естественный (восстановленный) сток.

КБВ вычисляется следующим образом: для естественного (восстановленного) стока; для расчетного стока (95 % обеспеченности).

$$\text{КБВ}_e = \frac{W_{3-p} + W_{уш.} + W_{д.и.} - W_{сб.}}{W_e}; \quad (2)$$

$$\text{КБВ}_p = \frac{W_{3-p} + W_{уш.} + W_{д.и.} - W_{сб.}}{W_p}; \quad (3)$$

где $W_{сб.}$ - объем сброса воды в речную сеть (включая переброски стока);

W_e - естественный (восстановленный) сток;

W_p - сток с расчетной (95 %-ной) обеспеченностью.

Для расчета коэффициентов КИР и КБВ следует использовать официальные данные государственного водного кадастра Ирака и водных кадастров Сирии, Турции, Ирана.

В последнее время при оценке качества поверхностных вод все большее применение находит показатель, называемый индексом загрязненности вод (ИЗВ). Он рассчитывается на основании среднегодовых концентраций следующих ингредиентов: растворенный кислород, БПК₅, азот аммонийный, азот нитритный, фенолы, нефтепродукты и соответствующих значений ПДК по формуле:

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{\text{ПДК}_i}, \quad (4)$$

где C_i - среднегодовое значение концентрации i -того из 6 ингредиентов

В зависимости от значения ИЗВ установлены 7 классов степени загрязненности вод: I - очень чистые ($< 0,3$); II - чистые (0,3-1,0); III - умеренно загрязненные (1,0-2,5); IV - загрязненные (2,5-4,0); V - грязные (4,0-6,0); VI - очень грязные (6,0-10,0); VII - чрезвычайно грязные (> 10).

На данном этапе развития водопользования в бассейнах рек Тигр, Евфрат, Шатт-эль-Араб и других для выявления и оценки тенденций и прогнозов качества воды может быть использован норматив ПДК (СТБ ИСО..., 2000).

Совершенствование системы показателей качества должно идти в направлении максимального охвата лимитирующих признаков вредности для ингредиентов, которые по величине концентрации могут превышать соответствующие ПДК. В связи с этим можно использовать подход, основанный не на среднегодовых концентрациях, а на данных непосредственных замеров. Вводится комплексный индекс загрязненности - КИЗ, который рассчитывается отдельно по каждому замеру концентраций загрязнений:

$$\text{КИЗ} = \frac{12 - m_j}{12(n - m_j)} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{C_{ij}}{\text{ПДК}_i}, \quad (5)$$

где C_{ij} - данные непосредственных замеров концентраций в определенный день j -го месяца по i -м ингредиентам ($i = 1, \dots, n$). Если замеры концентраций по i -му ингредиенту не проводились, то для него в формуле (5) C_{ij} рекомендуется принимать близкими к нулю (например, $C_{ij} = 0.00001$), но не равными нулю, чтобы при машинной обработке данных этот случай мог бы отличаться от случая, когда C_{ij} в действительности равны нулю;

m_j - количество ингредиентов j -й месяц, по которым замеры концентраций не производились;

n - количество ингредиентов, положенных в основу расчета КИЗ.

Реставрировать плотины на реке Евфрат, в первую очередь плотину Хинди, что приведет к стабилизации экологической ситуации в долине реки Евфрат возле города Курна. Этого вполне достаточно для поддержания уровня засоленности реки Евфрат менее 1 г/дм³ (верхний допустимый предел для питьевой воды), а для этого требуется межгосударственное соглашение с Турцией, которая загрязняет верхние притоки Евфрата.

Необходимо найти средства и выполнить первоочередные ирригационные проекты: на реке Гарраф (проект Восток-Запад) протяженностью от города Эль-Кут до города Эль-Насирия; на реке Евфрат (проект Насирия), на землях провинций Дивания и Насирия (Эс-Самава); на реке Тигр (проект Кут) от города Кут до г. Амара; восстановить и дополнить сеть ирригационных каналов в окрестностях городов Амара и Курна; на реке Шатт-эль-Араб (вдоль всего течения реки); восстановить болота в районах Ховеиза и Курна общей площадью 10 тыс. км².

Выполнение проектов будет способствовать улучшению экологической ситуации в данных областях и при этом предоставит огромные возможности для трудоустройства местного населения. В каждом проекте содержатся предложения по строительству ирригационных сетей и дренажных насосных станций для орошения и дренажа, а также асфальтированных дорог и других объектов и комплексов инфраструктуры водоохранных департаментов.

Башир Шихаб, М. Ирригация и изменения природной среды в Месопотамии / М. Башир Шихаб // Вести БГПУ. 2008. № 2. С. 63 -71.

Войтов И.В. Научные основы рационального управления и охраны водных ресурсов трансграничных рек. Минск: Соврем. слово. 2000. 476 с.

Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер. Хельсинки, 17 марта 1991 г. 42 с.

Материалы по оценке воздействия на окружающую среду / ЕЭК ООН (ОВОС). 1997. № 35. 654/12.

СТБ ИСО 14001-2000.

Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению // Стандарт международной системы качества 14001. 2000. New directions in the US Water policy. From the final report of the National Water Comm. Washington, 1973. 197 p.

Г. В. Бельская, В. А. Левданская

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь,

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ В НГДУ «РЕЧИЦАНЕФТЬ»

В условиях мирового экономического кризиса и постоянно растущих цен на энергоносители для Республики Беларусь актуальна задача добычи нефти и попутного газа из собственных месторождений. Основным нефтегазодобывающим предприятием в республике является НГДУ (нефтегазодобывающее управление) «Речицанефть» (г. Речица, Гомельская область), объем добычи которого составляет порядка 1 млн. т. сырой нефти в год. В сферу производственной деятельности НГДУ входят следующие работы: геологическое изучение недр, разработка нефтегазовых месторождений, добыча и транспортировка нефти и газа, а также очистка и распределение попутнодобываемой воды. Протяженность нефте-, газо- и водокolleкторов предприятия составляет около 2700 км. Коллекторы проходят по территории Гомельской и Могилевской областей.

В то же время производственная деятельность предприятия оказывает негативное воздействие на окружающую среду. Так, для поддержания высокого пластового давления в процессе разработки залежи создается искусственный напор минерализованной воды. Этот прием позволяет сохранить повышенные дебиты скважин и интенсифицировать их разработку. Однако такая технология повышает риск разлива соленой воды и может приводить к масштабному загрязнению почв и грунтовых вод.

Для воздействия на призабойную зону скважин на «Речицанефть» применяют такие технологические приемы, как соляно-кислотные обработки, гидроразрывы пласта и реперфорацию определенных участков. При создании высоких давлений на забое с помощью жидкости, закачиваемой в скважину с поверхности, в пласте

образуются трещины. В эти трещины нагнетают отсортированный крупнозернистый песок, роль которого состоит в том, чтобы не дать трещинам сомкнуться после снижения давления. Образованные в пласте новые или имеющиеся расширившиеся трещины, соединяясь, становятся проводниками нефти и газа, связывающими скважину с удаленными от забоя продуктивными зонами пласта. Протяженность трещин вглубь пласта может достигать нескольких десятков метров. Используемые технологии воздействия на призабойную зону скважин приводят к разрушению природных ландшафтов.

Продукция нефтяных скважин представляет собой сложную смесь из нефти, газа, воды и взвешенных веществ. Эту продукцию, поднятую на поверхность через рассредоточенные по площади месторождения скважины, собирают и готовят к дальнейшей транспортировке и переработке. При возникновении аварийных ситуаций в результате прорывов нефтепроводов возможны разливы нефтеводяной эмульсии и соленой воды, что приводит к загрязнению почв и грунтовых вод. В районах нефтедобычи все компоненты биосферы испытывают интенсивное воздействие, приводящее к нарушению равновесия в экосистемах. В частности, проведенные анализы показали, что в почве на участке, окружающем факельную установку (особенно на расстоянии 100-300 метров от факела), содержится значительное количество органического углерода в виде сажи, различных нефтяных производных и продуктов неполного сгорания, в том числе диоксинов, что приводит к катастрофическим изменениям растительного покрова (http://blog.pgmg.ru/contents_c_0.html).

Обычно потери нефти и нефтепродуктов при добыче и переработке составляют 1-2%. Для России эта цифра составляет около 5 млн. тонн в год, для Беларуси - в пределах 20-30 тысяч тонн в год (Бельская, Левданская, 2012). Эти нефтепродукты распространяются на большие расстояния. Оказавшись в грунте, нефтепродукты могут взаимодействовать с водоносными горизонтами и попадать в питьевую воду. Кроме того, как показано в предыдущих исследованиях, нефтяные пятна вызывают нарушение водно-воздушного режима почв, вода «проваливается» в нижние горизонты, иссушая почву. В нарушенных почвах сильно изменяется соотношение содержания почвенного углерода и азота, что приводит к гибели фито- и микробиоценозов (Бельская, Левданская, 2013). Для ликвидации нефтяных загрязнений почв в мировой практике используют механические, физико-химические и биологические методы. Однако они не дают высокого эффекта очистки почв, кроме того, эти методы достаточно затратны. Ежегодно на очистку почв от нефтепродуктов, в т.ч. с использованием сорбентов, расходуется несколько миллиардов долларов (Терещенко, 2002; Терещенко, 2004).

Высшей стратегией охраны окружающей среды является предотвращение и минимизация возможных загрязнений, что позволяет осуществить система управления окружающей средой (СУОС) в соответствии с СТБ ISO 14001 (2005). В НГДУ «Речицанефть» разработана, внедрена (с 2008 г.) и поддерживается в рабочем состоянии СУОС со всеми ее элементами. Эта система позволяет достаточно эффективно управлять воздействиями производственных процессов добычи нефти и газа на элементы окружающей среды, а также поэтапно снижать эти воздействия. На предприятии установлена и поддерживается в рабочем состоянии процедура идентификации и ранжирования экологических аспектов. В 2008 году разработан новый СТП 09100.17001.126-2008 Экологические аспекты, в котором использована усовершенствованная методика оценки их важности, позволяющая более точно провести ранжирование выявленных аспектов с учетом масштабов воздействия, опасности воздействия, соответствия законодательным требованиям и с учетом требований заинтересованных сторон.

Целевые и плановые экологические показатели согласовываются с экологической политикой, включают обязательства по предотвращению загрязнения окружающей среды, в соответствии с действующими законодательными и другими требованиями по постоянному их улучшению.

К важным экологическим аспектам на предприятии отнесены отходы производства (нефтесодержащий шлам), образующийся при добыче и транспортировке нефти. С целью снижения загрязнения почв от аварийных разливов нефтепродуктов разработаны природоохранные программы, включающие в себя следующие мероприятия:

1. Проведение своевременного капитального ремонта трубопроводов с заменой металлических труб на металлопластиковые.
2. Обеспечение дистанционного контроля давления на протяжении всего трубопровода, а также при прокладывании новых трубопроводов.
3. Проведение работ по выбору и внедрению эффективных ингибиторов коррозии металлических труб.
4. Увеличение количества мест для закачки ингибиторов коррозии.
5. Усиление контроля за соблюдением инструкций и регламентов при проведении технологических работ.

Разработанные мероприятия позволяют снизить риск прорывов нефтепроводов и перевести показатель «важный экологический аспект» в группу «менее важный».

Бельская В.А., Левданская В.А. Использование метода биоиндикации для определения класса опасности загрязнения почв нефтепродуктами // Процессы и средства добычи и переработки полезных ископаемых. Мн., БНТУ, 2012. С. 331-336.

Бельская В.А., Левданская В.А. Определение степени загрязнения почв нефтепродуктами и возможности ее рекультивации // VII Университетские геологические чтения / Проблемы региональной геологии и поисков полезных ископаемых. Мн.: БГУ, 2013г. С.122-124.

Нефтяные озера – безжизненные берега // http://blog.pgmg.ru/contents_c_0.html

СТБ ИСО 14001-2005 // Пост. от 19.07. 2005. №33. (04100).

Терещенко Н.Н., Лушников С.В. К вопросу о рациональном применении минеральных удобрений для ускорения микробиологической деградации нефтяных углеводородов в почве // IV Международный симпозиум «Контроль и реабилитация окружающей среды» / Материалы симпозиума. Томск, 2004. С.117-119.

Терещенко Н.Н., Лушников С.В., Пышьева Е.В. Рекультивация нефтезагрязненных почв // Экология и промышленность России. 2002. С. 17-20.

Д. Брыкала¹, В. В. Бадый²

¹ Институт географии и пространственной организации ПАН, Торунь, Польша,

² Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь,

ЭВОЛЮЦИЯ СИСТЕМ КАНАЛОВ, СОЕДИНЯЮЩИХ БАССЕЙНЫ ВИСЛЫ, ДНЕПРА И НЕМАНА

Задачей этих исследований была реконструкция изменений ландшафтов в Полесском регионе – одном из наибольших европейских болотистых регионов, как результат создания и воздействия сети каналов.

Начиная с 16-го века, прилагались усилия по соединению каналами польских регионов, расположенных в бассейнах Черного и Балтийского морей. Уже в 1631 году Польский Сейм (парламент) одобрил проект по созданию канала, соединяющего реку Березину (бассейн Днепра) с рекой Нерис (бассейн Немана) (Зелинский, 1864; Малахихина, 2010). Однако, политическая и экономическая ситуация страны не позволила осуществить этот проект.

Только во второй половине 18-го столетия гетман Огинский профинансировал создание канала, соединяющего бассейны Днепра и Немана. Канал, соединивший реки Щара (бассейн Немана) и Ясельда (бассейн Припяти) был назван после его создания – Каналом Огинского (Зелинский, 1864).

В то же время продолжались работы по созданию Королевского канала, соединяющего реки Мухавец (бассейн Вислы) и Пина (бассейн Припяти). Создание канала завершилось в 1783 году (Зелинский, 1864). Извилистые русла Пины и Мухавца были спрямлены, а многочисленные каналы, питающие водную систему, дренировались обширным регионом болот и водных систем Полесья. Последний построенный элемент, который соединил водоразделы Вислы и Немана – это Августовский канал, построенный в 1825-1839 гг. (соединяющий водосборы Бебжи и Немана) (Энциклопедия..., 1996).

Многочисленные изменения в политических границах на водоразделах между Черным и Балтийским морями обусловили разрушение гидравлических структур. Все проанализированные каналы были полностью разрушены в течение двух мировых войн (Нордман, 2005; Малихина, 2010). Кроме того, в последние 200 лет количество и тип шлюзов и плотин изменилось. Например, не было плотин на Королевском канале в конце 18-го столетия. В середине 19-го столетия было уже 22 такие структуры, в то же время сейчас их количество достигает 10 (Зелинский, 1864; Малихина, 2010).

Все каналы были созданы по экономическим причинам таким, как необходимость перемещения леса и пищевых продуктов (Истомина, 1983; Ковалёва, 2010). Но использование искусственных водных каналов в конце 19 века – начале 20 века значительно уменьшилось по причине их непригодности к активному использованию парового транспорта, а также по причине развития железнодорожного транспорта (Зелинский И., 1864; Истомина, 1983). На сегодняшний день в большинстве случаев каналы представляют собой только туристические объекты (Малихина, 2010). В 1997 г. правительством Беларуси была принята программа реконструкции гидротехнических сооружений Днепровско-Бугского канала, в соответствии с которой начались переделка шлюзов под европейские судоходные стандарты и замена устаревших гидротехнических сооружений. Благодаря этому, Королевский канал, известный, как Днепровско-Бугский, имеет большое значение в экономике Полесья (Ковалёва, 2010; Малихина, 2010).

Представленные исследования выполнены в рамках первого этапа международного Белорусско-Польского проекта: «Гидролого-геоморфологические последствия строительства и функционирования водных каналов» (на 2011-2013 гг. Постановление Бюро Президиума НАН Беларуси № 263 от 14.06. 2011 г.).

Зелинский И. Материалы для географии и статистики России, собранные офицерами Генерального штаба. Минская губерния. Части 1,2. Минская губерния, Военная типография. СПб, 1864. 1476 с.

Истомина Э.Г. Водные пути и их роль в экономическом развитии Европейской России во второй половине 18 – начале 19 в. Автореферат. М.: 1983.

Ковалёва Н.Н. Днепровско-Бугский канал: роль в экономическом развитии прибужского региона в 19 в. и перспективы его культурно-туристического использования // Архитектурное наследие прибужского региона. Сохранение и культурно-туристическое использование. Сборник докладов. Брест, 2010. С.

Малихина Л.Ю. Днепровско-Бугский канал: история строительства и перспективы культурно-исторического использования // Архитектурное наследие прибужского региона. Сохранение и культурно-туристическое использование. Сборник докладов. Брест, 2010. С.

Энциклопедия гісторыі Беларусі: у 6 т. // рэд. Калегія: Г.П. Пашкоў (галоўны рэдактар). Мінск: "Беларуская Энцыклапедыя" імя П. Броўкі. Т. 3. 1996.

Нордман Э.Б. Речной флот гитлеровцев не ушел на запад. «7 Дней». 2005.

Ван Шивэй

Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка, Минск, Беларусь

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КИТАЯ

Краткая характеристика горнодобывающей промышленности в Китае. Интенсивное развитие горнодобывающей промышленности Китая началось в 50-е годы XX в. При активной научно-технической помощи СССР в больших масштабах развернулись геологоразведочные работы, была увеличена добыча и переработка различных видов минерального сырья, расширены и модернизированы производственные мощности.

В настоящее время страна имеет развитую нефтегазовую, угольную, железорудную, марганцево-вольфрамовую, хромовую, алюминиевую, медную, оловянную, свинцово-цинковую, ртутную, сурьмяную и асбестовую отрасли, а также добычу и переработку титан и ванадий содержащих продуктов, золота, горнохимического и нерудного индустриального сырья, драгоценных и поделочных камней (таблица).

Основу современной горной промышленности составляет угледобывающая отрасль. В планах развития народного хозяйства Китая первоочередное внимание уделяется увеличению добычи энергетического сырья (угля, природного газа и нефти). Предусматривается также увеличение масштабов добычи руд чёрных и цветных металлов. Для реализации этих планов в КНР на правах министерства создана Корпорация китайской промышленности цветных металлов, в состав которой вошли 819 предприятий, 12 компаний по строительству предприятий цветных металлов, 8 проектно-конструкторских институтов и 3 геологоразведочные компании. Сфера деятельности Корпорации — от освоения природных ресурсов до создания производств по их переработке.

Практически все месторождения железных руд, а также половина месторождений руд цветных металлов разрабатываются открытым способом.

Мощность большинства карьеров свыше 1 млн. т руды в год, самых крупных — до 7 млн. т. Наибольшая глубина карьеров около 270 м. Более половины россыпей разрабатывается открытым способом, преимущественно с применением средств гидромеханизации (в том числе золотые россыпи — драгами). Шахты обычно небольшой производственной мощности.

Китай — крупный экспортер и импортер минерального сырья. На рубеже XX-XXI вв. объем экспорта отрасли ежегодно составляет 11 млрд долл. США, импорта — 27 млрд дол. Китай ввозит железную и марганцевую руды, медь, никель, золото, серебро, алюминий (Ван, 2012).

Экологические проблемы горнодобывающей промышленности. Добыча, первичная переработка (обогащение) и даже геологическая разведка полезных ископаемых — сложные производственные процессы, большинство из которых сопряжено с созданием угроз окружающей среде и природным экосистемам, многие опасны для здоровья населения. К таким территориям относятся такие старые горнопромышленные регионы Китая, как в Датун, Ань Шань, Паньчжихуа и т.д.

Экологическая ситуация в Китае в настоящее время настолько тяжелая, что является угрозой не только здоровью населения и сохранению природного баланса, но и затрагивает вопросы внутриаполитической стабильности и международных отношений. В стране катастрофически ухудшается состояние почв, рек, озер, морей, сокращаются площади лесов и зеленых насаждений, падает качество и сокращаются запасы питьевой воды.

Около 80% тепловых электростанций Китая работают на угле. Он-то и является главным источником загрязнения воздуха в стране и выводит ее в лидеры среди основных виновников глобального потепления на планете.

Минеральное сырье	Добыча минерального сырья в 2010 и 2011 годах, тыс. т.	
	2010 г.	2011 г.
Медный концентрат	588,5	564,7
Сырая медь	983,4	1 082,2
Алюминий	2 827,7	3 424,6
Глинозем	4 326,8	4 729,1
Свинец	1 033,5	1 171,6
Свинцовый концентрат	569,6	599,2
Цинк	1 919,3	2 078,5
Цинковый концентрат	1 710,2	1 572, 1
Никель	50,9	49,5
Никелевый концентрат	51,1	51,5
Олово	110,4	91,6
Оловянный концентрат	97,1	78,8
Сурьма	106,4	134,0
Сурьмяный концентрат	98,6	92,4
Магний	138,8	186,0
Асбест	314,6	300,0
Гипс	31 605,8	32 876,4
Графит	1 650,0	1 600,0
Графит чешуйчатый	280,0	250,0
Тальк	1 900	2 000
Каолинит	2 950	3 100
Волластонит	268,0	270,0
Уголь	999 170	1089670

Кроме того, помимо выбросов диоксида углерода, КНР занимает лидирующие позиции по выбросам из угольных шахт биогенного метана. Модернизация экономики – увеличение числа заводов и фабрик, а также строительных площадок требует постоянного наращивания производства электроэнергии. Чтобы удовлетворить постоянные потребности в ней, в следующие несколько лет планируется открыть более 500 новых ТЭЦ.

Сокращение запасов и ухудшение качества воды – другая серьезная экологическая проблема Китая, в котором сильно загрязнены 75% рек и озер и 90% подземных вод. Вода многих рек настолько токсична, что не пригодна даже для полива. Помимо этого сброс промышленных сточных вод сделал воду в реках Китая непригодной для питья и разведения рыбы. Во многих городах подземные воды загрязнены фенолами, цианидами, ртутными, мышьяковыми соединениями. Загрязнению подверглись и акватории морей, в которые попадают нефть, тяжелые металлы и другие вредные вещества.

Только в Янцзы сливаются миллиарды тонн неочищенных сточных вод от горнодобывающей промышленности. Кроме того, происходит высыхание озер и рек, а из-за чрезвычайно

большого потребления подземных грунтовых вод десятки городов проседают. Под многими городами Китая, даже такими крупными как Пекин, Шанхай, Тяньцзинь, Ханьчжоу, Сиань, образовались самые крупные в мире подземные воронки. Некоторые здания уходят под землю, на других появляются трещины, разрушаются мосты, железные дороги.

Другим фактором, сыгравшим пагубную роль в состоянии почв в Китае стали резко увеличившаяся потребность в мясе и шерсти и выпас огромных стад скота. Это в свою очередь привело к уничтожению верхнего слоя почвы, ее разрыхлению и превращению в пыль и песок. Только на территорию г. Пекина ежегодно наносится полмиллиона тонн песка. За последние годы несколько тысяч поселений поглощены пустыней. Опустынивание земель приводит к другой проблеме – учащению пыльных бурь. Десятки миллионов тонн пыли и сажки ежегодно уносятся воздушными потоками в другие страны. Степень загрязнения и состояние почвы в Китае являются государственной тайной. Правительство Китая многие годы отрицало сильную загрязненность воды и воздуха и признало лишь недавно, когда серьезность ситуации стала абсолютно очевидной для всех. В отличие от воды и воздуха, критическое качество которых легко определить уже даже без специальных анализов, степень промышленного загрязнения и состояние почвы нуждается в специальных исследованиях, которые власти отказываются обнародовать.

Охрана окружающей среды в горнодобывающей промышленности Китая. В 90-е годы и государственные, и местные власти Китая стали принимать более действенные меры по охране природной среды. Через два года после Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро, на которой была принята широко известная «Повестка дня на XXI век», в Китае была опубликована «Повестка для Китая на XXI век». Этот документ, намечающий постепенный переход страны к устойчивому развитию, составлен на перспективу до 2010 и даже 2020 г.

В конце 90-х годов XX в стране имелось более 2000 станций контроля за состоянием окружающей среды, насчитывалось 800 охраняемых природных территорий (из которых более 100 — государственного значения) общей площадью 73 млн га, что составляет 7,2% территории страны. Продолжались активные работы по лесоразведению, в результате которых лесистость страны к 2015 г. должна возрасти до 18%. После наводнения 1998 г. на значительной территории (включая всю провинцию Сычуань) была запрещена вырубка деревьев (Дин, 2011).

Ван Жуфэй. Экологические проблемы в мире и экологическая дипломатия Китая в XXI веке // Экология Китая. Сычуаньский университет. – 2012. № 3. С. 156–158.

Лин Цзиньгуан. Экологическая дипломатия Китая: достижение и проблемы // Социальная наука Ганьсу. Циндаоский университет. 2011. № 7. С. 168–170.

Ю. А. Гледко, Е. И. Стома

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

ДИНАМИКА УРОВЕННОГО РЕЖИМА ПОДЗЕМНЫХ ВОД МИНСКОГО РАЙОНА

Главной целью исследования режима подземных вод является оценка влияния техногенеза на природную геологическую среду и экологическую обстановку в городах. Наблюдения ведутся комплексно: за уровнями, за

температурой и химическим составом подземных вод, а также за водоотбором. Задачи изучения режима подземных вод в районах городов со временем возрастают и усложняются, что определяется сочетанием многочисленных искусственных факторов, воздействующих на подземные воды. Необходимость изучения уровня режима подземных вод обусловлена тем, что уровни имеют особое значение при определении минимальных, средних и максимальных мощностей водоносных горизонтов и связанных с ними величин максимально возможных положений уровня воды; оценке размеров естественного питания водоносного горизонта по сезонам года и т.д.

В настоящее время в пределах Минского района мониторинг подземных вод в естественных условиях осуществляется на 7 гидрогеологических постах (39 наблюдаемых скважин): Лесной, Логойский, Сенищенский, Вилейский, Дзержинский, Минский, Капустинский.

Для анализа динамики уровня режима подземных вод в естественных условиях был рассмотрен Минский г/г пост, который в настоящее время включает 5 действующих скважин, оборудованных на сожский надморенный флювиогляциальный и сожский моренный водоносные горизонты. По данным скважин № 312, № 313, № 343, № 344 построены графики многолетнего изменения уровней подземных вод в глубинах от поверхности земли.

В целом динамика уровней в пределах рассмотренных скважин идентична. Так, в январе 1977, феврале 1987, январе 1992 во всех скважинах наблюдались значительные понижения уровней, а в январе 1975, мае 1982, апреле 1999 – резкое повышение уровней подземных вод. Максимальная амплитуда колебаний уровней отмечена для скв.343 (2,4 м) а минимальная – для скв.312 (1,01 м). Главной причиной резкого изменения уровней на всех скважинах одновременно является климатические изменения, которые отмечались на территории Минского района в различные периоды времени. геологии»)

Одним из главных факторов, оказывающих влияние на динамику уровня подземных вод в течение года, являются атмосферные осадки. Проанализировав полученные графики зависимостей уровня грунтовых вод от количества осадков, следует отметить, что для рассмотренных скважин не прослеживается прямая зависимость изменения уровней от количества атмосферных осадков, что объясняется тем, что кроме осадков на режим грунтовых вод большое влияние оказывают и другие метеорологические элементы ([испарение](#), [температура](#) и т.д.).

Кроме этого, на графиках отображена сезонная динамика уровня подземных вод (особенно ярко это выражено в пределах скв. 344). Так, отмечается предвесенний минимум, весенний максимум, летне-осенний минимум, осенний максимум. В скв. 344 и скв. 343 более четко прослеживается весенний и осенний максимумы, летний и зимний минимумы, что связано в первую очередь с тем, что скв. 343 и скв. 344 пробурены до горизонта *fIIsz*, в то время как скв. 312 и скв. 313 – до горизонта *gIIsz*.

В естественной гидродинамической обстановке любой водоносный горизонт является сбалансированной системой. При эксплуатации водоносного горизонта в его водном балансе появляется дополнительная расходная статья – водоотбор, вызывающая изменения величин приходной и расходной частей водного баланса. Эти изменения происходят по определенным закономерностям, которые обусловлены климатическими и гидрогеологическими условиями и зависят от гидродинамических характеристик водозаборных сооружений и временных факторов.

Эксплуатация подземных вод, а также режимные наблюдения в пределах Минского района осуществляются на групповых действующих водозаборах: «Новинки», «Боровляны», «Водопой Северный», «Водопой Южный», «Волма», «Дражня», «Зеленовка», «Петровщина», «Острова», «Вицковщина», «Фелицианово», «Зеленый Бор».

Для анализа многолетнего режима уровня подземных вод в районе водозаборов Минского района были построены графики изменения уровней за период 1996-2012 гг. для эксплуатируемых горизонтов: водоносный сожский надморенный флювиогляциальный горизонт (*fIIsz*), водоносный днепровский-сожский водно-ледниковый комплекс (*f,IglId-sz*), водоносный валдайский терригенный комплекс (*Vvd*).

Так, максимальная амплитуда колебаний уровней воды в горизонте *fIIsz* в исследуемых скважинах составляет 8,07 м (водозабор «Зеленовка» скв.184), а минимальная – 0,91 м (водозабор «Фелицианово» скв.255). Эксплуатируемый *f,IglId-sz* комплекс за анализируемый период выделяется характерными подъемами и спадами (годовые амплитуды колебаний уровней в пределах 1,54-9,55 м). В эксплуатируемом *Vvd* комплексе уровни подземных вод на протяжении последних лет ежегодно повышаются (в среднем уровень поднялся на 2 м), что вызвано сокращением водоотбора.

В сезонных колебаниях уровней подземных вод на водозаборах Минского района за 2012 г. амплитуда колебаний вод *f,IglId-sz* комплекса изменяется от 0,34 до 1,2 м, *fIIsz* – от 0,34 до 1,31 м.

Таким образом, в многолетней и сезонной динамике изменения уровня подземных вод прослеживается ряд закономерностей, которые являются различными для нарушенных и естественных условий формирования уровня подземных вод. Какие-либо несоответствия с этими закономерностями можно объяснить изменением климатических показателей, а также увеличением или уменьшением водоотбора. Уровень подземных вод понижается при увеличении водоотбора и наоборот повышается при уменьшении водоотбора. В последние годы водоотбор постепенно уменьшается, поэтому уровни соответственно поднимаются. Уменьшение водоотбора связано с сокращением использования подземных вод на производственные нужды, ростом приборного учета использования воды в жилом секторе г. Минска и усилением позитивных тенденций водосбережения в отрасли жилищно-коммунального хозяйства.

Е. Ю. Глоба, В. Ю. Каплунов

ООО «Экология и инновационные технологии», Москва, Россия

ДЕАТЕХНОГЕНЕЗАЦИЯ УГЛЕПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ

Ликвидация шахт осуществлялась в основном методом затопления по программе реструктуризации угольной промышленности (начата в 1993г.). К настоящему времени они полностью закрыты, в основном завершены работы по ликвидации горных выработок и ведутся работы по устранению ранее накопленных негативных экологических последствий на 188 шахтах.

На основе утвержденных 118 проектов ликвидации 203 технических единиц разрабатываются, утверждаются и реализуются рабочие проекты.

Анализ складывающейся экологической ситуации свидетельствует о неоднозначности влияния ранее накопленных антропогенных отходов на среду районов в процессе массового закрытия угледобывающих предприятий.

Поэтому, представляются актуальными исследования и методические рекомендации, связанные комплексными оценками техногенного влияния отвалов на состояние окружающей среды по всем угольным регионам России. Только после этого возможно научно обоснованно разработать и предложить эффективные меры по детехногензации отвалов и санации территорий в угольных бассейнах и регионах.

К моменту закрытия шахт не было выполнено необходимых и достаточных работ по локализации, нейтрализации и ликвидации экологических нарушений и трансформаций для обеспечения норм и требований согласно Федерального закона об охране окружающей среды.

Именно из-за оставленных к моменту закрытия шахт остаточных антропогенных объемов и объектов (в том числе химически активных), активировались техногенные реакции. Такие реакции оказались возможными, в основном, вследствие проницаемости породных массивов и изменения характера нагрузок на компоненты природной среды.

По ряду причин, закрытие шахт и разрезов методом затопления сопровождается возникновением нетипичных проявлений и процессов в природно-техногенной среде, которых не было в период эксплуатации угольных месторождений.

Проблемные направления обусловлены факторами негативного воздействия на природную среду [Батугин И.М., 2012., Игошин В.М., 2007., Каплунов В.Ю., 2011.].

При многообразии факторов влияния на компоненты окружающей природной среды, основные отрицательные проявления обусловлены техногенезом отвалообразования и динамикой трансформаций отвалов.

На момент начала реструктуризации ежегодное образование твердых отходов добычи и переработки угля (сланца) составляло порядка 900 млн.м³ (рис.№1).

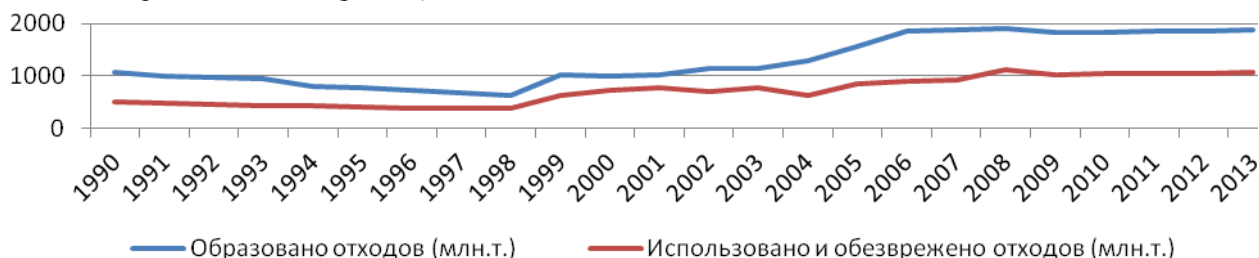


Рисунок 1 Диаграмма образования и использования отходов

Большую часть из этого объема составляли вскрышные (вмещающие) породы. Использовалось только около 440 млн.м³. При этом наибольшие объемы вскрышных пород и отходов обогащения образовывались на предприятиях Кузбасса — 46% от общеотраслевого показателя [Каплунов В.Ю., 2010].

По нашим оценкам, к настоящему времени накоплено и заскладировано в отвалы порядка 15 млрд. тонн твердых отходов.

Результаты предварительного исследования состояния объектов (прямой и косвенный учет), анализ основных показателей характеризующих их негативные воздействия на окружающую среду позволили сделать вывод о наибольшем техногенезе от породных масс отвалов (терриконики) [Каплунов В.Ю., 2009].

По результатам поискового исследования сотрудниками ООО «ЭкоИнТех» был выделен и систематизирован комплекс задач, требующих рассмотрения и решения по проблеме деатехногензации отвалов и прилегающий к ним среды в районе ликвидированных шахт (рис. №2).

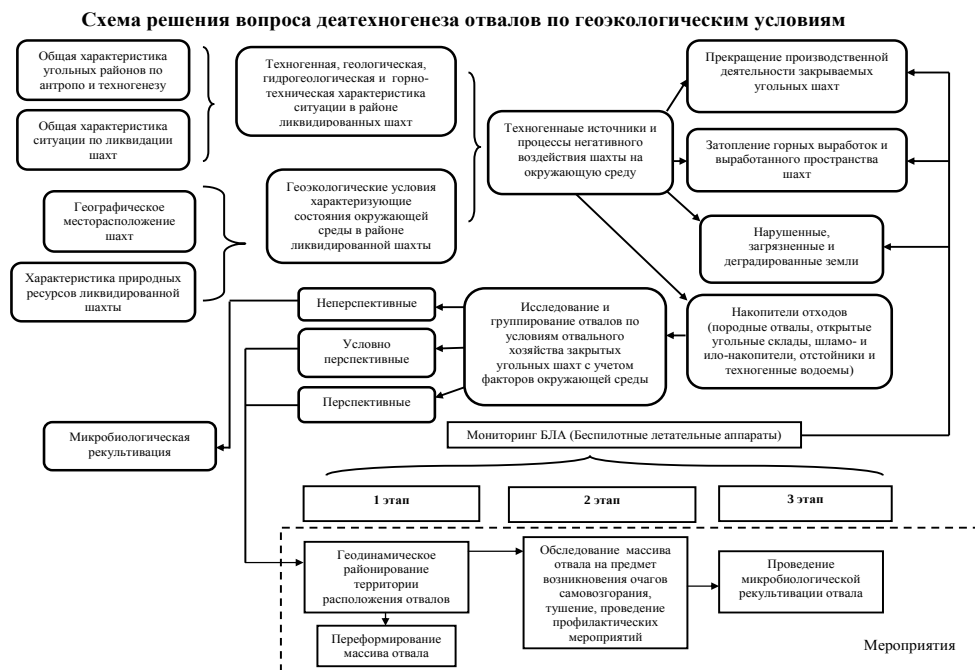


Рисунок 2 Схема решения вопроса деатехногензации отвалов

Проведенный анализ по систематизации имеющихся научно-исследовательских материалов по актуальным направлениям деатехногензации позволил определить наличие разработок по важным вопросам, таким как [Каплунов Ю.В., 2010, Красавина А.П., 2010, Навитный А.М., 2011.].

- современные способы и приёмы профилактики самовозгорания отвалов (позволят сократить время и затраты на разработку проектов по формированию и тушению породных отвалов);
- выбор решений по обеспечению эффективной рекультивации отвалов;
- приемы, способы, средства механизации, при разработке технологических схем формирования и тушения отвалов;
- новым способом и направлениям утилизации и переработке отходов;
- мониторинг с помощью беспилотных летательных аппаратов (БЛА).

В результате ранжирования имеющихся отечественных нормативно-методических и исследовательских разработок для угольной отрасли оказалось возможным определить ту часть из них, которую можно рассматривать в качестве актуальной для использования при разработке темы [Попов В.Н.2001].

В заключении хочется отметить необходимость актуальных исследований и методических рекомендаций, связанных с комплексными оценками антропо- и техногенного влияния отвалов на состояние окружающей среды по всем угольным регионам России. Только после этого возможно научно обоснованно разработать и предложить эффективные меры по деатехногенезации отвалов и санации территорий в угольных бассейнах и регионах.

Батугин И.М., Батугин А.С., Фусинь Ю., Каплунов В.Ю., Вопросы геодинамической и геоэкологической безопасности при ликвидации горных предприятий // Мониторинг. Наука и Технологии – 2012. 2(4)
 Игошин В.М., Каплунов В.Ю. Об отходах угольной отрасли, проблемах их утилизации, складирования, формирования пожаробезопасных отвалов, тушения и рекультивации. М., ЦНИЭИуголь, 2007. -16 с
 Каплунов В.Ю. Методические принципы организации работ по геоэкологической и эколого-экономической оценке ситуации в угольных (сланцевых) регионах закрытия нерентабельных шахт (разрезов), а также результатов наблюдений, проводимых центрами экологического мониторинга (ан примере закрываемых шахт в районе Ленинградского месторождения горючих сланцев) г. Сланцы – 2009.
 Каплунов В.Ю. Мониторинг очагов горения угленосных отвалов // Мониторинг. Наука и Технологии – 2010. 4(2)
 Каплунов В.Ю. Об актуальности деатехногенезации отвалов в угледобывающих регионах России // Мониторинг. Наука и Технологии – 2011. 2(6)
 Каплунов Ю.В., Лиманский А.В., Булаева Н.М. Разработка методической основы формирования актуальной базы данных экологического мониторинга среды ликвидируемых шахт угольных регионов России // Мониторинг. Наука и Технологии – 2010. 4(1)
 Красавина А.П., Навитного А.В., Каплунова Ю.В.// автор.колл-тив: А.А. Харионовский, В.Н. Васева, В.Ю.Каплунов и др Экологический мониторинг при ликвидации шахт и разрезов /- под общей редакцией. –Пермь МНИИЭКО ТЭК, 2010.-315 с..
 Навитный А.М., Каплунов Ю.В. О состоянии и задачах мониторинга окружающей среды в районах ликвидации шахт // Мониторинг. Наука и Технологии – 2011. 3(1).
 Попов В.Н., Харионовский А.А., Каплунов Ю.В. /В сб. Экологические проблемы при ликвидации шахт и разрезов. – Пермь: ФГУП МНИИЭКО ТЭК, 2001.- С.18-26

Г. П. Евграшкина, А. И. Гежний, А. Ю. Омельчук

Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара, г. Днепропетровск, Украина

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Западный Донбасс – мощный горнодобывающий регион Украины. Основные запасы угля находятся в долине реки Самары, земли которой заселены, покрыты лесом и распаханы. Добыча угля сопровождается интенсивным водоотливом шахтных вод повышенной минерализации, которые аккумулируются в прудах-накопителях, построенных без экранизации днищ. Предложенные как радикальное средство охраны почв, поверхностных и подземных вод, в настоящее время они являются источниками их загрязнения. На земельных угодьях, прилегающих к прудам, происходит заболачивание и засоление почвенного слоя. Часть земель, пригодных для сельскохозяйственного использования уже засыпана шахтными отвалами, площадь которых постоянно увеличивается. Они служат дополнительным источником засоления почв и загрязнения подземных вод.

Породы всех отвалов Западного Донбасса однотипны по химическому составу и состоят из глинистых минералов, окислов и гидроокисей кремния. Их отличительной особенностью является высокое содержание токсичных водно-растворимых солей. Из сопоставления химического состава и других показателей различных типов почв с аналогичными характеристиками породных отвалов сделан вывод, что они непригодны для сельскохозяйственного использования без рекультивации. В отличие от почв, в их составе, в частности, отсутствует азот, присутствуют сернистые соединения в избыточных количествах, и емкость поглощения незначительна. Кроме того все отвальные породы в разной степени засолены, их засоленность меняется в диапазоне 0,4 – 2,1 %. Из катионов в отвалах преобладает натрий, затем идут кальций и магний, из анионов присутствуют сульфаты и хлориды, гидрокарбонаты находятся в незначительном количестве. Тип засоления – сульфатный.

В настоящее время в Западном Донбассе выделяют следующие 4 типа отвалов: отсыпанные без рекультивации, рекультивированные в условиях богарного земледелия, рекультивированный с систематическим орошением шахтными водами слабоминерализованной части сброса с внесением мелиорантов согласно расчету, и при естественном зарастании дикими растениями с минимальной транспирацией. Для выбора и научного обоснования оптимального способа рекультивации в геоэкологическом и экономическом аспектах разработаны многовариантные математические модели вертикального солепереноса для каждого типа выделенных отвалов. Они построены на основе теории физико-химической гидродинамики пористых сред, согласно которой процессы переноса вещества в растворенном виде описываются уравнениями движения и сохранения его массы. В основу всех моделей положены аналитические и численные решения уравнения

$$D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - V \frac{\partial C}{\partial x} = m \frac{\partial C}{\partial t}, \quad (1)$$

где D – коэффициент гидродисперсии, комплексный обобщенный параметр, количественно учитывающий все факторы рассеивания солей в отвальных породах, сопутствующие вертикальному влагопереносу, м²/сут;

C – засоленность отвальных пород, в % плотности сухого грунта;

V – скорость вертикального влагопереноса в отвале, м/сут;

m – объемная влажность отсыпанных на поверхности отвальных пород, доли единицы;

x – пространственная координата, м;

t – временная координата, сут. Начало координат выбираем на поверхности отвала.

Первая часть исследований – решение обратной задачи по определению миграционных параметров V и D – коэффициентов уравнения (1). Скорость вертикального влагопереноса V оценивается как разность между водопоступлением на поверхность отвала (осадки плюс орошение) и суммарное водопотребление (физическое испарение через поверхность почвы плюс транспирация). Для отвалов, отсыпанных без рекультивации в формуле

определения скорости вертикального влагопереноса составляющие «орошение» и «транспирация» отсутствуют. Коэффициент гидродисперсии D в зависимости от количества исходной информации определяется из аналитических (Веригин Н.Н., 1977; Аверьянов С.Ф., 1978) и численных (Евграфкина Г.П., 2003) решений.

При известной засолённости в двух точках отвала, расположенных на расстоянии ΔZ друг от друга

$$D = \frac{V \Delta Z}{2 \ln \frac{C_1}{C_2}} \quad (2)$$

Если содержание растворимых солей определено в трех точках исследуемого профиля

$$D = \frac{V \Delta Z}{\ln(C-1)}, \quad C = \frac{C_1 - C_2}{C_2 - C_3} \text{ или } C = \frac{C_1 - C_3}{C_2 - C_3} \quad (3)$$

При известных содержаниях солей на два момента времени решается уравнение (1) в конечно-разностной форме относительно параметра D

$$D \left(\frac{C_1 - C_2 + C_3}{(\Delta Z)^2} \right) - V \frac{C_1 - C_2}{\Delta Z} = m \frac{C_2 - C_3}{\Delta t}, \quad (4)$$

$$D \left(m \frac{C_2 - C_3}{\Delta t} + V \frac{C_1 - C_2}{\Delta Z} \right) / \frac{C_1 - C_2 + C_3}{(\Delta Z)^2}, \quad (5)$$

Миграция солей в шахтных породах во времени для нерекультивированных отвалов

Срок прогноза, годы	Исходное засоление, %						
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
	Мощность зоны рассоления x , м						
5	0,35	0,19	0,1	0,07	0,06	0,05	0,04
10	0,6	0,4	0,3	0,2	0,15	0,1	0,09
15	0,8	0,6	0,4	0,3	0,25	0,22	0,21
20	1,0	0,7	0,57	0,50	0,45	0,39	0,34
25	1,2	0,83	0,78	0,70	0,65	0,62	0,59
30	1,4	1,0	0,9	0,8	0,7	0,68	0,62

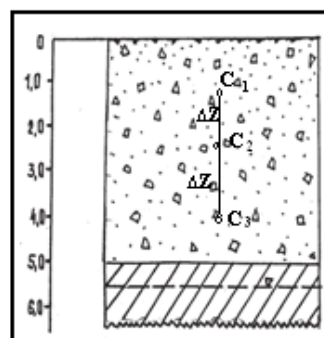


Схема необходимого нерекультивированного отвала

В уравнении (2) – (5) приняты следующие обозначения

C_1, C_2, C_3 – засоленность отвальных пород в расчетных точках 1, 2, 3, %

ΔZ – расстояние между расчетными точками, м;

τ – временной индекс предыдущего момента времени отбора образца;

$\tau+1$ – временной индекс последующего момента времени отбора образца;

Остальные значения приведены выше.

После определения миграционных параметров решается прямая прогнозная задача массопереноса, результаты которой характеризуют изменение засоленности во времени всех элементов рекультивированного отвала – собственно отвала, насыпных суглинков и почв. На нерекультивированных шахтных отвалах (рисунок) происходит медленный вынос солей в нижележащие горизонты и подземные воды (таблица)

Для отвалов богарного земледелия характерно соленакопление в насыпных слоях. При систематическом орошении можно выбрать на модели оптимальный режим водоподачи. При выращивании диких растений следует создавать биоценозы с минимальной транспирацией. Результаты исследований вертикального солепереноса на математических моделях всех видов шахтных отвалов позволяют сделать вывод, что геологическое строение долины реки Самары в Западном Донбассе благоприятно для рекультивации отвальных пород с систематическим орошением на фоне горизонтального дренажа, обеспечивающего промывной режим влагопереноса.

Аверьянов С.Ф. Борьба с засолением орошаемых земель М.: Колос, 1978. 288 с.

Веригин Н.Н., Васильев С.В., Шержуков Б.С. Гидродинамические и физико-химические свойства горных пород. М.: Недра, 1977. 271 с.

Евграфкина Г.П. Влияние горнодобывающей промышленности на гидрогеологические и почвенно-мелиоративные условия территорий. Днепропетровск: Монолит, 2003. 200с.

В. Л. Ильченко, *С. Г. Медведева

ГИ КНЦ РАН, Анапты, Россия, * МГУ им М.В.Ломоносова, Москва, Россия

ГЕОЭКОЛОГИЯ И ДИНАМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ЗЕМЛИ

Комфортное существование людей [Трофимов, 2008] в геодинамически нестабильном пространстве требует надёжного прогноза катастрофических явлений: землетрясений, цунами и др. До недавнего времени большинство прогнозов оправдывалось не более чем на 40-50%, причём сами прогнозы имели краткосрочный (от 0.5 ч до суток) характер, не дающий возможности избежать не только значительного материального ущерба, но и человеческих жертв. Такое положение обусловлено недостатком понимания эволюционных процессов и знаний о природе явлений. Рассмотрение динамики развития системы «планета Земля – биота» в иерархии более высокой степени

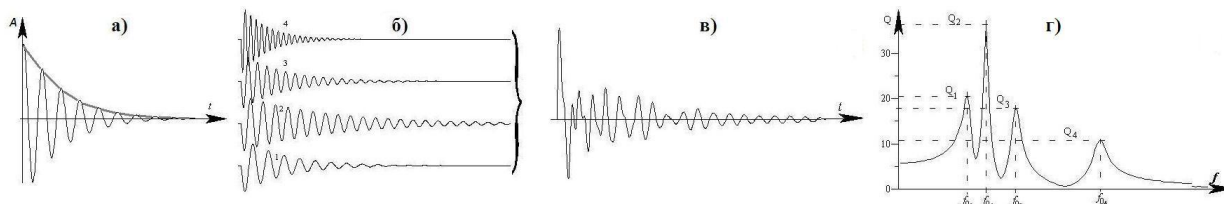
«Земля – Космос» и в четырёх измерениях (время) позволяет повысить точность и долговременность сейсмического прогноза.

Эволюция Земли полистадийна: её основа сформирована в результате столкновения планетозималей, а затем, неоднократно обновлялась атаками метеоритов [Рандини, 2004]; Луна появилась ≈ 4.5 млрд лет назад [Сорохтин, 2002] и её гравитация вызвала на Земле волну твёрдого прилива с захватом контроля над земным полем напряжений [Ильченко, 2013] в волнообразно-пульсирующем ритме [Зубков, 2013], из-за чего планетное тело подверглось расслоению с обособлением системы вложенных «геосфер». Сейчас лунная гравитация служит главным источником сейсмогенной энергии и участвует как триггер в большинстве землетрясений [Триггерные..., 2010].

Все известные аналоги приливной волны получают энергию от внешних источников: например, волна цунами возникает от сильных землетрясений в океанической коре, а «канальная волна» (солитон Рассела) – от «накачки» энергии в турбулентную зону перед форштевнем идущего судна [Филиппов, 1990]; т.е. приливная волна – солитон. Приливная энергия создаёт условия для «жизни» динамических систем самоорганизованной критичности (СК) [Бак, 2013], а также «обновляет» существующие в породах трещины (мешает им «зарастать»). Планетная система трещин иерархична: самые крупные из них ограничивают размер земной поверхности (океанические рифты), а самые мелкие – сопоставимы с размерами элементарных ячеек в кристаллических решётках порообразующих минералов [Аптуков, 2013].

Приливный импульс создаёт в породном блоке колебание, затухающее в пульсационном ритме по экспоненте (в экстремумах амплитуды, рис.1а).

Породные блоки имеют форму многогранников с собственной объёмной симметрией, что и определяет структуру их колебательной системы: при наличии трёх пар параллельных граней (как прямоугольный параллелепипед) возникает трёхмерное (длина, ширина, высота) поле стоячих волн, которые затухают во времени (4-е измерение); процесс затухания поля из 4-х стоячих волн (рис.1б) иллюстрирует пульсацию плотности породы в составе геоблока (время начинает пульсировать с приближением системы к скорости света). Геофизическая аппаратура воспринимает это колебание как сложный сигнал (рис.1в), все компоненты которого легко выявляются в его спектре (рис.1г).



Графики из «Спектральной сейсморазведки» А.Г.Гликмана.

Стоячая волна в породном блоке затухает аналогично звуку в натянутой струне, где от удара возникает стоячая волна с пучностью, равной длине струны и парой неподвижных узловых точек на концах. С расходом энергии, на струне возникает узел, который делит её пополам, а звуковую волну – на две полуволны (моды); на этих половинках возникают новые узлы (и т.д.), причём между узлами всегда находится целое число полуволн ($\lambda/2$): $\lambda_n = \lambda/2^n$ (λ_n – длина n -й моды, λ – длина струны; моды одного акта затухания дают геометрическую прогрессию [Пономарёв, 1989]: расход затухания энергии *квантован*. По мере затухания, породное пространство заполняет множество узлов, к которым колебаниями отнесется часть напряжений из пучностей и порода в узле превращается в точечный концентратор упругой энергии. Эти узлы формируют ряды, сетки и структуру волнового поля [Ильченко, 2013], поддерживающую «критичность» системы СК до её внезапного каскадного разрушения (в т.ч. – с тектоническим расслоением земной коры и т.д.).

При изучении физических свойств верхней коры установлен механизм тектонического расслоения её пород: $M_n = M/2^n$ (M_n – мощность n -го элемента расслоения, $M = M_0$ – мощность земной коры) [Ильченко, 2013].

Посредством механизма тектонического расслоения вполне адекватно объясняется наблюдаемый «эффект квантования» системы нарушенных зон вокруг горных выработок на большой глубине, открытый новосибирскими геологами [Опарин, 2011]: согласно А.Г.Гликману, породные тела способны превращаться в колебательные системы с динамикой стоячей волны, причём конфигурация этих систем определяется формой тела. Колебания массива с горной выработкой квадратного сечения вызывают в породах на её контуре систему стоячих волн с длиной $\lambda_{ct}=1$ (сторона контура) и $\lambda_d=2^{1/2}$ (диагональ), а напряжённое состояние контурных пород попадает под волновой контроль с развитием фрактальной системы зон нарушений вокруг горной выработки, причём контурная составляющая ведёт себя более агрессивно и, в итоге, достигает земной поверхности (провальная тектоника) с выходом глубинных флюидов на земную поверхность, что может нанести непоправимый ущерб природной экологической системе [Ильченко, Медведева, 2013].

Ретроспективный прогноз по методу Любушина для Великого Японского землетрясения ($M=9$) 11.03.2011 г. имел поправку – «первые месяцы» [Левин, 2011]. Можно уточнить поправку, используя постоянство заряда приливной энергии – единственный подающийся учёту фактор, который позволяет точно определить период её накопления в породах сейсмического очага; предыдущее сильное событие ($M=8.3$) 25.09.2003 г. в этом же районе примем за точку отсчёта. Между этими двумя событиями прошло 2725 суток и, т.ч. на Земле наблюдается 2 прилива в сутки, то за 2725 суток земная оболочка получила $2n=5450$ «зарядов» гравитационной энергии [Ильченко*, 2013].

Динамику сейсмичности на Земле описывает степенной закон Рихтера-Гутенберга; разложим количество приливов между упомянутыми событиями в степенной ряд $5450=2^{26}+2^{25}+2^{24}+2^{23}+2^{22}+2^{21}+2^{20} - 12$, откуда следует, что наш *новый ретропрогноз сбился с «опозданием» на 12 приливов (6 суток)*; эта величина определяет *порядок поправочного коэффициента: $\pm\phi$* .

Свойства степенных рядов используются в математической статистике случайных процессов [Горобец, 2013]. Землетрясение считается случайным из-за трудности учёта факторов в его подготовке. Известно: старший член в степенном ряду всегда на 1 больше суммы всех остальных членов этого ряда: $2^2=4$, $2^0+2^1=3$ (а 1 – это вершина в «треугольнике Паскаля» [Горобец, 2013]). В то же время, каждый член степенного ряда – это старший член в другом ряду (и 2^{20}), содержащий ту же единицу; их сумму используем в формуле поправочного коэффициента: $\pm\phi_n=2(n+1)$, где n – количество членов в ряду. Подставив в формулу известное значение ($n=7$),

получим поправку $\pm\phi_n=16$ приливов (или 8 суток), сильно уточнив «ретропрогноз» Любушина [Левин, 2011]; эта поправка позволяет оценить силу «ретропрогнозного» события ($M=9.0$), для чего «идеально» подходит формула: $M=(\phi_n+2)/2$.

Волнообразно-пульсирующий ритм геодинамической эволюции (и всех динамических систем СК) – характерен для многих физических процессов и, т.о., корректное применение предложенной трактовки причин и динамики явлений позволяет существенно облегчить прогноз землетрясений и цунами, а также решать многие другие жизненно важные геодинамические проблемы, связанные, например, с экологическими рисками и разработкой глубинных месторождений полезных ископаемых.

И нужно помнить, что все физические процессы на Земле протекают во вселенском гравитационном поле и недоучет этого фактора часто ведёт к ошибочным моделям и прогнозам опасных или катастрофических явлений. По-видимому, изложенные здесь факты представляют практический интерес для сейсмологов и, возможно, что в большей степени, для решения проблем в области экологической и инженерной геологии.

Аптуков В.Н., Митин В.Ю. Сравнительные характеристики изрезанности рельефа поверхности зёрен сильвина, шпатовой соли и карналлита в нанодиапазоне. //ФТПРПИ. 2013. №1. С.51-60.

Бак П. Как работает Природа: Теория самоорганизованной критичности. Перевод с англ. / Вступ. слово Г.Г.Малинецкого. - М.: УРСС: Кн. Дом «ЛИБРОКОМ». 2013. - 276 с. (Синергетика: от прошлого к будущему. №66).

Барсуков О.А. Основы физики атомного ядра. Ядерные технологии. – ФИЗМАТЛИТ. 2011. - 560 с.

Гликман А.Г. Теория и практика спектральной сейсморазведки. // Адрес в Интернете: <http://www.newgeophys.spb.ru/ru/book2/>

Горобец В.С. Теория вероятностей, математическая статистика и элементы случайных процессов: упрощённый курс / Предисл. А.А.Рухадзе. Изд. 2-е, доп. и перераб. М.: Книжный Дом «ЛИБРОКОМ». 2013. - 232 с.

Горяинов П.М., Давиденко И.В. Тектоно-кессонный эффект в массивах горных пород и рудных месторождений – важное явление геодинамики //ДАН СССР. 1979. Т.247. №5. С. 1212-1215.

Зубков А.В. Периодическое расширение и сжатие Земли как вероятный механизм природных катаклизмов. // Литосфера. 2013. №2. С.145-156.

Ильченко В. Приливные волны и динамическая эволюция Земли. - Саарбрюккен. LAMBERT Academic Publishing. 2013. 292 с.

Ильченко В.Л., Медведева С.Г. О посттехногенных нарушениях в массиве горных пород // Геозкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2013. №5. С.454-458.

Ильченко* В.Л. Квантомеханические эффекты в геодинамике. // Математические исследования в естественных науках. Тр. IX Всероссийской научной школы. Апатиты. Геологический институт Кольского НЦ РАН, Кольское отделение РМО, 10-11 октября 2013 г. / Ред. Ю.Л. Войтеховский. - Апатиты: Изд-во К & М, 2013. С. 131-134.

Кольская сверхглубокая. Научные результаты и опыт исследования. /Гл. ред.: В.П.Орлов, Н.П.Лавёров. - М.: МФ "Технонефтегаз". 1998. - 260 с.

Левин Б.В. и др. Великое Японское землетрясение. //Природа. 2011. №10. С.14-22.

Опарин В.Н., Тапсиев А.П., Чанышев А.И. Первая Китайско-Российская научная конференция «Нелинейные геомеханико-геодинамические процессы при отработке полезных ископаемых на больших глубинах». ФТПРПИ, №3, 2011, с.111-115.

Пономарёв Л.И. Под знаком кванта. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. - 368 с.: ил.

Ранчин Ж. Космос. Сверхновый атлас Вселенной /Пер. с англ. Г.Семёновой. - М.: Изд-во Эксмо, 2004. - 216 с., илл.

Сорохтин О.Г., Ушаков С.А. Развитие Земли. М.: Изд. МГУ, 2002. 506 с.

Триггерные эффекты в геосистемах (Москва, 22-24 июня 2010 года): Матер. Всероссийского семинара-совещания. /Ин-т динамики геосфер РАН; под ред. В.В.Адушкина, Г.Г.Кочаряна. - М.: ГЕОС. 2010. - 348 с.

Трофимов В.Т., Харькина М.А., Григорьева И.Ю. Экологическая геодинамика. - М.: КДУ. 2008. 473 с.

Филиппов А.Т. Многоликий солитон. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: «Наука». Гл. ред. физ.-мат. лит. 1990. 288 с. - (Б-чка «Квант», вып.48).

¹С. А. Лаптёнок, ¹В. А. Левданская, ¹А. Мехдизадех Муждехи, ²Е. М. Минченко,
³И. В. Лазар, ³М. А. Дубина

¹ – Белорусский национальный технический университет, ² – Государственное учреждение образования «Институт непрерывного образования» БГУ, ³ – Международный государственный экологический университет им. А.Д. Сахарова, г. Минск, Беларусь

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ В ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭПИДЕМИОЛОГИИ

Значения коэффициентов корреляции отражают степень приближения связи между показателями к функциональной. Поскольку показатели численности населения и количества случаев заболевания логически связаны (чем больше населения, тем больше заболевших), корреляционные связи между ними должны быть достаточно тесными. Следовательно, уменьшение значений коэффициентов корреляции для указанных показателей может свидетельствовать о нарушении естественной связи между ними.

Исходя из вышеизложенного, в ходе исследования производился расчет коэффициентов корреляции численности населения Воложинского и Столбцовского районов с количеством случаев заболевания злокачественными новообразованиями по Пирсону, Кэндаллу и Спирмэну. В таблицах 2–8 представлены результаты расчетов для всех населенных пунктов как в целом, так и по категориям.

Следует отметить, что как для всех категорий населенных пунктов в целом, так и для категорий 102, 200, 202 и 300 наблюдается снижение значений коэффициентов ранговой корреляции (по Кэндаллу и Спирмэну) (табл. 2, 4, 6 – 8), причем в ряде случаев значительное (табл. 2, 4, 6), в период с 01.07.1984 по 31.12.2003 гг. Кроме того, для категорий населенных пунктов 102, 202 и 300 наблюдается устойчивая тенденция к снижению значений коэффициентов ранговой корреляции в течение всего периода наблюдения (табл. 4, 7, 8). Данные факты могут свидетельствовать об определенном влиянии на формирование уровня заболеваемости фактора загрязнения территорий радионуклидами ¹³⁷Cs (нарушение естественной связи между численностью населения и количеством случаев заболевания наблюдается в период, включающий период радионуклидного загрязнения территории в результате аварии на ЧАЭС; устойчивое снижение значений коэффициентов корреляции между этими показателями в течение всего периода наблюдения характерно для категорий населенных пунктов, подвергшихся загрязнению радионуклидами). Следует отметить также, что практически все зоны, загрязненные радионуклидами, на исследуемой территории Воложинского и Столбцовского районов расположены в пределах или в непосредственной близости от линеаментов литосферы [2]. Таким образом, имеют место признаки определенного воздействия на уровень заболеваемости населения злокачественными новообразованиями, наряду с антропогенным фактором радионуклидного загрязнения, комплекса природных геофизических факторов, действующих в зонах линеаментов литосферы.

Распределение значений коэффициентов корреляции Пирсона по категориям населенных пунктов и по периодам наблюдения демонстрирует тенденции, сходные с распределением коэффициентов ранговой корреляции, но с преобладанием отрицательных значений. Очевидно, это связано с тем, что распределение показателей, для которых производились расчеты, не соответствует нормальному закону. Населенные пункты, включенные в исследование, в подавляющем большинстве являются населенными пунктами сельского типа с малочисленным населением, исключение составляют два города, поселок городского типа и несколько крупных сел, так что

распределение их по численности населения не может быть нормальным. При малой численности населения случаи заболевания злокачественными новообразованиями являются достаточно редкими и также не могут быть распределены по нормальному закону. Исходя из вышеизложенного, применимость и достоверность метода расчета коэффициента корреляции по Пирсону в данном случае в значительной степени ограничены.

Условные обозначения, используемые в таблицах 2–8

Обозначение	Содержание
Pearson	результаты оценки корреляции по Пирсону
Kendall	результаты оценки корреляции по Кендаллу
Spearman	результаты оценки корреляции по Спирмэну
r	значение коэффициента корреляции
N	количество населенных пунктов
P	уровень значимости коэффициента корреляции
Σ	за весь период наблюдения (1953-2003)
«1959»	01.01.1953 – 31.12.1964
«1970»	01.01.1965 – 31.12.1974
«1979»	01.01.1975 – 30.06.1984
«1989»	01.07.1984 – 30.06.1994
«1999»	01.07.1994 – 31.12.2003
«101»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной над Украинско-Балтийским линейным элементом, не загрязненной радионуклидами ¹³⁷ Cs
«102»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной над Украинско-Балтийским линейным элементом, загрязненной радионуклидами ¹³⁷ Cs
«111»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной над разломами, образующими Украинско-Балтийский линейный элемент, не загрязненной радионуклидами ¹³⁷ Cs
«112»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной над разломами, образующими Украинско-Балтийский линейный элемент, загрязненной радионуклидами ¹³⁷ Cs
«200»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной вне Украинско-Балтийского линейного элемента, не загрязненной радионуклидами ¹³⁷ Cs
«202»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной вне Украинско-Балтийского линейного элемента, загрязненной радионуклидами ¹³⁷ Cs
«300»	Населенные пункты, входящие в «Перечень населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения», утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 132 от 01.02.2010 г.

Уровни корреляции общего количества случаев заболевания с численностью населения по всем населенным пунктам

	Pearson			Kendall			Spearman		
	r	N	P	r	N	P	r	N	P
«1959»	0.027	241	–	0.195	241	0.01	0.256	241	0.01
«1970»	0.009	620	–	0.225	620	0.01	0.313	620	0.01
«1979»	-0.021	614	–	0.194	614	0.01	0.304	614	0.01
«1989»	-0.045	601	–	-0.033	601	–	-0.012	601	–
«1999»	-0.053	595	–	-0.072	595	0.01	-0.051	595	–
Σ	-0.001	602	–	0.008	602	–	0.019	602	–

Уровни корреляции общего количества случаев заболевания с численностью населения населенным пунктам категории 101

	Pearson			Kendall			Spearman		
	r	N	P	r	N	P	r	N	P
«1959»	0.077	24	–	0.225	24	–	0.281	24	–
«1970»	-0.048	55	–	0.176	55	–	0.250	55	–
«1979»	-0.041	55	–	0.110	55	–	0.189	55	–
«1989»	-0.070	53	–	0.019	53	–	0.076	53	–
«1999»	-0.093	53	–	-0.162	53	–	-0.122	53	–
Σ	-0.070	53	–	-0.050	53	–	-0.065	53	–

Уровни корреляции общего количества случаев заболевания с численностью населения населенным пунктам категории 102

	Pearson			Kendall			Spearman		
	r	N	P	r	N	P	r	N	P
«1959»	0.198	14	–	0.314	14	–	0.386	14	–
«1970»	-0.08	54	–	0.064	54	–	0.087	54	–
«1979»	-0.078	54	–	0.253	54	0.01	0.337	54	0.05
«1989»	-0.156	53	–	0.038	53	–	0.096	53	–
«1999»	-0.001	52	–	0.138	52	–	0.222	52	–
Σ	-0.004	53	–	0.146	53	–	0.234	53	–

Уровни корреляции общего количества случаев заболевания с численностью населения населенным пунктам категории 111

	Pearson			Kendall			Spearman		
	r	N	P	r	N	P	r	N	P
«1959»	–	–	–	–	–	–	–	–	–
«1970»	0.197	19	–	0.339	19	–	0.448	19	–
«1979»	0.589	19	0.01	0.508	19	0.01	0.642	19	0.01
«1989»	0.196	19	–	0.157	19	–	0.270	19	–
«1999»	-0.345	18	–	-0.356	18	0.05	-0.455	18	–
Σ	0.208	19	–	0.178	19	–	0.269	19	–

Уровни корреляции общего количества случаев заболевания с численностью населения населенным пунктам категории 200

	Pearson			Kendall			Spearman		
	r	N	P	r	N	P	r	N	P
«1959»	0.020	200	–	0.189	200	0.01	0.248	200	0.01
«1970»	0.013	451	–	0.245	451	0.01	0.336	451	0.01
«1979»	-0.021	445	–	0.176	445	0.01	0.287	445	0.01
«1989»	-0.055	439	–	-0.065	439	0.05	-0.066	439	–
«1999»	-0.053	436	–	-0.086	436	0.01	-0.075	436	–
Σ	0.002	439	–	-0.004	439	–	-0.002	439	–

Уровни корреляции общего количества случаев заболевания с численностью населения населенным пунктам категории 202

	Pearson			Kendall			Spearman		
	r	N	P	r	N	P	r	N	P
«1959»	–	–	–	–	–	–	–	–	–
«1970»	0.254	36	–	0.255	36	–	0.313	36	–
«1979»	-0.080	36	–	0.222	36	–	0.285	36	–
«1989»	-0.126	32	–	0.163	32	–	0.250	32	–
«1999»	-0.142	31	–	0.069	31	–	0.145	31	–
Σ	-0.133	33	–	0.019	33	–	0.020	33	–

Уровни корреляции общего количества случаев заболевания с численностью населения населенным пунктам категории 300

	Pearson			Kendall			Spearman		
	r	N	P	r	N	P	r	N	P
«1959»	–	–	–	–	–	–	–	–	–
«1970»	0.107	46	–	0.264	46	0.05	0.357	46	0.05
«1979»	-0.059	46	–	0.160	46	–	0.272	46	–
«1989»	-0.110	46	–	0.143	46	–	0.235	46	–
«1999»	-0.131	46	–	-0.106	46	–	-0.085	46	–
Σ	0.018	46	–	0.084	46	–	0.123	46	–

1. Бубнов, В.П. Решение задач экологического менеджмента с использованием методологии системного анализа / Бубнов, В.П., Дорожко, С.В., Лаптенюк, С.А. // – Минск: БНТУ, 2009, – 266 с.
2. Лаптенюк, С.А. Системный анализ геоэкологических данных в целях митигации чрезвычайных ситуаций – Минск: БНТУ, 2013, – 287 с.

¹С.А. Лаптенюк, ¹Г.И. Морзак, ¹С.А. Хорева, ¹Л.Н.Гордеева, ²Е.М. Минченко, ³А.В. Осипов

¹ – Белорусский национальный технический университет, ² – Государственное учреждение образования «Институт непрерывного образования» БГУ, ³ – Государственное производственное объединение по топливу и газификации «БЕЛТОПГАЗ», г. Минск, Беларусь

ВЛИЯНИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА СТРУКТУРУ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ

Таблица 1.

Распределение случаев заболевания злокачественными новообразованиями населения Воложинского и Столбцовского районов за период с 01.01.1953 г. по 31.12.2003 г.

Категория	Количество случаев
Территория Воложинского района	3549
Территория Столбцовского района	3183
Территории над разломами литосферы, не загрязненные радионуклидами ¹³⁷ Cs	154
Территории над разломами литосферы, загрязненные радионуклидами ¹³⁷ Cs	8
Территория над Украинско-Балтийским, линейamentом (далее УБЛ), не загрязненная радионуклидами ¹³⁷ Cs	358
Территория над УБЛ, загрязненная радионуклидами ¹³⁷ Cs	664
Территория над локальным линейamentом, загрязненная радионуклидами ¹³⁷ Cs	129
Территории вне линейamentов, не загрязненные радионуклидами	5267
Населенные пункты, расположенные на территориях, загрязненных радионуклидами ¹³⁷ Cs по данным на 01.01.2011г.	377
Период с 01.01.1953 г. по 31.12.1964 г.	56
Период с 01.01.1965 г. по 31.12.1974 г.	179
Период с 01.01.1975 г. по 30.06.1984 г.	405
Период с 01.07.1984 г. по 30.06.1994 г.	2918
Период с 01.07.1994 г. по 31.12.2003 г.	3172

Таблица 3

Структура заболеваемости злокачественными новообразованиями Воложинского и Столбцовского районов за период с 01.01.1953 по 31.12.2003 г. (классификация МКБ-9)

Структура заболеваемости населения Воложинского и Столбцовского районов за период с 01.01.1953 г. по 31.12.2003 г.

Локализация	Воложинский район		Столбцовский район		Все случаи заболевания	
	к-во	%	к-во	%	к-во	%
Органы полости рта, ЛОР	215	6.06	169	5.31	384	5.70
Система пищеварения	112	31.59	897	28.18	2018	29.98
Системы кровообращения и дыхания	606	17.08	506	15.90	1112	16.52
Костно-мышечная система	35	0.99	40	1.26	75	1.11
Кожа, грудная железа	288	8.11	362	11.37	650	9.66
Молочная железа	218	6.14	230	7.23	448	6.65
Половые органы	527	14.85	504	15.83	1031	15.31
Выделительная система	195	5.49	173	5.44	368	5.47
Нервная система	59	1.66	40	1.26	99	1.47
Эндокринная система	42	1.18	35	1.10	77	1.14
Другие локализации	54	1.52	35	1.10	89	1.32
Лимфатическая система	65	1.83	73	2.29	138	2.05
Кровь, иммунная система	124	3.49	119	3.74	243	3.61

Локализация (код МКБ-9)	Воложинский район		Столбцовский район		Все случаи заболевания	
	к-во	%	к-во	%	к-во	%
140	83	2.33	80	2.51	163	2.42
141	29	0.82	21	0.66	50	0.74
142	6	0.17	7	0.22	13	0.19
143	1	0.03	4	0.13	5	0.07
144	23	0.65	14	0.44	37	0.55
145	12	0.34	9	0.28	21	0.31
146	23	0.65	4	0.13	27	0.40
147	5	0.14	4	0.13	9	0.13
148	23	0.65	19	0.60	42	0.62
149	3	0.09	5	0.16	8	0.12
150	66	1.86	41	1.29	107	1.59
151	596	16.79	456	14.33	1052	15.62
152	2	0.06	3	0.09	5	0.07
153	126	3.55	115	3.61	241	3.58
154	171	4.82	122	3.83	293	4.35
155	44	1.24	54	1.70	98	1.46
156	9	0.25	15	0.47	24	0.36
157	82	2.31	72	2.26	154	2.29
158	9	0.25	15	0.47	24	0.36
159	16	0.45	4	0.13	20	0.30
160	7	0.20	2	0.06	9	0.13
161	97	2.73	82	2.58	179	2.66
162	497	14.00	415	13.04	912	13.55
163	10	0.28	2	0.06	12	0.18
164	2	0.06	7	0.22	9	0.13
170	15	0.42	20	0.63	35	0.52
171	20	0.56	20	0.63	40	0.59
172	30	0.85	31	0.97	61	0.91
173	254	7.16	330	10.37	584	8.67
174	218	6.14	230	7.23	448	6.65
175	4	0.11	1	0.03	5	0.07
179	5	0.14	8	0.25	13	0.19
180	130	3.66	140	4.40	270	4.01
181	1	0.03	4	0.13	5	0.07
182	117	3.30	118	3.71	235	3.49
183	104	2.93	85	2.67	189	2.81
184	22	0.62	26	0.82	48	0.71
185	135	3.80	110	3.46	245	3.64
186	5	0.14	10	0.31	15	0.22
187	8	0.23	3	0.09	11	0.16
188	114	3.21	97	3.05	211	3.13
189	81	2.28	76	2.39	157	2.33
190	19	0.54	10	0.31	29	0.43
191	36	1.01	27	0.85	63	0.94
192	4	0.11	3	0.09	7	0.10
193	41	1.16	33	1.04	74	1.10
194	1	0.03	2	0.06	3	0.04

Среди населения, проживавшего на территории Воложинского и Столбцовского районов Минской области, за период с 01.01.1953 г. по 31.12.2003 г. зарегистрировано 6732 случая заболевания злокачественными новообразованиями различной локализации [2-5].

Распределение случаев заболевания по различным категориям представлено в таблице 1. В целях повышения статистической достоверности результатов обработки целесообразно объединение данных, относящихся к территории Воложинского и Столбцовского районов в единый массив. Данная операция не представляет собой сложности.

Поскольку представленные в таблицах 2 и 3 структуры могут быть определены как объекты со значительным количеством сопоставимых характеристик, их сравнение было осуществлено с использованием критерия подобия [1]. Сравнение проводилось по 13 (локализация по системам организма) и по 61 (локализация по международному классификатору болезней МКБ-9) сопоставимым характеристикам. В первом случае значение критерия G оказалось равным 0.1260, во втором – 0.1839. В обоих случаях значения критерия не превышают критического значения, равного 0.3, следовательно, структуры заболеваемости для Воложинского и Столбцовского районов являются идентичными. Таким образом, в дальнейшем можно рассматривать единую структуру заболеваемости для всей исследуемой территории с делением в соответствии с категоризацией, что обеспечит повышение статистической достоверности результатов анализа.

Аналогичный подход использовался при сопоставлении структур заболеваемости для населенных пунктов различных категорий в течение различных периодов (табл. 1).

Анализируя структуры заболеваемости для населенных пунктов различных категорий в течение различных периодов следует отметить, что степень подобия структур заболеваемости в населенных пунктах с различными геологическими условиями (расположение над разломами, над линейamentами, вне линейamentов) в целом выше, чем в населенных пунктах с различными радиоэкологическими условиями (расположенными в зонах с загрязнением и без загрязнения ¹³⁷Cs).

Сопоставление структур заболеваемости в целом по ансамблю, относящихся к каждому из периодов, позволяет сделать вывод, что

Локализация (код МКБ-9)	Воложинский район		Столбцовский район		Все случаи заболевания	
	к-во	%	к-во	%	к-во	%
195	3	0.08	7	0.22	10	0.15
196	5	0.14	2	0.06	7	0.10
197	10	0.28	5	0.16	15	0.22
198	24	0.68	12	0.38	36	0.53
199	17	0.48	11	0.35	28	0.42
200	25	0.70	23	0.72	48	0.71
201	23	0.65	34	1.07	57	0.85
202	12	0.34	14	0.44	26	0.39
203	13	0.37	19	0.60	32	0.48
204	64	1.80	56	1.76	120	1.78
205	33	0.93	32	1.01	65	0.97
206	3	0.08	1	0.03	4	0.06
207	4	0.11	7	0.22	11	0.16
208	7	0.20	4	0.13	11	0.16

наибольшее изменение структуры заболеваемости наблюдалось в период с 01.07.1984 г. по 31.12.2003 г., причем особо можно выделить период с 01.07.1984 г по 30.06 1994 г., значительная часть которого совпадает с периодом наивысшей активности ¹³⁷Cs, сформировавшего загрязнение значительной части территории Воложинского и Столбцовского районов в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

Таким образом, можно заключить, что фактор загрязнения территории радионуклидами ¹³⁷Cs оказывает влияние на заболеваемость населения злокачественными новообразованиями, в определенной степени изменяя ее структуру по локализациям. Изменений структуры заболеваемости под влиянием геофизических факторов, действующих в зонах линейментов литосферы, в результате анализа имеющихся данных не выявлено.

1. Бубнов, В.П. Решение задач экологического менеджмента с использованием методологии системного анализа / Бубнов, В.П., Дорожко, С.В., Лаптенюк, С.А. // – Минск: БНТУ, 2009, – 266 с.
2. Лаптенюк С.А. Применение пространственных операций при первичной обработке геоэкологических данных / Медико-биологические аспекты аварии на ЧАЭС, 2010, №1-2, – С. 29-34.
3. С.А. Лаптенюк, Н.А. Корбут Предварительный анализ геоэкологических данных средствами геоинформационных систем / Проблемы создания информационных технологий Сборник научных трудов, Выпуск 20, – М.: МАИТ, 2011, – С. 67-71
4. С.А. Лаптенюк, И.В. Лазар Интерполирование данных при анализе процессов, характеризующихся дефицитом информации / Вопросы организации и информатизации здравоохранения, 2011, №2, – С. 48-52.
5. С.А. Лаптенюк Первичная интерпретация характеристик преобразования данных при анализе динамических процессов / Вопросы организации и информатизации здравоохранения, 2011, №3, – С. 71-75.
6. Лаптенюк, С.А. Системный анализ геоэкологических данных в целях митигации чрезвычайных ситуаций / С.А. Лаптенюк, – Минск: БНТУ, 2013, –287 с.

С. И. Кузьмин

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА КАК СРЕДСТВО ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Введение. Мониторинг подземных вод в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (НСМОС РБ) проводится в соответствии с Законом Республики Беларусь от 26 ноября 1992 г. «Об охране окружающей среды» (с изменениями и дополнениями). Согласно действующему в стране законодательству система мониторинга представляет собой регулярные наблюдения за состоянием подземных вод по гидрогеологическим, гидрохимическим и иным показателям, оценки и прогноза его изменения в целях своевременного выявления негативных процессов, предотвращения их вредных последствий и определения эффективности мероприятий, направленных на рациональное использование и охрану подземных вод. При этом объектами наблюдения при проведении мониторинга подземных вод являются грунтовые и артезианские подземные воды, как в естественных условиях, так и в районах расположения выявленных или потенциальных источников их загрязнения. Наблюдения за состоянием подземных вод в естественных условиях осуществляют организации, находящиеся в ведении Минприроды Республики Беларусь, в районах расположения потенциальных источников их загрязнения — юридические лица, осуществляющие хозяйственную и иную деятельность, которая оказывает вредное воздействие на окружающую среду.

Постановка проблемы. Данные мониторинга подземных вод в составе НСМОС, предназначены, прежде всего, органам государственного управления для реализации в стране эффективной политики управления водохозяйственной деятельностью (деятельностью граждан и юридических лиц, связанной с использованием, восстановлением и охраной водных ресурсов). При этом одной из основных целей такой политики является обеспечение граждан страны качественной питьевой водой и сведение к минимуму негативных последствий загрязнения воды на здоровье человека и окружающую среду, а также обеспечение рационального использования ресурсов подземных вод. В этой связи система мониторинга подземных вод должна включать в себя четко определенную организационную структуру, в том числе подотчетность одному центральному органу, отвечающему за координацию наблюдений, учет запасов подземных вод и их качество, выдачу разрешений на их использование, охрану вод. Результаты анализа сложившейся системы мониторинга подземных вод указывают на то, что данный подход реализован не в полной мере.

Методика исследований. Анализ сложившейся в стране системы управления и охраны подземных вод, а также анализ решаемых в этом контексте задач системы мониторинга подземных вод, основывались на результатах SWOT-анализа. Суть SWOT-анализа заключалась в выявлении сильных (S) и слабых (W) факторов в анализируемых системах относительно достижения конечных целей рассматриваемой проблемы, а также на результатах анализа возможностей (O) и угроз (T) совершенствования сложившихся систем управления и мониторинга подземных вод.

Исходной информацией для оценки состояния качества подземных вод за период наблюдений в составе НСМОС служили данные из базы данных Главного информационно-аналитического Центра НСМОС (База данных комплексной экологической информации НСМОС [Электронный ресурс] – Минск. РУП «Бел НИЦ «Экология», 2013), опубликованные материалы (Березко О.А. и др. в «Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь...» Минск. 2013), результаты полевых исследований автора в период 2004-2012 гг. в районах расположения отдельных источников загрязнения подземных вод, а также первичные данные из базы данных информационно-аналитического центра локального мониторинга в составе НСМОС (База данных локального мониторинга... [Электронный ресурс] – Минск. РУП «Бел НИЦ «Экология», 2013), которые предоставляют юридические лица, включенные в перечень объектов, на которых в обязательном порядке осуществляется локальный мониторинг подземных вод.

Для оценки состояния подземных вод в районах размещения и влияния отдельных (более 200) предприятий (наблюдения осуществляются с 2005 г.) использовались данные фоновых скважин, а также установленные для хозяйственно-питьевого водоснабжения ГН 2.1.5.10-21-2003 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».

Основные результаты. Данные мониторинга подземных вод в составе НСМОС позволяют, в той или иной мере, получать ответы на вопросы изменения уровня и качества подземных вод в естественных и измененных деятельностью человека условиях, выявлять негативные изменения в состоянии подземных вод на пунктах мониторинга и экстраполировать эти оценки на другие территории. Эти данные практически не сопоставляются с оценкой количества подземных вод (т.е. с ресурсами и запасами подземных вод, объемами их изъятия и регулирования заборов воды), и, в еще большей мере, с оценкой влияния качества подземных вод на качество питьевой воды и заболеваемость населения. Можно сделать предположение о том, что такие взаимосвязи не анализируются по причине относительно устойчивого благоприятного состояния (ресурсов и качества) подземных вод. Относительно благоприятное состояние подземных вод подтверждается результатами длительного периода наблюдений в составе НСМОС:

- качество грунтовых и артезианских вод по содержанию в них основных макро- и микрокомпонентов в основном соответствует установленным требованиям СанПиН 10-124 РБ 99 (в среднем каждый год порядка 90% отобранных проб грунтовых и артезианских вод соответствуют установленным требованиям). Исключением является повышенное содержание в воде железа (до 10 ПДК и выше) и марганца и пониженное содержание фтора (в среднем по республике, как в грунтовых, так и артезианских водах - 0,2 мг/дм³), йода, окисляемости перманганатной, обусловленные влиянием естественных (природных) факторов;

- относительно отдельных лет лишь изредка наблюдается незначительное увеличение/уменьшение в грунтовых водах (на отдельных пунктах) концентраций нитратов. В то же время в артезианских водах значительных изменений не выявлено;

- на г/г постах, в отдельных скважинах, расположенных вблизи сельхозугодий, животноводческих ферм периодически фиксируется локальное загрязнение подземных вод, причем в наибольшей степени это загрязнение проявляется в повышенном содержании в подземных водах нитрат-ионов;

- физические свойства подземных вод речных бассейнов соответствуют установленным нормативам: величина водородного показателя изменяется в диапазоне от 6,2 до 8,8 ед., температурный режим чаще всего изменяется в пределах от 5 до 9 °С (при средней величине - 7,4 °С);

- изменение гидродинамического режима подземных вод в естественных и слабонарушенных условиях во многом оппелеляется метеорологическими факторами (количеством атмосферных осадков и температурой воздуха). Сезонные изменения уровней подземных вод сопоставимы со спелнемноглетними сезонными значениями. Соответственно сезонам весеннего и осеннего питания в годовом ходе уровней грунтовых и артезианских вод отмечаются подъемы, сменяемые спадами. Колебания уровней артезианских вод практически повторяют колебания уровней грунтовых вод;

- состояние подземных вод в районах размещения потенциальных источников их загрязнения по большинству контролируемых показателей так же соответствует (без учета повышенного содержания марганца и железа, обусловленного, как считается, в основном, высоким природным фоном) установленным нормативам (доля проб с превышениями составляет около 10 %). В то же время в районах влияния исследуемых объектов превышения фиксируются практически на всех (к примеру, в 2012 г. на 94%, т.е. на 200 из 212) объектах. Чаще всего превышения характерны для соединений азота, уровня общей минерализации, а также для тяжелых металлов. В сравнении с предыдущими годами растет доля превышений по уровню общей минерализации;

- основными объектами загрязнения подземных вод являются захоронения пестицидов: объекты промышленных отходов, в том числе от объектов металлургии, машиностроения и металлообработки: земельные участки ополнения: поля фильтрации: иловые площадки, полигоны ТКО, ТПО и токсичных отходов, не относящиеся к объектам промышленности. К примеру, на отдельных объектах в 2012 г. максимальные значения концентраций азота аммонийного достигали 69,9 ПДК (КПУП «Борисовводоканал»), азота аммонийного - 87,5 ПДК (УП ЖКХ Поставского района), азота нитратного - 35,6 ПДК (КЖУП «Светочь»), свинца - 17,3 ПДК (УП «Жилтеплосервис» КХ, г. М. Горка), меди - 12,0 ПДК (КЖУП «Светочь»), концентраций нефтепродуктов - 1484,7 ПДК (ОАО «Борисовский шпалопроточный завод»), общая минерализация (по сухому остатку) - 195,0 ПДК (РУП «ПО «Беларуськалий»), а на КПУП «Борисовводоканал» концентрации азота аммонийного в течение 2005-2012 гг. изменялись в пределах от 5,0 до 210,0 ПДК (*Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2012 // [Электронный ресурс], - Минск. РУП «Бел НИЦ «Экология», 2013).*

Выводы. Результаты выполненного исследования указывают на то, что сложившаяся система мониторинга подземных вод в составе НСМОС позволяет оценить изменение уровня и качества подземных вод в естественных и измененных деятельностью человека условиях, выявить негативные изменения в состоянии подземных вод на пунктах мониторинга и экстраполировать эти результаты на другие территории. В то же время анализируемая система не сопоставляет данные мониторинга относительно количества подземных вод (т.е. относительно ресурсов и запасов подземных вод, объемов забора воды из подземной гидросферы), и, в еще большей мере, относительно влияния качества подземных вод на качество питьевой воды и заболеваемость населения. В равной мере это относится к интеграции системы мониторинга относительно увязки гидрологических сценариев с климатическими изменениями и адаптацией к последствиям изменения климата. Все это указывает на необходимость совершенствования системы мониторинга подземных вод (как и всей программы НСМОС) с разработкой реалистичной поэтапной программы проведения наблюдений, учитывая технические и экономические условия.

База данных локального мониторинга в рамках информационной системы Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь [Электронный ресурс] – Минск. РУП «Бел НИЦ «Экология», 2013. – Электрон. опт. диск (CD-ROM); Березко О.А., Буйневич О.А., Васнева О.В., Ганич В.А., Колесник М.Д., Собачевская Ю.Г., Черевач Е.М., Алешко А.А. // Мониторинг подземных вод. С 107 - 138 // Научное издание «Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2012» [Электронный ресурс]. Электронные, текстовые данные. (173 Мб), - Минск. РУП «Бел НИЦ «Экология», 2013; Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2012 // Под общей редакцией С. И. Кузьмина. [Электронный ресурс]. Электронные, текстовые, графические данные. (173 Мб), - Минск. РУП «Бел НИЦ «Экология», 2013.

СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ РЕК И ОЗЁР РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В 2011—2013 гг. коллективом исследователей под научным руководством автора данной статьи было выполнено изучение закономерностей химического загрязнения донных отложений рек и озёр Беларуси промышленными производствами различных типов. Подводя итог этапу выполненной работы, необходимо отметить следующее [2—11, 13—19].

Для рек Беларуси характерны существенные естественные вариации состава аллювия и современных донных отложений, что проявляется в различиях соотношения разных гранулометрических и минералогических фракций, содержания макро- и микроэлементов и других показателей. На состав отложений значительное влияние оказывают геохимические обстановки аллювиального литогенеза, гипергенное минералообразование и прочие факторы, что в итоге проявляется в формировании разных литогеохимических фаций аллювия.

При отборе проб донных отложений в целях контроля химического загрязнения донных отложений рек и озёр в зонах влияния промышленных производств, а так же на фоновых территориях необходимы унификация, единообразие отбора представительных проб, которые должны быть суммарными и, по возможности, включать в свой состав субфациальные образования — современные наилки. С этой целью были разработаны «Методические указания по контролю химического загрязнения донных отложений рек и озёр в зонах влияния основных промышленных производств Республики Беларусь» (2013).

Геохимические исследования, проведённые на отдельных стационарных участках, показали проявление следующей тенденции — валовое содержание Mn, Ni, Cr и Co в современных отложениях малых и средних рек Беларуси на фоновых и вне урбанизированных территориях уменьшается в направлении от верховья к низовью, что связано с увеличением степени выноса данных элементов из аллювия в результате его гипергенного изменения (исследования Д. Л. Творовича-Севрука).

Наблюдения за годовой динамикой переноса химических элементов в составе взвешенного вещества в водах двух сопряжённых водных объектов, сформировавшихся под действием различных преобладающих факторов (биолитогенный, биогенный) в условиях слабо выраженного агротехногенеза, организованные на геохимическом стационаре «агрогородок Дараганово», показали что при переходе к биолитогенному (р. Птичь) фактору формирования речных вод происходит увеличение средней концентрации большинства изученных металлов в 1,4—1,8 раза. Для интерпретации годового изменения содержания металлов во взвешенном состоянии в речных водах должны использоваться различные сочетания нескольких основных моделей, учитывающих действие важнейших природных факторов в различное время года. Так, для рек с водами биолитогенного фактора формирования это увеличение мутности в весенний период, рост интенсивности процессов выветривания и биогенных процессов в летний период, изменение гидродинамического режима в зимний период; для рек с водами биогенного фактора формирования — рост интенсивности биогенных процессов в летнее время. Установлено существенное влияние преобладающего фактора формирования речных вод на статистические взаимосвязи между концентрациями отдельных элементов-металлов во взвешенном состоянии.

Изучено валовое содержание 10 микроэлементов (Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zr, Ba, Pb) в различных типах сапропелей Беларуси. Всего проанализировано 590 проб, отобранных в 256 озёрах. На основе факторного и кластерного анализа выявлены природные ассоциации химических элементов в различных типах сапропелей. Установлена связь аномальных концентраций ряда элементов в кремнезёмистых сапропелях с отдельными участками Северной геохимической провинции покровных отложений Беларуси (главным образом, Россонский, Полоцкий, Ушачский, Чашникский и Браславский административные районы).

Анализ содержания ряда токсичных металлов (Hg, As, Cd, Sn и др.) в 59 пробах сапропелей, отобранных в 12 различных районах Беларуси, показал, что техногенная поставка данных элементов в обследованные озёрные водоёмы в настоящее время незначительна.

Детальные эколого-геохимические исследования, выполненные применительно к речной сети гг. Бобруйск, Полоцк, Минск, а так же на Осиповичском водохранилище, свидетельствуют о том, что при аккумуляции металлов-загрязнителей в донных отложениях большую роль играют водность реки (малый водоток, главная река), а так же содержание органического вещества и наличие фактора бытового загрязнения. Установлено существенное снижение уровня загрязнения донных отложений Осиповичского водохранилища и р. Свислочь рядом основных металлов-загрязнителей по сравнению с концом 1980-х—началом 1990-х гг. (в 10 раз).

Показана возможность использования отношений Cr/Fe, Ni/Fe, Mn/Fe, Co/Fe для более точной оценки степени техногенного загрязнения донных отложений данными элементами. Предложен следующий методический приём: исключать из рассмотрения пробы, содержащие органическое вещество в количестве более 10 %; для оставшихся в выборке проб рассчитывать величину отношения Cr/Fe и Ni/Fe ($r/10\ 000\ r$), используемую при оценке загрязнения (фактически выделяются образцы донных отложений с преимущественным действием щелочного гидролитического механизма аккумуляции Cr и Ni). Для Mn и Co этого делать не следует, так как нормализованные по Fe содержания этих элементов от фактора органического вещества не зависят.

На примере изучения водоёмов г. Гомеля выявлена тенденция к комплексному загрязнению поверхностных водных объектов за счёт наложения факторов стоков, бытового загрязнения и аэрогенного поступления металлов (исследования Т. В. Макаренко).

С учётом результатов предварительных исследований, выполнена оценка техногенного загрязнения современных донных отложений в 30 населённых пунктах Республики Беларусь, характеризующихся сочетанием промышленных предприятий различных типов и рядом расположенных речных систем (малые, средние, крупные реки).

Полученные нами данные существенно отличаются от результатов аналогичных исследований, проведённых в 1980-х гг. Ю. Е. Саетом с соавторами в г. Москве, Московской обл. и других регионах [1]. По-видимому, это объясняется: заметным улучшением качества очистки сточных вод промышленности, происшедшим за минувшие 30 лет; меньшей техногенной нагрузкой на водотоки в Беларуси за счёт меньшего количества предприятий (что проявляется также и в более узком спектре металлов-загрязнителей); а также тем, что в наших исследованиях мы последовательно старались при отборе проб по возможности максимально отделить влияние промышленных предприятий от общего влияния стоков городских ЖКХ.

При рассмотрении широкого спектра химических элементов, содержащихся в донных отложениях Беларуси, установлено, что превышения ПДК (ОДК) для почв [12] в настоящее время характерны, главным образом, для Сг, Ni, Cu и Pb, причём превышения для Cu и Pb наиболее вероятны. Превышения указанных ПДК (ОДК) данных элементов типичны для предприятий разных отраслей промышленности, однако наиболее выражены применительно к машиностроению, приборостроению и ремонту техники.

В ходе выполнения НИР была разработана структура базы геохимических данных и выполнена её актуализация. В 2014—2015 гг. запланировано провести наполнение базы информации о современном загрязнении рек и озёр Беларуси на основе изучения донных отложений репрезентативных участков.

1. Геохимия окружающей среды / Ю. Е. Сает, Б. А. Ревич, Е. П. Янин и др. М.: Недра, 1990. 335 с.
2. Лукашёв, О. В. Эколого-геохимическое состояние поверхностных вод и речных отложений на территории Березинского биосферного заповедника / О. В. Лукашёв, В. М. Натаров, В. В. Савченко и др. // Природопользование. 2009. № 15. С. 79—87.
3. Лукашёв, О. В. Геохимическое изучение природных сред на территории Березинского биосферного заповедника / О. В. Лукашёв, В. М. Натаров, В. В. Савченко и др. // Геохимия четвертичных отложений Беларуси: Матер. Междунар. науч. конф., посвящ. 80-й годовщ. со дня рожд. члена-корр. НАН Беларуси, д-ра геол.-минер. наук Владилена Александровича Кузнецова, Минск, 31 марта—1 апр. 2011 г. Минск: Право и экономика, 2011. С. 49—53.
4. Лукашёв, О. В. Оптимизация сети фоновых комплексного экологического мониторинга Березинского биосферного заповедника / О. В. Лукашёв, В. М. Натаров // Почвенно-земельные ресурсы: оценка, устойчивое использование, геоинформационное обеспечение: Матер. Междунар. науч.-практ. конф., 6—8 июня 2012 г., Минск, Беларусь. Минск: Изд. Центр БГУ, 2012. С. 187—190.
5. Лукашёв, О. В. Эколого-геохимическое состояние природной среды Березинского биосферного заповедника / О. В. Лукашёв, В. М. Натаров, В. В. Савченко, Н. Г. Лукашёва // Там же. С. 182—187.
6. Лукашёв, О. В. Перенос металлов со взвешенным веществом в водах реки Птичь / О. В. Лукашёв, Д. Л. Творович-Севрук, Н. Г. Лукашёва и др. // Природопользование. 2012. Вып. 21. С. 99—107.
7. Лукашёв, О. В. Многомерный анализ геохимических данных (на примере взвешенных микроэлементов в снеговом покрове г. Полоцк) / О. В. Лукашёв, Н. В. Жуковская // Инновации в геологии и освоении недр: Матер./ VI Универ. геол. чтений, Минск, 6—7 апр. 2012 г. Минск, 2012. С. 101—106.
8. Лукашёв, О. В. Естественные ассоциации химических элементов в сапропелях Беларуси / О. В. Лукашёв, Н. В. Жуковская // Проблемы региональной геологии и поисков полезных ископаемых: матер. VII Универ. геол. чтений, 4—6 апр. 2013 г., Минск, Беларусь. Минск: Изд. центр БГУ, 2013. С. 136—139.
9. Лукашёв, О. В. Геохимические ассоциации элементов в донных отложениях Осиповичского водохранилища / О. В. Лукашёв, Н. В. Жуковская, Н. Г. Лукашёва, Д. Л. Творович-Севрук // Мониторинг окружающей среды: Матер. II Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 25—27 сент. 2013 г.: В 2 ч. Брест, БрГУ им. А. С. Пушкина, 2013. Ч. 1. С. 37—39.
10. Натаров, В. М. Комплексный геохимический фоновый мониторинг в Березинском биосферном заповеднике: Монография / В. М. Натаров, О. В. Лукашёв, В. В. Савченко. Минск: Белорусский Дом печати, 2013. 214 с.
11. Оснюк, И. В. Влияние геологических процессов на концентрирование элементов группы Fe в аллювии бассейна р. Припять / И. В. Оснюк, Д. Л. Творович-Севрук // Проблемы региональной геологии и поисков полезных ископаемых: матер. VII Универ. геол. чтений, 4—6 апр. 2013 г., Минск, Беларусь. Минск: Изд. центр БГУ, 2013. С. 146—148.
12. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы 2.1.7.12-1-2004. Минск, 2004. 18 с.
13. Творович-Севрук, Д. Л. Уменьшение техногенного поступления элементов группы Fe в аллювиальные отложения / Д. Л. Творович-Севрук // Актуальные проблемы геологии и поисков месторождений полезных ископаемых: Матер. V Универ. геол. чтений, Минск, 8—9 апр. 2011 г. Минск, 2011. С. 94—96.
14. Творович-Севрук, Д. Л. Оценка поступления Mn, Ni, Co и Cr из атмосферы на примере геохимического стационара «агломерация Дараганово» / Д. Л. Творович-Севрук, О. В. Лукашёв // Актуальные проблемы современной геологии, геохимии и географии: Матер. Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 28—30 сент. 2011 г. Ч. 2. С. 161—163.
15. Творович-Севрук, Д. Л. Инновационные подходы в изучении современных аллювиальных отложений / Д. Л. Творович-Севрук // Инновации в геологии и освоении недр: Материалы VI Университетских геологических чтений, Минск, 6—7 апр. 2012 г. Минск, 2012. С. 46—49.
16. Творович-Севрук, Д. Л. Основные тенденции изучения геохимии Mn, Ni, Cr и Co в аллювиальных отложениях Беларуси (период 1980—2010 гг.) / Д. Л. Творович-Севрук // Там же. С. 89—90.
17. Творович-Севрук, Д. Л. Геохимия кобальта в аллювиальных отложениях р. Птичь / Д. Л. Творович-Севрук // Экологические проблемы недропользования, наука и образование: Матер. 5 Междунар. науч. конф., Санкт-Петербург, 19—24 нояб. 2012 г. СПб., 2012. С. 286—288.
18. Творович-Севрук, Д. Л. Картирование распределения Ni и Co в современном аллювии малых и средних рек Беларуси / Д. Л. Творович-Севрук // Проблемы региональной геологии и поисков полезных ископаемых: матер. VII Универ. геол. чтений, 4—6 апр. 2013 г., Минск, Беларусь. Минск: Изд. центр БГУ, 2013. С. 161—163.
19. Творович-Севрук, Д. Л. Закономерности распределения элементов группы железа в современных аллювиальных отложениях Беларуси / Д. Л. Творович-Севрук. — Автореф. канд. географ. наук по спец. 25.03.01 — физическая география, биогеография, география почв и геохимия ландшафтов. Минск, 2013. 17 с.

Г. Л. Макаренко

Тверской государственный технический университет, Тверь, Россия

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА ФОРМИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ И РАЗВИТИЕ ОЗЕРНО-БОЛОТНО-ЛЕСНОЙ БИОГЕОЦЕНОТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Общеизвестно, что грунтовые воды на некоторой глубине на водоупоре в составе водопроницаемого с поверхности слоя образуют три зоны: аэрации, капиллярной каймы и полного водонасыщения (рис. 1; рис. 2, позиция 1). Каждая из приведенных зон может располагаться вблизи поверхности суши, образуя генетически взаимосвязанную цепь трёх основных видов природных объектов (суша, болото, озеро) и связующих их контактных областей (рис. 2, позиция 2). Состояние и характер изменения грунтовых вод и природных объектов суши в полной мере определяется климатическим фактором (см. рис. 2, позиция 3). Так, в экстремально засушливый период летнего времени и малоснежный период зимнего времени на материке уменьшаются границы и меняется режим озёр и болот, увеличивается площадь суши. Наоборот, в экстремально дождливый период

летнего времени и снежный период зимнего времени границы озёр и болот увеличиваются, уменьшается площадь суши.

Основные виды природных объектов самостоятельно развиваются по своим природным законам, где идет процесс развития геологической среды (рис. 3). На поверхности суши, преобладает инфильтрация природных вод на почвенном покрове получает развитие *растительный покров*. В области избыточного увлажнения суши за счет подвижного горизонта капиллярной каймы (ПГКК) на её поверхности идет процесс формирования *болот* (торфяных месторождений), где основным фактором формирования растительного покрова и развития торфообразующего слоя является динамическая часть залежи [1, 3]. Поэтому устанавливаются условия возникновения и развития болото- и торфообразовательного процесса на отдельных участках поверхности суши при неглубоком залегании грунтовых вод.

В зоне капиллярной каймы по мере приближения её отдельных слоев к уровню грунтовой воды наблюдается повышение капиллярной и полной влажности, снижается подвижность горизонта капиллярной каймы. При полной влажности, равной 100%, грунтовые воды выходят на поверхность.

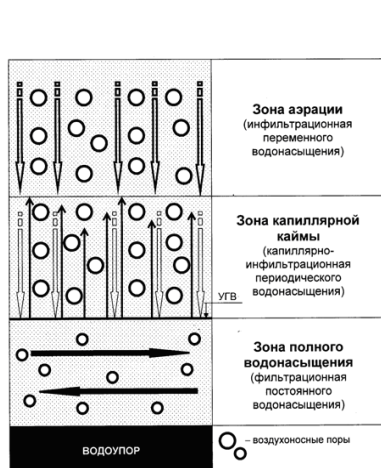


Рис. 1. Основные зоны грунтовой воды в минеральных отложениях

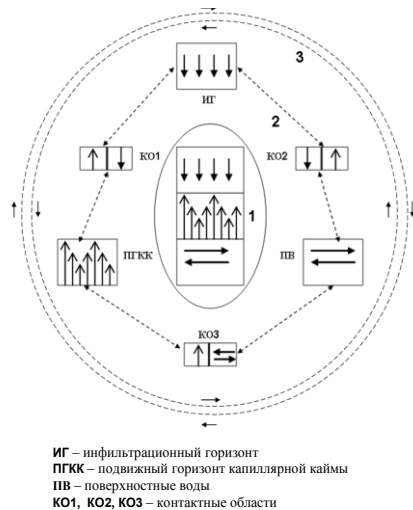


Рис. 2. Модель воздействия атмосферных осадков на состояние природных объектов на поверхности материка (суша, болото, озеро) и на положение грунтовых вод: 1 – состав и строение горизонтов грунтовых вод, 2 – генетическая цепь взаимодействия природных объектов суши, 3 – климатический фактор (сухой и влажный периоды)

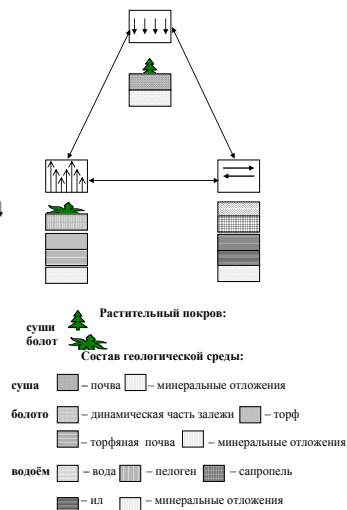


Рис. 3. Основная генетическая цепь взаимодействия и строения природных объектов материка

Болото – это *биологический ресурс* в живом естественном состоянии (растительный покров и его обитатели, поддерживающий саморазвитие болотной экосистемы) и *торфяное месторождение* – природное полезное ископаемое в форме геологического тела. Современные болотные ландшафты – результат направленного процесса развития природы и климата в послеледниковое время, начиная с раннего голоцена.

В озерах (мелководных пресноводных водоёмах) в водной среде идёт процесс накопления озёрных отложений (месторождений) *сапропеля*. Самые верхние неуплотненные сильно обводненные сапропелеобразующие слои озерных отложений носят название – пелогена. Они заселены донными организмами (личинками насекомых, червями, моллюсками и, особенно, микроорганизмами), которые обеспечивают интенсивное развитие биохимических и физико-химических процессов формирования сапропелей.

В летнее время года максимальная мощность пелогена в зависимости от степени трофности озера может достигать около одного метра, который в зимний период времени под ледяным покровом в спокойной обстановке превращается в 1 мм сапропелевый слой [2].

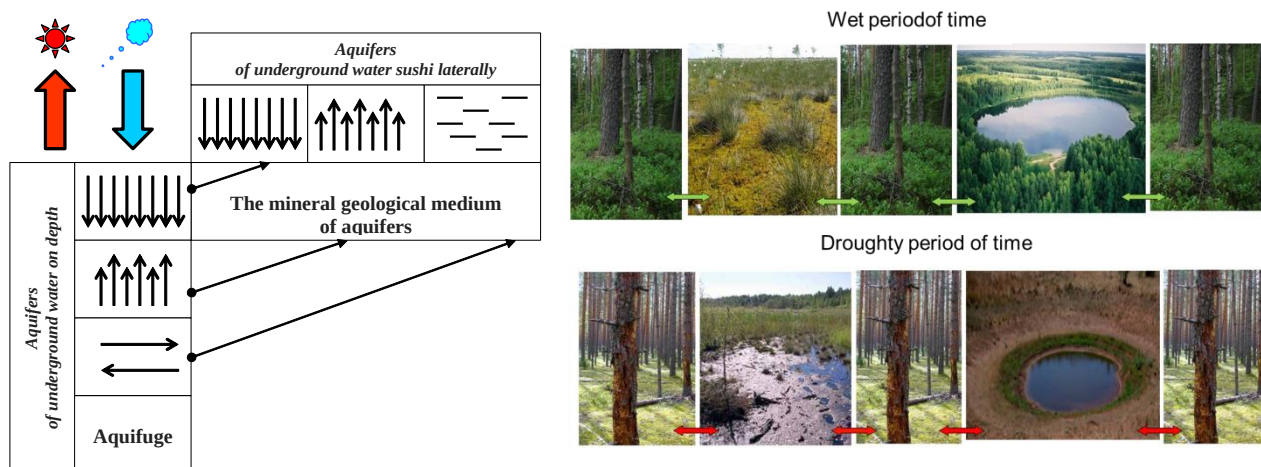


Рисунок 4. Схема влияния климата на водоносные горизонты грунтовых вод и вод суши

Сапропель – современные тонкоструктурные отложения преимущественно биогенного происхождения, образующиеся под водой, на дне пресноводных водоемов из остатков организмов (планктонных, бентосных) и высшей водной растительности, при большой роли бактериальных процессов, происходящих в поверхностных слоях при малом доступе кислорода и содержащее не менее 15% органического вещества (ОВ), а также неорганические (минеральные) компоненты биогенного и привнесного характера.

Закономерности формирования сапропелевых отложений в озерах обусловлены климатическими, геологическими, геоморфологическими, и гидрогеологическими условиями, характером и размерами водосборной площади, морфометрией озерной котловины и т.п. Одним из решающих факторов в развитии озер является процесс осадкообразования, который, действуя постоянно и односторонне, ведет к постепенному обмелению озер и накоплению сапропелевых отложений. В историческом пути развития озер от начальной стадии образования до умирания, при обмелении и зарастании сапропелевые отложения в общей классической схеме типологически последовательно проходят стадии от аллохтонной через смешанную к автохтонной.

Изменения климата Земли определенным образом сказываются на состоянии природных объектов озерно-болотно-лесной биогеосистемы (рис. 4).

Этот процесс, не прекращающийся в течение всего послеледниковья, привел к перераспределению соотношения озер, лесов и болот, процессов почвообразования, а накопившиеся торфяные отложения не только сгладили первоначальный рельеф, но и изменили гидрогеологический режим территории. Разработанная модель отражает воздействие атмосферных осадков на состояние грунтовых вод и природных объектов на поверхности материка и показывает тесную генетическую взаимосвязь и взаимозависимость климатического фактора с поверхностными водами, горизонтами грунтовых вод и условиями развития, составом и особенностями строения природных объектов на материке (суша, болото, озеро) (см. рис. 2).

1. Макаренко Г.Л. Геологическая природа болот: монография. 1-е изд. Тверь: ТГТУ, 2009. – 163 с.

2. Макаренко Г.Л. Определение мощности пелогена и ошибки верхней границы сапропеля зондированием в озёрах методами фотометрического и электрического каротажа: Межвуз. научн.-техн. сб. «Минеральное сырьё и нефтехимия» – Томск: ГПИ, 1977. С. 83 – 87.

3. Makarenko G.L. About the geological nature of peat bog European Science and Technology [Text]: materials of the II international research and practice conference, Vol. II, Wiesbaden, May 9th – 10th, 2012/ publishing office «Bildungszentrum Rodnik e. V.» – c. Wiesbaden, Germany, 2012. – p. 148 – 155.

С. Г. Медведева

ООО НПП «Центр-Недра», Калуга, Россия

ГЕОХИМИЯ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Четвертичные отложения являются, без сомнения, самыми распространенными и наиболее доступными для изучения. Однако, будучи скрупулезно и подробно исследованы в литологическом и инженерно-геологическом отношении, они остались «белым пятном» в геохимическом аспекте. Это обусловлено, с одной стороны, отсутствием даже гипотетической возможности обнаружения в них сколько-нибудь значимых рудных тел, и, с другой стороны, тем фактом, что все эколого-геохимические и геоэкологические исследования, активно проводимые в последние десятилетия, бесосновательно ограничиваются изучением лишь почвенного горизонта. Между тем, при определении генезиса тех или иных химических элементов чрезвычайно важно корректно выявлять источник их поступления. Это, в свою очередь, невозможно без изучения материнских пород, которыми в центре европейской части России и служат отложения четвертичного периода. Оставление же их за рамками исследований зачастую приводит к завышению значимости техногенного воздействия на окружающую среду в целом и на геологическую среду в частности.

При ограничении области изучения по глубине до 0,35 – 0,5 м повсеместно выявляется экспоненциальное снижение содержания химических элементов с удалением от поверхности, безапелляционно трактующееся как техногенное загрязнение (рис.1).

В ходе собственных исследований, направленных на изучение особенностей техногенного воздействия разработки месторождений строительных материалов на эколого-геологические условия территории (Калужская область) при геохимическом опробовании скважин до глубины 2,0 м выявлено, что в большинстве случаев корректнее говорить о подтверждении наличия на глубинах 0,35 м элювиального и на глубине 0,5 м иллювиального горизонтов в почвенном разрезе, а также о существовании процессов накопления элементов в интервале 0 – 0,05 м за счет естественного круговорота вещества в биокосной эколого-геологической системе.

Говорить о техногенном воздействии с большой долей вероятности возможно лишь в единичных случаях: площадка № 2Кр для свинца в интервале 0 – 0,05 м; площадки № 1КР и №2КР для мышьяка и площадка №6НП для стронция.

Кроме того, на представленных графиках хорошо читается отличие элементного состава моренных суглинков московского горизонта (gIms), перекрывающих нижнекаменноугольные отложения известняков (Ново-Пятовское месторождение) и так называемых покровных суглинков, относящихся к нерасчлененному комплексу субаэральных образований, делювиальных отложений склонов и аллювиально-делювиальных выветрений древних балок за пределами валдайского оледенения (gr,dII), являющихся полезным ископаемым Кожуховского месторождения суглинков. В покровных суглинках содержание свинца и цинка более, чем в 3 раза превышает таковое в моренных суглинках; также отмечается 4-хкратное превышение содержания никеля, 3-хкратное превышение по кобальту и почти 2-хкратное – по хрому и меди по сравнению с моренными суглинками.

Между тем, в литературе (в особенности, опубликованной) сложно найти какие-либо сведения о химическом составе рассмотренных выше отложений. Единичные геохимические изыскания касательно четвертичных отложений проводились лишь при разведке упомянутых покровных суглинков (табл.1). При этом внимание естественным образом обращалось только на кондиционное содержание гостируемых химических элементов и соединений, а именно SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, TiO₂, CaO и MgO. Выполнения полного химического анализа не производилось, в связи с чем, например, в 2006 г. более 8% процентов состава даже продуктивных отложений осталось за пределами изучения. По собственным данным 2012 г. в эту долю попали такие элементы, как As, Sr, Pb, S и др. (табл.2).

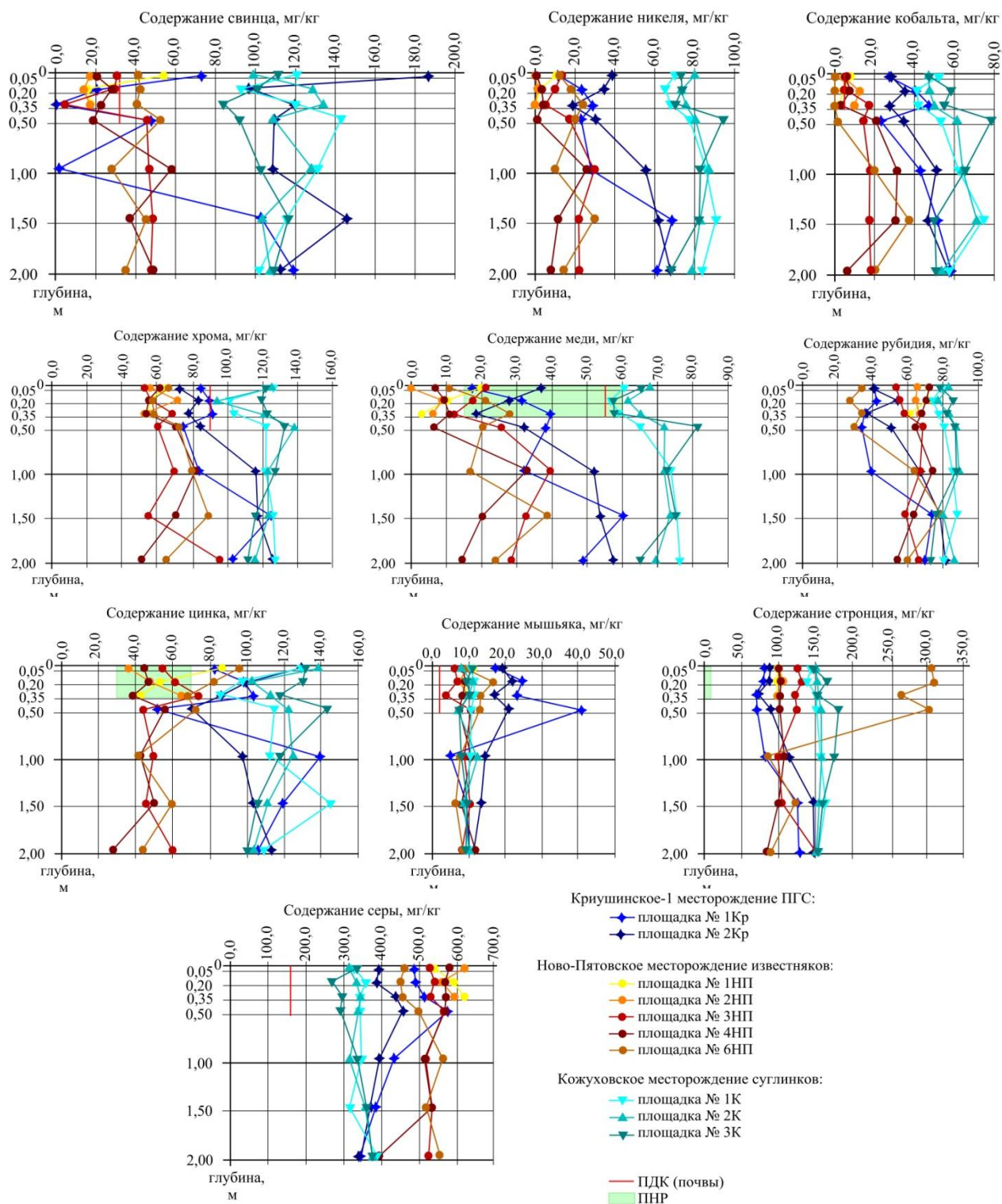


Рис.1. Распределение химических элементов в зависимости от глубины.

Таблица 1. Химический состав покровных суглинков Кожуховского месторождения

Наименование соединения	Допустимые значения показателя по ОСТ 21-78-88 и ГОСТ 26594-85	Среднее содержание, в %	
		2006 г.	2012 г.
SiO ₂	не более 85	74,39	60,72
TiO ₂	-	0,93	1,04
Al ₂ O ₃	не менее 7	11,21	14,01
Fe ₂ O ₃	не более 1 4	3,95	3,35
CaO	не более 20	1,02	5,15
MgO		0,38	0,77
Итого		91,88	85,04

Именно с малым объемом данных по химическому составу первых от поверхности отложений, залегающих непосредственно под почвенно-растительным слоем, связано и отсутствие проработанных количественных показателей предельно допустимых концентраций химических элементов для подпочвенных грунтов. Разумеется, это, в первую очередь, касается ледниковых отложений различного генезиса, а также межледниковых и покровных образований четвертичного возраста.

Очевидно, что во избежание некорректной интерпретации получаемых в ходе изучения результатов при дальнейших геоэкологических исследованиях необходимо больше внимания уделять изучению подпочвенных грунтов на глубину не менее 1-2 м.

Таблица 2. Содержание тяжелых металлов и микроэлементов в почве и подстилающих грунтах (Кожуховское месторождение), мг/кг

Интервал, м	As	Cu	Co	Pb	Ni	Zn	Sr	Cs	V	Cd	Cr	S
0,00 - 0,05 ¹	8,1 ¹ 11,0 ²	60,3 67,3	46,3 52,3	98,9 119,7	71,0 ³ 79	29,5 36,6	144,5 150,1	3,3 3,9	76,3 100,7	0,8 0,9	121,9 125,7	314,3 332,2
0,05 - 0,20	9,4 11,3	57,1 61,0	40,8 58,4	92,0 128,7	66,0 75,4	27,8 30,2	137,7 163,2	2,6 3,9	63,6 101,8	0,5 0,8	93,0 118,5	269,1 356,7
0,20 - 0,35	10,3 11,4	57,8 64,4	41,0 54,9	82,7 134,0	67,9 75,7	15,8 16,5	149,2 152,4	3,4 4,5	61,5 98,2	0,4 0,7	103,2 124,0	295,4 344,4
0,45 - 0,50	7,3 10,6	64,5 81,0	52,9 78,6	91,8 142,3	78,2 95,8	14,0 42,3	149,6 179,2	3,7 5,8	74,7 112,0	0,7 1,0	115,5 138,1	291,9 342,3
0,95 - 1,00	7,9 12,1	71,1 73,2	61,6 65,4	102,5 131,7	82,5 87,5	03,6 24,5	149,3 156,7	5,1 5,7	68,3 76,8	0,7 0,8	121,4 127,6	317,5 344,5
1,45 - 1,50	8,7 10,2	73,1 74,8	48,5 73,8	105,6 117,5	82,4 91,0	05,3 43,8	152,3 162,0	3,9 5,7	111,8 117,9	0,7 1,0	115,0 126,5	313,1 358,2
1,95 - 2,00	9,1 10,3	64,4 75,9	50,3 57,4	101,5 109,5	69,2 83,9	09,9 09,0	149,3 152,2	4,2 5,8	77,3 101,4	0,6 0,8	111,6 128,0	371,9 384,3
ПДК (почвы)	2	3 ⁴	5	32	4	23			150	(ОДК)	90	160
Кларк (почвы)	5	20	8	10	40	50	300		100	0,5		
Фон (почвы)	2,2	11	10	15	30	45				0,12		
Критические концентрации (почвы)		55		32	85	100				2	90	

¹ минимальные значения

² максимальные значения

³ жирным шрифтом даны интервалы установленными значениями ПДК

⁴ курсивом даны ПДК подвижной формы элементов.

В. Г. Мякота

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТРАСС МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ БЕЗОПАСНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Магистральные трубопроводы представляют собой потенциально-опасные объекты для природных комплексов, прилегающих к ним. Опасность обусловлена, прежде всего, тем, что по ним транспортируются легко-воспламеняемые и токсичные вещества, а следовательно, что в случае реализации любой нештатной ситуации может произойти их разрушение, результатом чего будет трансформация или уничтожение природных комплексов и повреждение инфраструктуры территории.

Одна из причин разрушения магистральных трубопроводов является реализация инженерно-геологического риска [6], который включает в себя не только проявление и активизацию опасных инженерно-геологических процессов [2, 5], но недоучет инженерно-геологических условий и их изменение во времени в пределах трасс магистральных трубопроводов [3, 4]. К этому следует добавить, что кроме самих инженерно-геологических условий, к этому виду риска относятся многие факторы, имеющие отношение к другим видам риска (техническое состояние трубы, брак при их сварке, ошибки управления и др.), поэтому территорию в пределах трасс магистральных трубопроводов следует рассматривать в комплексе (системе) взаимодействия различных факторов. Главные роли в этой системе имеют инженерно-геологические условия и природно-территориальные комплексы, а остальные компоненты будут распространены в пределах трасс фрагментарно, т.е. не по всей трассе магистрального трубопровода.

Инженерно-геологические условия относятся к группе природных факторов, воздействующих на объекты системы газо и нефтеснабжения. Эта группа факторов относится к случайным и имеет трудно прогнозируемые в полном объеме последствия. Поэтому целесообразно проанализировать опыт эксплуатации систем газо- и нефтепроводов в условиях взаимодействий опасных природных процессов, в основном инженерно-геологических. В результате эксплуатации магистральных трубопроводов сохраняются объективные и субъективные причины для возникновения аварий.

Объективными считаются причины, связанные с изменением условий эксплуатации по сравнению с заложенными в проекте, к ним относятся:

- быстрая изменчивость климатических условий, которая проявляется в росте повторяемости опасных гидрометеорологических процессов и явлений, увеличение активности экзогенных геологических процессов;
- активизация в природно-технических системах ряда опасных природных процессов, которые на стадии проектных изысканий не фиксировались или не представляли опасности [1].

Анализ актов технического расследования причин аварий на территории Российской Федерации за период 1990-2005 показал, что природные источники инициировали 7% аварий на линейной части магистральных трубопроводов [1]. В структуре природных источников опасности на долю инженерно-геологических условий и связанных с ними явлений приходится около 20%. Поэтому инженерно-геологические условия и процессы, проявляющиеся в пределах трасс магистральных трубопроводов, выступают как один из факторов опасности для них.

Среди инженерно-геологических процессов, развивающихся в пределах трасс магистральных трубопроводов Республики Беларусь, распространены карстующие породы, лёссовидные породы и агрессивные подземные воды (таблица 1).

Распространение проявления опасных инженерно-геологических процессов в пределах трасс магистральных трубопроводов на территории Республики Беларусь. По данным [1, 3] с дополнениями автора

Ветки трубопроводов	Проявление опасных геологических процессов, %		
	Карст	Лёссовидные породы	Агрессивные подземные воды
<i>Нефтепровод «Дружба»</i>			
Унеча – Мозырь – Брест	15,99	–	77
Унеча-Полоцк-Биржай	23	9,7	5,52
<i>Газопроводы</i>			
Торжок – Минск – Ивацевичи – Брест	9	26	8,9
Ответвление к государственной границы Польши	6,158	–	29,50
Ответвление к государственной границы Украины	11,76	–	23,6
Щорс – Минск – Вильнюс	22,81	1,2	5,96
Ямал – Европа	23,74	8,59	3
Ивацевичи – государственная граница Литвы	3,86	8,71	9
Ивацевичи – Гродно	37,8	–	–
Витебск – Могилев	13	10	6

Как видно из таблицы каждый из проявленных процессов преобладает в пределах разных трасс магистральных трубопроводов. Наибольшее распространение получили агрессивные подземные воды в пределах трассы Унеча – Мозырь – Брест (77%) и ответвлениями магистрального трубопровода от трассы газопровода Торжок – Минск – Ивацевичи – Брест (29,5%) и (23,6%). В пределах остальных трасс они составляют менее 10%. А трасса Ивацевичи – Гродно не пересекает области распространения агрессивных подземных вод. Такое соотношение областей распространения агрессивных подземных вод связано в первую очередь с тем, что основной район их распространения в пределах Республики Беларусь – это Полесье и западная часть Белорусского Поозерья. Таким образом, проложенные по данной территории магистральные трубопроводы, особенно в выявленных регионах характеризуются повышенной опасностью разрушения, так как с этим явлением связана активизация коррозионных процессов.

Наибольшее распространение лёссовидные грунты получили в пределах трассы Торжок – Минск – Ивацевичи – Брест (26%). Данный процесс не получил распространения в пределах трассы трубопроводов Унеча – Мозырь – Брест, Ивацевичи – Гродно, а также на ответвлениях от магистрального трубопровода Торжок – Минск – Ивацевичи – Брест. В пределах трасс остальных трубопроводов данный вид инженерно-геологической опасности составляет менее 10%. Такое соотношение областей лёссовидных грунтов к длине магистральных трубопроводов можно объяснить, как географией распространения лёссовидных грунтов в Беларуси, так и географией самой сети магистральных трубопроводов в Республике Беларусь. Наличие лёссовидных пород получило распространение именно в пределах тех трасс, которые пересекают Восточно-Могилевское плато и Новогрудскую возвышенность.

Карст встречается в пределах трасс Ивацевичи – Гродно (37,8%), Щорс – Минск – Вильнюс (22,81%), Ямал – Европа (23,74%). Надо отметить, что в отличие от вышеперечисленных инженерно-геологических процессов данный процесс проявляется в пределах всех трасс магистральных трубопроводов Республики Беларусь, что обусловлено прежде всего географией распространения карста и сеткой магистральных трубопроводов. В отличие от других процессов карст получил распространение фрагментарно и при этом он мог формироваться в разные геологические эпохи.

Кроме вышеупомянутых процессов наибольший интерес представляют водные преграды, а также места добычи полезных ископаемых. Данные процессы приводят к изменениям инженерно-геологических условий и таким образом также влияют на безопасное функционирование магистральных трубопроводов.

Таким образом, как мы видим инженерно-геологические условия выступают одним из факторов опасности для функционирования магистральных трубопроводов, что обусловлено в первую очередь изменением свойств грунтов под влиянием как природных так и техногенных факторов, а также проявлением инженерно-геологических процессов, представляющих потенциальную опасность при разрыве магистральных трубопроводов.

Получившие распространения в пределах трасс магистральных трубопроводов инженерно-геологические процессы требуют повышенного внимания к процессам, происходящим в четвертичных отложениях Республики Беларусь и трасс магистральных трубопроводов, так как изменение свойств грунтов может спровоцировать разрушение магистральных трубопроводов.

1. Власова Л.В., Ракитина Т.С. Влияние природных опасностей на надежность функционирования единой системы газоснабжения России // Известия академии наук энергетика – 2009 - №5. – С.41-52.
2. Колпашиков Г.А., Никитенко М.И., Ромашко Д.В. Особенности проявления опасных геологических процессов на территории Республики Беларусь их причины и последствия // Международная научно-практическая конференция Геотехника Беларуси // Будаўніцтва. Строительство. – 2003 - №3-4. С.267-272.
3. Мякота В.Г. Инженерно-геологический риск на трассах магистральных трубопроводов и его влияние на геологическую территорию Материалы международно-технической конференции, посвященной 60-летию кафедры оснований и фундаментов и инженерной геологии и 90-летию со дня рождения профессора Юрия Александровича Соболевского в 2-х частях – Мн.: БНТУ – ч.1. – С.120-128
4. Мякота В.Г. Некоторые методические подходы к оценке и классификации экологического риска на трассах магистральных трубопроводов // Научные труды тринадцатой международной межвузовской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и докторантов «Строительство – формирование среды жизнедеятельности» - М.: МГСУ. Из-во АСВ. – С.301-304.
5. Мякота В.Г. Проявление инженерно-геологического риска на трассах магистральных трубопроводах // Проблемы региональной геологии и поиски полезных ископаемых: материалы VII университетских геологических чтений / редколл.: М.А. Журавков (гл. ред.), И.И. Пирожник (зам. гл. ред.), А.Ф. Санько (отв. ред.) [и др.] – Минск: Изд. Центр БГУ, 2013. – С.142-143.
6. Мякота В.Г., Игнатюк С.В. Опасные геологические процессы как критерии геологической оценки трасс магистральных трубопроводов Республики Беларусь // Геотехника Беларуси наука и практика. Международная научно-техническая конференция – Мн.: БНТУ, 2008. – С.362-373.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗЕРА БЕЛОЕ

Группа озер Белое ($53^{\circ}45'$ СШ и $24^{\circ}12'$ ВД) является крупным водным объектом северо-западной Беларуси, занимая центральное положение в регионе Гродненского Полесья. Она включает более 20 озер, наиболее крупные из которых Белое, Рыбница, Зацково, Антозеро, Беляшка, Став, Дервениское, Веровское являются ядром ландшафтного заказника «Озеры». Согласно геоморфологического районирования водосборная территория озер относится к Озерской водно-ледниковой низине (Матвеев 1988). По своему генезису, котловины озерной группы относятся к ложбинному типу. Большинство озер группы унаследовали ложбину ледникового выпавания, выдавливания и размыва. Ложбина была заложена в максимальную стадию и окончательно оформилась и витебскую фазу поозерского оледенения. По своему местоположению концентрируется в основном в водноледниковых отложениях, на территориях предфронтальных равнин. На юго-западе к ложбине примыкает система конечно-моренных краевых образований поозерского возраста. На начальном этапе ведущую роль в формировании ложбины играла экзарационная деятельность поозерского ледника, которая в дальнейшем, по мере дегляциации, сменилась процессами ледникового выдавливания и деятельностью талых потоков водной эрозии, заметно переформировавших первоначальный облик ложбины (Новик 2002). На отдельных участках рывины отмечены сходящиеся ложбины различной длины и глубиной расчленения. Это свидетельство проявления деятельности подледниковых текучих вод в доколе краевого массива ледникового языка в период его стационарного положения. Подледниковые потоки в условиях высокого гидростатического давления осуществляли интенсивный размыв ложа ледниковой ложбины. В северной части ложбина располагается в флювиогляциальных песчаных отложениях, свидетельствующих о значительной деятельности талых ледниковых вод в период отступления поозерского ледника. В позднеледниковые через Белоозерскую ложбину осуществлялся сброс талых вод в Скидельский приледниковый водоем, в настоящее время представленный в рельефе озерно-ледниковой низиной. По мере прекращения стока, в наиболее глубоких участках ложбины сформировались современные озера. Водосбор озерной группы площадью 267 км^2 занимает водно-ледниковая низина поозерского возраста. Поверхность низины пологовогнутая с относительными отметками до 2 – 3 м. На отдельных участках развит мелкохолмистый рельеф с колебаниями высот до 5 м. Абсолютными высоты составляют от 146 м на крайнем севере до 113 м на урзе воды. Характерной особенностью водосбора является широкое развитие эоловых бугристых песков, дюн, гряд и котловин выдувания. Значительные площади эолового рельефа распространены вдоль озера Белое. Относительно выровненные участки заболочены (Матвеев 1988). Глубина расчленения ложбины незначительна (до 15 м), ложе характеризуется относительно плоским рельефом, без значительных перепадов глубин. Склоны крутизной до 20° , перекрыты делювием, местами террасированы. Высота площадок над урезом составляет 1-2 метра. На террасах отмечены выходы карбонатных пород.

Озерная группа делится на западную и восточную части. Западную часть дренирует река Хомутовка, восточную – река Соломянка. Все озера относятся к системе реки Пыранка, которая является правым притоком реки Котра (бассейн реки Неман). Располагаясь в непосредственной близости от крупного промышленного центра Беларуси – г. Гродно и находясь в окружении интенсивно освоенных территорий, группа озер Белое, как природная территория, играет роль своеобразного компенсатора, стабилизирующего экологическую обстановку в этом регионе, предоставляющего значительные рекреационные ресурсы населению и поддерживает сложившийся гидрологический режим.

Озеро Белое является самым крупным водоемом озерной группы. Озерная котловина, площадью $5,14 \text{ км}^2$, ложбинного типа, вытянута с севера на юг. Длина озера составляет 10,3 км, при максимальной ширине 1,1 км (средняя 0,51 км). Объем водной массы – 16,96 млн. м^3 (Блакитная книга Беларуси 1997). Озерная котловина большим полуостровом разделяется на два плеса – южный (второе название оз. Кан) и северный, вытянутый на 9 км в меридиональном направлении. Каждый из плесов в свою очередь имеет множество мелких заливов. Длина береговой линии составляет 27,1 км. Надводные склоны высотой 10 – 15 м, крутые, поросли лесом. Подводная часть котловины представляет собой корытообразную форму с узкой литоралью (до 20 м), крутым уступом сублиторали и плоским ложем, осложненным цепочкой углублений. Максимальная глубина 8,8 м (средняя – 3,2 м) находится в северном плесе.

Озеро Белое проточное, дренируется рекой Хомутовка, которая берет свое начало из озера Молочное и через реки Пыранка и Котра связывает его с рекой Неман. Приходная часть водного баланса состоит в основном из поверхностного притока с водосбора. Значительная роль в водном питании принадлежит грунтовым водам, а также притоку вод из озера Зацково и по реке Хомутовка. В расходной части основными составляющими являются сток по протоке в озеро Рыбница и далее в реку Пыранка, а также испарение с водной поверхности. В настоящее время сток из озера зарегулирован, на протоке установлен шлюз. Перепад относительных высот между озерами Белое и Рыбница составляет 2 м.

Гидрохимический режим озера Белое определяется его водосборной территорией и морфометрическими показателями котловины. По химическому составу вода озера относится к водоемам гидрокарбонатного класса, кальциевой группы. Водная масса оз. Белое характеризуется значительным дефицитом содержания растворенного кислорода. Даже в летнее время его концентрация не превышала $5,4 \text{ мг/дм}^3$, что составило 70 % насыщения. Интенсивное потребление кислорода вызвано окислением аллохтонного (приносимого поверхностными водами) и автохтонного (образованного интенсивным развитием микро водорослей) органического вещества и слабым развитием подводных макрофитов, продуцирующих кислород. Сравнительная характеристика состояния водной массы озера Белое за 2006 и 2013 гг. показала увеличение цветности (с 18 до 88 градусов), сохранение стабильно низкой прозрачности (около 0,5 м). Общая минерализация воды увеличилась с $197,6 \text{ мг/дм}^3$ до $225,15 \text{ мг/дм}^3$. В солевом составе снизилось содержание гидрокарбонатного иона (с $137,3 \text{ мг/дм}^3$ до $126,2 \text{ мг/дм}^3$), увеличилось содержание ионов кальция (с $31,3 \text{ мг/дм}^3$ до $36,9 \text{ мг/дм}^3$), магния (с $9,2 \text{ мг/дм}^3$ до $10,1 \text{ мг/дм}^3$), сульфатов (с $9,0 \text{ мг/дм}^3$ до $18,6 \text{ мг/дм}^3$), хлоридов (с $6,8 \text{ мг/дм}^3$ до $7,6 \text{ мг/дм}^3$). Также, по сравнению с 2006 годом значительно выросло содержание биогенных элементов (азот, фосфор, железо). Из данной тенденции можно сделать вывод о том, что в озере продолжает усиливаться процесс эвтрофирования, вызванный прежде всего антропогенным фактором, что в условиях замедленного водообмена ведет к гиперэвтрофированию.

Дно котловины на максимальных глубинах выстлано кремнеземистым сапропелем оливкового цвета, с высоким содержанием CaCO_3 . Максимальная мощность отложений 7,6 м, средняя 3,1 м. Объем 15438 тыс. м³. Зольность 56,3 % на абсолютно сухое вещество. Содержание азота до 5 %, 13,7 % железа, 0,8 % фосфора. Сапропели до недавнего времени активно использовались в лечебных и бытовых целях, а также для известкования почв и для удобрений (Якушко 1981).

По характеру зарастания озеро Белое относится к гелофитным водоемам, где по площади зарослей и по биомассе макрофитов доминируют полупогруженные или надводные растения (Якушко 1981). Полосу полупогруженных растений шириной 20 – 70 м формируют камыш озерный, тростник обыкновенный, манник большой, реже рогоз узколистный и широколистный, хвощ речной, ситняг, осоки. Максимальной ширины полоса надводных растений формируется на мысах южного плеса и в самой северной оконечности озера. На их долю приходится 65 % заросшей площади. Погруженная в воду растительность в озере развита слабо и представлена редкими зарослями в основном рдеста пронзеннолистного и блестящего, гораздо реже встречается элодея канадская и рдест гребенчатый. В озере обнаружена наяда большая (*Najas major*) – вид, занесенный в Красную книгу Республики Беларусь, образующая разреженные и более плотные заросли на глубине 0,2-0,4 м. Максимальная глубина распространения подводных растений в оз. Белое составляет 1,5 м. На долю погруженной растительности приходится третья часть заросшей площади озера. Основные заросли погруженной растительности находятся в южной, более мелководной части озера. Растения с плавающими листьями, представленные кубышкой желтой, реже рдестом плавающим, горцем земноводным, многокоренником, водокрасом, ряской, кувшинкой чисто-белой сконцентрированы в заливах южного плеса и в самой северной оконечности озера. На их долю приходится менее 3 % заросшей площади.

На берегах озера Белое расположены несколько объектов, в том числе строящиеся и планируемые к реконструкции учреждения стационарного отдыха. Также по всему периметру озера расположены обустроенные стоянки администрации заказника и стоянки неорганизованных туристов. Все это ведет к сильной антропоенной нагрузке на озеро, выражающееся в скачкообразном повышении трофности водоема, изменении газового и гидрохимического режимов, образовании анаэробной среды, нарушении процесса самоочищения и увеличение первичной продукции, потерям невосполнимых условий обитания в озерах уникальных организмов флоры и фауны. В этой связи необходима более широкая разработка мер по рациональному использованию и охране, для снижения негативного воздействия на водоем и прилегающие водосборные территории.

Блакiтная кнiга Беларусi: Энциклапедыя/Беларуская Энциклапедыя Мiнск: БелЭн, 1994. – 415 с.
Новик А.А. О генезисе глянцевых рытин в ледниковом комплексе// Вестник БГУ. 2002. №2. – С. 76-80.
Матвеев А.В., Гурский Б.Н., Левицкая Р.И. Рельеф Белоруссии. – Мн: Университетское, 1988. – 320 с.
Якушко О. Ф., Озероведение. – Минск: Выш. школа, 1981– 284 с.

М. П. Оношко

Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный центр по геологии», Минск, Беларусь

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ АНОМАЛЬНЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОЛЯ ПОКРОВНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ 30-КИЛОМЕТРОВОЙ ЗОНЫ ОСТРОВЕЦКОЙ АЭС

Анализ местных геохимических полей покровных отложений обследованной территории 30-километровой зоны Островецкой АЭС в 2012-2013 гг. показал, что фон участков, сложенных суглинистыми отложениями, по сумме микроэлементов равен 4117 мг/кг. Фон участков супесчаного состава несколько ниже – 3040 мг/кг, что в 1,6–1,2 раза соответственно выше фона участков с песчаными отложениями (2524).

На основе анализа коэффициентов концентрации и их дифференциации определены ассоциации элементов, ранжированные по убыванию Кк. Выделены геохимические ассоциации для группы накапливающихся элементов с $\text{Kk} \geq 1,5$ и группы дефицита с $\text{Kk} < 0,7$:

$\text{Kk} \geq 1,5$: $\text{Cr}_{4,4} \text{Ba}_{3,2} \text{B}_{2,5} \text{Zr}_{2,4} \text{Ni}_{1,6}$ и $\text{Kk} < 0,7$: $\text{Pb}_{0,6} \text{Co}, \text{Y}_{0,5} \text{Zn}_{0,4} \text{Be}, \text{Yb}_{0,3}$.

Согласно подсчетам Кк по ассоциациям по схеме В.М. Гольдшмидта [Войткевич и др., 1970], на обследованной территории преобладают элементы литофильной (сумма кларков концентрации 19,81) и литофильно-сидерофильной ассоциаций (11,02).

Аномальные участки выделялись по сумме кларков концентрации (Кк), которые определялись по отношению к четвертичным отложениям Беларуси [Матвеев, Бордон, 2013]. Кк рассчитывалась по следующим микроэлементам: Pb, Ni, Co, Cr, V, Mn, Ti, Zr, Cu, Sr, Ba, Nb, Zn, B, Be, Ga, Y, Yb, La. Диапазон значений суммы кларков концентрации для исследованной территории составляет 4,0–45,0. Для большей части территории листа Свирь сумма Кк находятся в пределах 20 – 30.

На основе выделенных аномальных полей для обследованной территории построены карты интегральных геохимических аномальных полей (ИГАП) по глубине 0,10–0,15 и 0,40–0,60 м, выделение которых проводилось по Кк равному и выше 2 (таблица). Такие карты являются основой прогнозно-геохимической карты и включают выделение частных аномальных полей и ядер в них по компонентам геологической среды, определение природы интегральных геохимических аномальных полей. В данной работе приводится карта ИГАП территории 30-км зоны Островецкой АЭС по глубине 0,10-0,15 м (рисунок). В легенде карты в блоке 1 штриховкой разной степени густоты отражено число элементов с аномальными содержаниями > 2 Кк отдельно для каждого компонента природной геологической среды (ПГС). Приоритетные элементы накопления показаны химическими символами определенного цвета для каждого компонента ПГС. Эти элементы характеризуют ядро ИГАПа.

Структура ИГАП (блок 2) отображена сочетанием трех цветов: красный – ядро, желтый – переходная зона, зеленый – периферическая. Ядра пронумерованы с северо-запада листа на юго-восток с указанием его номера. На внешнем контуре периферической зоны указывается номер ИГАПа. Природа интегральных геохимических аномальных полей (блок 4) показана в виде цвета номера ядра.

Максимальные показатели суммы Кк (43,5) находятся на северо-западе исследованной территории (у д. Трошаны) и приурочены к ландшафту мелко- и среднехолмисто-грядовой моренной возвышенности на дерново-подзолистых средне- и слабоподзоленных почвах на моренных суглинках, занятых пашней.

Ареал максимальных показателей суммы Кк (35–40) выявлен в юго-западной части данного участка (у д. Ворняны и у д. Швейляны) в пределах ландшафта холмисто-грядовой моренной равнины на дерново-

подзолистых слабо- и среднеподзоленных почвах на озерно-ледниковых глинах и тяжелых суглинках. Участки распаханые, используются под пашню. Значения суммы кларков концентрации в точках опробования составляют 36,3 и 38,7 соответственно.

Повышенные значения суммы кларков концентрации в диапазоне 30–35 выявлены на востоке исследованной территории в районе оз. Свирь (в районе дд. Больковщина и Больково). Значения суммы кларков концентрации в точках опробования составляют 33,6 и 31,0 соответственно. Данный участок располагается в пределах мелко- и среднехолмистой моренной возвышенности на дерново-подзолистых средне- и слабоподзоленных, местами слабоэродированные почвах на моренных суглинках. Участки используются под пашню.

Центральные зоны (ядра) интегральных геохимических аномальных полей (ИГАП) по глубине 0,10-0,15 м в пределах территории 30-километровой зоны Островецкой АЭС

№ на карте	Геохимические ассоциации элементов (подстрочный индекс – величины $K_c \geq 2$)	Ландшафтная и функциональная позиция	Предполагаемая природа ИГАП
И Г А П	ядро	В горизонте почв A_1	

1	2	3	4	5
1	1	$Cr_{7,1}Ba_{3,5}Zr_{2,7}Ni_{2,0}$	Моренная возвышенность, луг	Литогенная
2	2	$Cr_{6,0}Ba_{3,7}Zr_{2,4}Ni_{2,1}$	Водно-ледниковая равнина, пашня	Литогенно-агротехногенная
	3	$Cr_{6,6}Ba_{3,6}Zr_{2,7}Ni_{2,5}B_{2,1}$	Водно-ледниковая равнина, пашня	Литогенно-агротехногенная
	4	$Cr_{5,0}Sr_{1,3}Y_{3,4}Ba_{3,7}$	Водно-ледниковая равнина, пашня	Литогенно-агротехногенная
3	5	$Cr_{4,6}Ba_{3,6}Ni_{2,3}$	Моренная возвышенность, пашня	Литогенно-агротехногенная
4	6	$Zr_{9,8}Cr_{4,4}Ba_{3,1}Nb_{2,2}$	Долина р. Вилии, пойма	Литогенная
5	7	$Cr_{4,5}Ba_{4,0}B_{2,9}Nb_{2,5}$	Водно-ледниковая равнина, пашня	Литогенно-агротехногенная
6	8	$Cr_{4,7}Ba_{3,9}Zr_{3,6}Nb_{3,0}B_{2,5}Ni_{2,1}$	Хол.-гряд. морен. равнина, пашня	Литогенно-агротехногенная
7	9	$Cr_{7,9}Ba_{4,7}Zr_{2,9}Ni_{2,5}Nb_{2,3}B_{2,1}$	Хол.-гряд. морен. равнина, пашня	Литогенно-агротехногенная
8	10	$Cr_{5,8}Ba_{4,7}Zr_{3,2}Sr_{2,7}Ni_{2,5}B_{2,3}$	Хол.-гряд. морен. равнина, пашня	Литогенно-агротехногенная
9	11	$Cr_{5,3}Ba_{4,1}B_{3,4}V_{3,2}Ni_{3,0}Zr_{1,8}Nb_{2,3}$	Хол.-гряд. морен. равнина, пашня	Литогенно-агротехногенная
10	12	$Cr_{6,5}Ba_{3,8}Ni_{3,6}Zr_{2,8}Nb_{2,2}$	Моренная возвышенность, пашня	Литогенно-агротехногенная
	13	$Cr_{6,5}Ba_{4,1}Ni_{3,7}Zr_{3,0}Nb_{2,5}$	Моренная возвышенность, пашня	Литогенная
11	14	$Cr_{7,1}Ba_{3,7}Zr_{1,3}Ni_{3,5}Nb_{2,8}B_{2,5}$	Хол.-гряд. морен. равнина, пашня	Литогенно-агротехногенная
	15	$Cr_{6,5}Ba_{5,7}Ni_{4,0}Zr_{2,5}Pb_{2,1}Nb_{2,0}$	Хол.-гряд. морен. равнина, пашня	Литогенно-агротехногенная
12	16	$Cr_{4,5}Ba_{3,2}B_{3,1}Zr_{3,0}Nb_{2,5}Ni_{2,3}Cu_{2,1}$	Моренно-зандровая равнина, пашня	Литогенно-агротехногенная
13	17	$B_{7,3}Cr_{5,6}Ba_{4,3}Zr_{4,0}Ni_{2,0}$	Хол.-гряд. морен. равнина, лес	Литогенная
14	18	$Cr_{5,8}Ba_{4,1}Ni_{3,5}Zr_{2,7}$	Моренная возвышенность, пашня	Литогенно-агротехногенная
15	19	$Cr_{4,8}Zr_{3,7}Ba_{3,2}Ni_{2,3}B_{2,0}$	Водно-ледниковая равнина, пашня	Литогенно-агротехногенная
16	20	$Cr_{5,9}Ba_{3,9}Zr_{3,0}Ni_{2,7}Sr_{2,5}$	Моренно-зандровая равнина, пашня	Литогенно-агротехногенная
17	21	$Mn_{4,7}Ni_{2,9}Cr_{2,6}B_{2,2}Co_{2,2}Pb_{2,1}$	Долина р. Лоша, пойма	Агротехногенно-литогенная
18	22	$Cr_{5,4}Ba_{4,1}Zr_{3,9}$	Водно-ледниковая равнина, пашня	Литогенно-агротехногенная
19	23	$Ba_{4,6}Cr_{4,3}Zr_{2,6}B_{2,4}Ni_{2,2}$	Хол.-гряд. морен. равнина, пашня	Литогенно-агротехногенная
20	24	$Zn_{13,6}Cr_{3,5}Ba_{3,0}$	Водно-ледниковая равнина, лес	Техногенно-литогенная

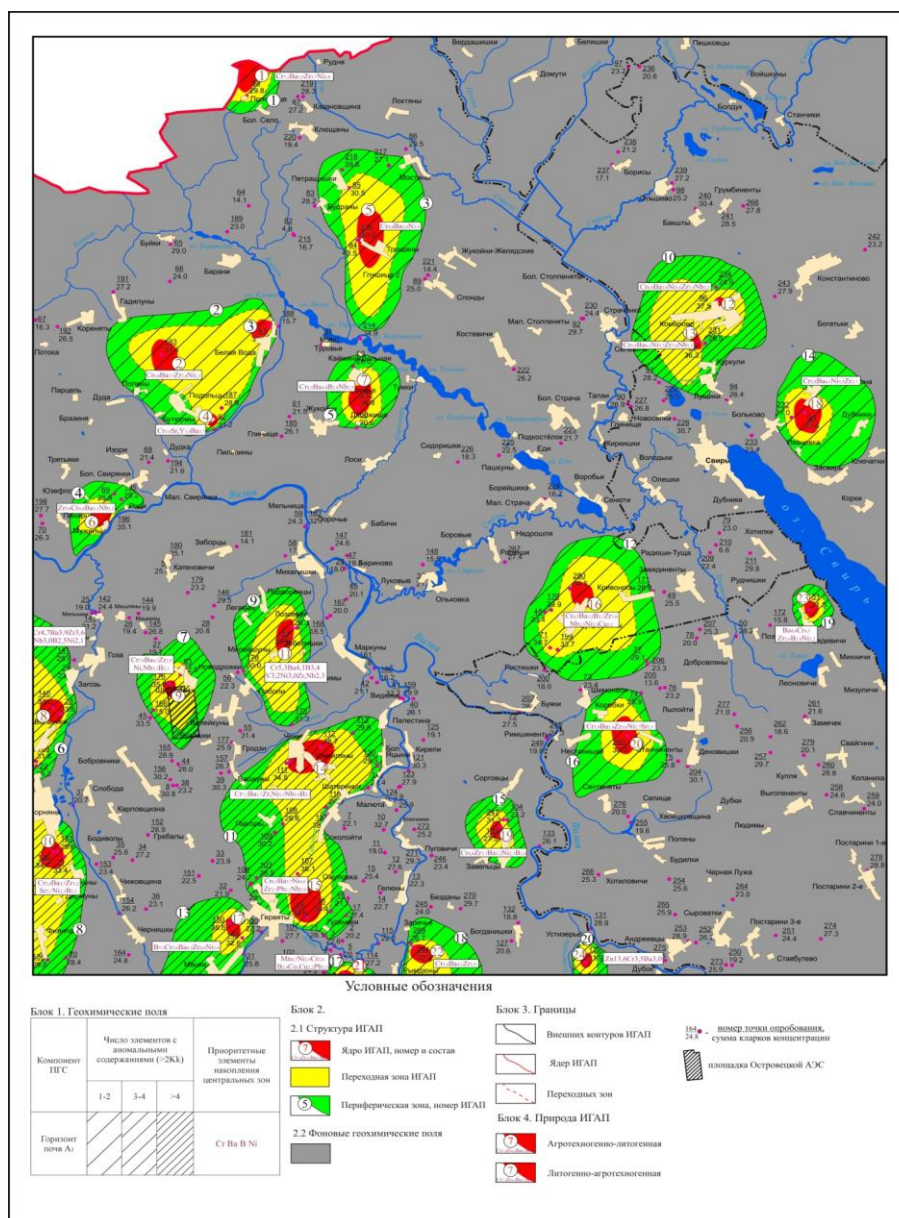
Второй участок с повышенными суммами Кк (30–35) выделен в центральной части листа Свирь (у д. Супроненты). Значения суммы кларков концентрации в точках опробования составляют 34,7, 33,7 и 34,5 соответственно. Данный ареал находится в пределах волнистой морено-зандровой равнины на дерново-подзолистых слабоподзоленных почвах на супесях водно-ледниковых и моренных, подстилаемых моренными суглинками. Участки используются по посев многолетних трав и под пашню.

Наименьшее значение суммы кларков концентрации отмечено на северо-западе исследованной территории (у д. Бурданы и у д. Барани), где суммы Кк составляет 4,8 и 14,1 соответственно. Данные точки расположены в пределах торфяника плосковолнистого ландшафта с останцами террас, низинными разнотравно-злаково- и гипново-осоковыми болотами, черноольховыми травяно-осоковыми и таволговыми, пушистоберезовыми осоковыми лесами на торфяно-болотных почвах.

Отдельные небольшие участки пониженных значений сумм кларка концентраций выделяются на юго-востоке территории обследования: в пределах торфяника к востоку от д. Радюша-Гуша, в бассейне р. Тушанка, а также торфяника у д. Позборцы.

Исходя из вышеизложенного, можно констатировать, что все аномальные участки с максимальными значениями Кк приурочены к территориям с моренными отложениями. Почвы здесь представлены суглинками и супесями, почвообразующая порода – моренные суглинки.

Следовательно, одним из факторов аномальных значений является литологический. Это молодые поозерские моренные отложения. Вторым фактором может быть сельскохозяйственная нагрузка на территории. Все аномальные участки по функциональному зонированию территории и визуальному осмотру заняты пашней.



Карта интегральных геохимических аномальных полей покровных отложений (0,10–0,15 м)
30-километровой зоны Островцевой АЭС

Войткевич, Г.В. Краткий справочник по геохимии / Г.В. Войткевич, А.Е. Мирошников, В.С. Поваренных, В.Г. Прохоров. – М.: Наука, 1970. – 280 с.

Матвеев, А.В. Геохимия четвертичных отложений Беларуси / А.В. Матвеев, В.Е. Бордон. – Минск: Беларуская навука, 2013. – 191 с.

Д. А. Пашкевич

Белорусский государственный университет, Минск

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ НЕФТЯНЫМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ

При современном уровне развития нефтяной промышленности ни одна её отрасль не относится к безотходным (в среднем, до 17% нефти и продуктов ее переработки теряется при добыче, транспортировке и переработке). При этом наносится большой ущерб народному хозяйству и природным объектам. За последние 7 лет по официальным данным в окружающую среду Беларуси только из нефтепроводов (НПР) излилось до 250 м³ нефти и нефтепродуктов (аварии на НПР: «Унеча-Вентспилс», «Мозырь-Брест», «Унеча-Мозырь»).

Основными источниками углеводородного (УВ) загрязнения являются: автотранспорт, предприятия нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности; газообразные выбросы и сточные воды промышленных предприятий; опасные отходы промышленных и муниципальных свалок (отстойных прудов,

бассейнов); разливы нефтяных УВ в результате аварий при нефтедобыче (Гомельский регион) и на НПР, нефтехранилищах и нефтеперегонных заводах и др.

При нефтяной контаминации суши происходит миграция нефти по почвенному профилю: фронтальное просачивание и гравитационное стекание по каналам миграции. В верхней части профиля – первый тип миграции (равномерное пропитывание почвенной толщи). В более глубокие горизонты нефть проникает по ходам корней, трещинам и другим ослабленным зонам (т.е. неравномерное распределение нефти). [2] Определенной защитой от проникновения основной массы нефти в самые нижние части почвенного профиля и в горизонты грунтовых вод в суглинистых почвах являются сорбционные барьеры, которыми служат органогенные горизонты в верхней (A_1) и средней (горизонт В) части профиля. Каналы миграции часто заканчиваются в иллювиальной части, создавая горизонт повышенной битуминозности. В этом горизонте сорбируется основная часть асфальтово-смолистых компонентов, преодолевших верхний барьер.

Глубину проникновения нефти и скорости её площадного распространения определяют множеством факторов.

Механический состав отложений: чем больше зернистость – тем легче нефть проникает на глубину и меньше сорбируется грунтом (Таблица 1).

Скорости нефтепросачивания для различных типов отложений*

Тип отложений	Песок крупный, флювиогляциальный	Супесь моренная	Суглинок моренный	Грунт илистый, аллювиальный
V max	до 80 мм/ч	до 38 мм/ч	до 5 мм/ч	до 0,5 мм/ч

*Примечание: данные получены практическим путем, max скорость просачивания – отмечалась за первый час опыта, влажность отложений $W=40-70\%$, использовалась нефть Зуевского месторожд. ($\rho=0,84$ г/см³, $\Pi=7,65\%$, $S=\text{до } 7,4\%$), в количестве 1 мл на 4,5 см³

Чем больше скорость просачивания – тем больше вероятность загрязнения грунтовых вод. На площадях с поверхностным залеганием грунтов с низкими скоростями просачивания обычно наблюдаются обширные шлейфы неглубокого загрязнения (горизонтальная составляющая миграции загрязнения преобладает над вертикальной). В песчаных грунтах фронт вертикального продвижения нефти сплошной. В отложениях легкого механического состава происходит фронтальное просачивание нефти на глубину 1,5-2 м, а в тяжелых суглинках она сорбируется в отдельных горизонтах (мозаичная, пятнистая картина загрязнения профиля).

Свойства углеводорода: быстро испаряющиеся легкие фракции затягиваются капиллярными силами на глубину до 1 метра, а тяжелые фракции проникают не глубже 12 см и создают на поверхности твердую корку.

Влажность: нефть быстрее перемещается во влажных грунтах, т.к. не расходуется на смачивание его частичек; поверхностная корка непрочна – возможно глубокое вымывание УВ с новыми порциями атмосферных осадков.

Растительный покров: сдерживает распространение загрязнения.

Рельеф местности: является одним из основных параметров при утечках и контролирует общую картину загрязнения (играет роль взаимоположение источника загрязнения к уклону местности).

Метео- и гидро- условия: ветер и вода способствуют переносам нефтяных УВ на значительные площади, а температура и солнечный ультрафиолет – более быстрому окислению и разложению нефтяных УВ. [3]

В приповерхностных условиях нефть и нефтепродукты могут находиться в следующих формах:

- в пористой среде и трещинах – в парообразном, жидком легкоподвижном, в свободном водорастворенном (водно-эмульсионном), в свободном неподвижном (как цемент между частицами грунта) состояниях;
- в связанном состоянии на частицах отложений, в том числе на гумусовой составляющей почвы;
- в приповерхностном слое в виде плотной органоминеральной массы.

Четвертичные отложения занимают большую часть поверхности Республики. Основными особенностями загрязнения нефтепродуктами территории Беларуси являются:

- значительное количество источников поступления нефтепродуктов в окружающую среду на сравнительно небольшой территории (автозаправочных станций общего пользования – более 700, складов – более 50, старых мазутохранилищ тепловой отрасли энергетики – сотни объектов; месторождений с залежами нефти – порядка 70-и, нефтепроводов – общей протяженностью около 3000 км, нефтепродуктопроводов – 1107 км);
- значительный срок эксплуатации большинства объектов (более 50 лет) и высокая степень физического износа оборудования;

– постоянные утечки нефтепродуктов (хотя и в небольших объемах). Происходит формирование визуально неидентифицируемых очагов загрязнения в почво-грунтах и подземных водах. Выявленные локальные очаги чаще всего приурочены к нефтебазам, период эксплуатации которых составляет более полувека. Наибольшие очаги загрязнения – участки размещения сливно-наливных эстакад. [4]

Ниже приведены идентификационные признаки обнаружения контаминированных нефтяными УВ территорий (индикаторы полевых исследований и материалов дистанционного зондирования):

- в загрязненных отложениях преобладают черные, серо-коричневые оттенки в верхней части профиля и темно-бурые, коричнево-бурые, буро-охристые – в нижней (усиленное оглеение, образование Fe-Mn пленок по граням структурных отдельностей);
- увеличивается количество структурных отдельностей больше 1 см, (агрегирование частиц, увеличивается содержание глыбовых);
- уменьшение пористости, влагоемкости отложений;
- при сильном загрязнении растительный покров вымирает;
- на поверхности воды образуется пленка (радужной окраски на мульти-спектральных снимках), в воде появляется керосиновый запах (легкие фракции растворяются в воде, тяжелые – откладываются на дне водоема); на радиолокационных снимках проявляются как темные пятна пониженной интенсивности (нефтяные пленки приводят к многократному отражению падающего излучения (как следствие – интерференция волн);
- наличие проталин в зимнее время (пятна нефти нарушают термическое состояние снега и льда, усиливают их таяние) (рис. 1 б);
- низкая отражательная способность (при сильном загрязнении кривые спектрального отражения горизонтальны). Интегральное отражение сильно загрязненных отложений – 10-12% (в сине-фиолетовой зоне коэффициенты отражения снижаются до 9-11%, в красной – до 8-13%) (рис. 1 а);

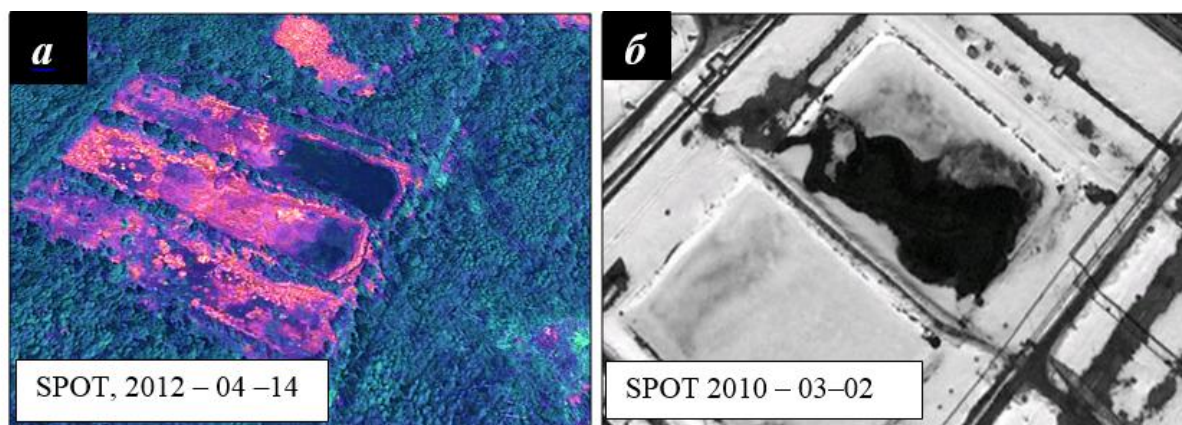
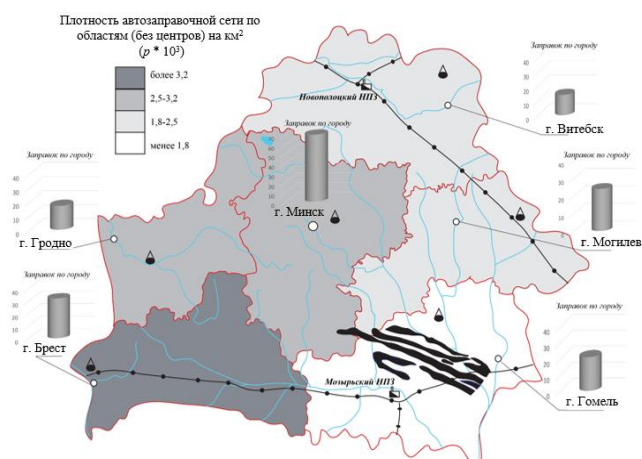


Рисунок 1 – а) Заброшенное нефтяное шламохранилище Мозырского НПЗ; б) «нефтяной отстойник» завода «Нафтан»

– отличие от незагрязненных отложений на космоснимках: нет подъема кривой спектрального отражения при увеличении длины волны. [2]

Общая специфика загрязнения земель нефтью и нефтепродуктами заключается в их долгом разложении.

Предельно допустимыми концентрациями нефтепродуктов в землях (в мг/кг) на территории Республики приняты: 50 (для сельскохозяйственных природоохранно-рекреационных, историко-культурных); 100 (для населенных пунктов, дачных кооперативов); 500 (для промышленных, транспортных, оборонных и иного назначения).



1 – территории доказанной нефтеносности; 2 – нефтепроводы; 3 – нефте-перерабатывающие заводы; 4 – основные нефтебазы

Загрязнение нефтью поверхностных отложений вызывает повышение соотношения в них углерода к азоту, снижение концентрации подвижного фосфора, обезжизнение, истощение кислорода и увеличение микробиологической активности углеродоусваивающих микроорганизмов. Естественная деградация нефти идет со скоростью 3-4 мг нефти в сутки на 1 кг отложений, очистка требует, по крайней мере, четырех лет.

Основные методы решения проблем нефтяного загрязнения, это:

1) термические (сжигание); 2) физико-механические и физико-химические; 3) биохимические (окислительное разложение углеводородов определенными культурами микроорганизмов).

Рисунок 2 – Схема развития нефтяной отрасли в Республике по регионам

1 - ; 2 - ; 3 - ; 4 -

1. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Экология почв: Учебное пособие для студентов вузов. Часть 3. Загрязнение почв. Ростов-на-Дону: УПД РГУ, 2004 – 54 с.
2. Кравцова В.И. Космические методы исследования почв – М.: Аспект Пресс, 2005 – 168 с.
3. Пиковский Ю.И. Трансформация техногенных потоков нефти в почвенных экосистемах // Восстановление нефтезагрязненных почв экосистем. – М.: Наука, 1988 – 254 с.
4. Хаустов А.П., Редина М.М., Черепанский М.М., Томина Н.М., Оношко М.П., Мамчик С.О., Огняник Н.С., Парамонова Н.К., Брикс А.Л. Проблемы идентификации и количественной оценки загрязнения геологической среды нефтепродуктами // Режим доступа - belisa.org.by, Дата доступа – 12.12.2013 г.

Г. В. Плескунова, С. А. Хорева

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

ПРИНЦИПАЛЬНАЯ СХЕМА ПОДЗЕМНОЙ ФЛОТАЦИОННОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ

ОАО «Беларуськалий», один из крупнейших в мире производителей хлористого калия, но добываемая руда имеет относительно невысокое содержание полезного компонента (хлористого калия), в среднем от 20 до 30%. Это определяет образование значительного количества отходов при обогащении руды. Ежегодно, при существующем объеме производства в ОАО «Беларуськалий», образуется 23-24 млн. тонн галитовых отходов и более 2,5 млн. тонн глинисто-солевых шламов, для складирования которых отведено под солеотвалы и шламохранилища свыше 1,9 тыс.га земель. В настоящее время общее количество складированных в солеотвалах и шламохранилищах отходов превышает 850 млн. тонн.

Для решения проблем, связанных с производством калийных удобрений, предлагается расположить часть корпусов обогатительной фабрики под землей, т.е. доставка необогащенной руды осуществляется только до околоствольного двора, где расположены корпуса дробления, измельчения и флотации. Доставка необогащенной руды осуществляется конвейерным транспортом, как и в стандартной схеме, но не до комплексов загрузки в скипы, а до первого корпуса фабрики – отделения дробления. При обогащении калийных руд дробление и измельчение

применяют для раскрытия сростков полезных и породных материалов, а также для доведения исходного материала до необходимой крупности и гранулометрического состава. Сильвинитовая руда содержит куски до 500мм и должна подвергаться дроблению до 4-5мм, с последующим измельчением до 0,10 мм. Поэтому целесообразно использовать двухстадийную схему с последующей классификацией и возвращением крупного продукта обратно в цикл измельчения. Технологическая схема измельчения и классификации руды, применяемая сейчас на ОАО «Беларуськалий», из-за больших габаритов, высокого уровня вибрации невозможна для применения в околоствольном пространстве. Поэтому в технологической схеме необходимо применять мельницу самоизмельчения (МС). Сущность процесса заключается в том, что крупные куски руды (до 500мм) измельчают более мелкие зерна до требуемого размера 0,3-0,1мм. Мельница проигрывает в производительности, но выигрывает в экономии электроэнергии за счёт инерционного хода. В предполагаемую схему измельчения после МС необходимо включение гидроциклона для отделения крупных кусков породы от уже измельчённых. Вторая солемельница должна доводить измельчение до нужной кондиции.

Дальше по технологической схеме располагается корпус обесшламливания. Гидравлическое обесшламливание основано на принципе классификации измельчённой руды по скорости осаждения за счёт различной крупности глинисто-карбонатных и солевых минералов. Для обесшламливания руды в калийной промышленности широко применяют гидроциклоны. Для горизонтальных выработок, ограничивающая высота которых 5,8метров, предлагается наклонное расположение гидроциклона. В данной схеме вместо обычно применяемого гидроциклона предлагается установить турбогидроциклон, который работает при высоком содержании твердых частиц в питании (экономия маточника) и может выделять фракции до 0,07мм, уменьшая потери полезного компонента. Предлагаемый турбоциклон, позволит экономить маточный раствор за счет изменения его концентрации и уменьшения количества воды, требуемой для этого, а также возвращения высвобожденного маточного раствора в производственный цикл. Изменение угла наклона гидроциклона позволит применить песковые насадки больших размеров, увеличить производительность, экономить электроэнергию. Выделенная глинисто-солевая суспензия уходит из процесса и по трубопроводу подается в поверхностное отделение сгущения или на переработку, где происходит процесс осветления щелоков по стандартной схеме, а высвобожденный маточный раствор по трубопроводу возвращается в производственный цикл. Обесшламленный продукт подается в корпус флотации. Успешное осуществление флотации определяется выбором наиболее эффективных в каждом конкретном случае флотореагентов, подготовкой флотируемой суспензии, длительностью и интенсивностью аэрации, гранулометрическим составом твердой фазы. Работа флотомашины на обогатительных фабриках ОАО «Беларуськалий» состоит из следующих стадий: пенный продукт поступает в первую камеру перемешивания флотации, продукт которой является конечным; камерный продукт идет в цикл основной флотации, продукт которой тоже является конечным; камерный продукт основной флотации направляется на контрольную, на этой стадии получают хвосты и промпродукт, который возвращают в цикл основной флотации. Для подземных условий необходимо более компактное и высокопроизводительное оборудование. Поэтому на стадии перемешивания флотации целесообразно использовать пневмоэжекторную флотомашину. Современные пневмоэжекторные флотомашинки отличаются простотой управления, низкими капитальными и эксплуатационными затратами, малой занимаемой площадью, высокой производительностью, большой высотой пенного слоя и системой промывки, позволяющей получать концентрат более высокого качества. Единственный минус – необходим внешний источник сжатого воздуха. Поэтому основную и контрольную флотацию предлагается строить на механических флотомашинах, располагая флотационные секции под углом 7-10градусов, чтобы процесс шел самотеком. На выходе из данного корпуса получается два продукта в виде пульпы. Это непосредственно хлористый калий, смешанный с маточником и галит также смешанный с маточником. Пульпа с хлористым калием по трубопроводу по аналогии со шламами выводится на поверхность в корпуса сушки и грануляции. Высвобожденный маточник подается обратно в технологический цикл. Пульпа с галитом по трубопроводу подается на добычный участок, где происходит процесс обезвоживания и полученный продукт роторными или ленточными метателями закладывается в выработанное пространство по стандартной наработанной в ОАО «Беларуськалий» схеме. Высвобожденный маточник возвращается по обратному трубопроводу в основной цикл. Хвосты, полученные в результате обезвоживания, перемещают в бункер пустой породы, а технологическая вода доставляется по трубопроводу в корпус флотации для повторного использования. Хвосты, полученные в результате основного процесса флотации, по трубопроводу доставляются до обрабатываемого участка, где проходят процесс обезвоживания и с помощью роторных метателей помещаются в выработанное пространство, а оставшаяся технологическая вода доставляется в корпус флотации для повторного использования.

Применение подземного расположения корпусов обогатительной фабрики обеспечит:

- снижение затрат на транспортировку полезного ископаемого;
- поможет исключить зависимость процессов обогащения от климатических условий на поверхности;
- снизит негативное влияние горных работ на окружающую природную среду района.

Титков, С.Н. Обогащение калийных руд / С.Н. Титков, А.И. Мамедов, Е.И. Соловьев; М.: Недра, 1982. – 216с.

Результаты исследовательских работ по совершенствованию флотационного способа обогащения калийных руд Старобинского месторождения / Турко М. Р., Махлянкин И. Б., Подлесная З.С., Зеленкина В.Г. // Совершенствование процессов обогащения калийной промышленности: сб. науч. тр. / работ / ВНИИГ. – Ленинград, 1974.

Л. Н. Рябова, И. А. Залыгина

Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ, СУЛЬФАТАМИ НИТРАТАМИ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ ОТЛОЖЕНИЙ ЗОНЫ АЭРАЦИИ ГОРОДОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

При картографическом обобщении геохимических материалов отложений зоны аэрации наиболее крупных городов Брестской области (г.Брест, г. Пинск, г. Лунинец, г. Барановичи, г. Кобрин, г. Береза, г. Белоозерск) использовались данные, полученные в рамках выполнения геоэкологических исследований территории Брестской области.

Отложения зоны аэрации представлены в основном флювиогляциальными, аллювиальными и озерными песками, в северной части области моренными песками и супесями. Мощность зоны аэрации колеблется от 0,5 м в поймах рек до 8,6 м на повышенных участках рельефа.

Химический состав отложений зоны аэрации различных городов Брестской области свидетельствует о неоднородности геохимического поля в городских средах. Это связано как с особенностями литологического состава, так и, в большей степени, со степенью техногенных нагрузок. Наиболее высокие средние концентрации тяжелых металлов Co (15,0 мг/кг), V (36,3), Cr (54,0), Pb (29,9), Cu (24,5), Zn (43,2 мг/кг) установлены в г. Барановичи, одном из крупнейших промышленных центров Беларуси, с более чем четырьмя десятками предприятий машино- и станкостроения, строительной индустрии, легкой и пищевой промышленности. В г. Бресте отмечены также высокие концентрации тяжелых металлов, особенно Cr и Zn, концентрации которых составляют 51,6 и 42,6 мг/кг соответственно.

В нижних слоях зоны аэрации (в водной вытяжке) определялись 17 элементов, содержание нефтепродуктов, СПАВ и фенолов. Ниже чувствительности метода исследований были определены концентрации ванадия, марганца, стронция, бария, скандия, лития, бора. Концентрация хрома во всех исследованных образцах составила <0,02 мг/л, молибдена и мышьяка – <0,005, ртути – <0,0005 мг/л. Из 69 образцов в 17% отмечено присутствие СПАВ и фенолов, наличие нефтепродуктов зафиксировано во всех пробах.

Результаты статистической обработки геохимических данных нижних слоев зоны аэрации показали, что наибольшие средние концентрации тяжелых металлов в водной вытяжке характерны для отложений верхнеплейстоценово-голоценового аллювиального горизонта (aIV). В этих же отложениях зафиксированы максимальные концентрации в водной вытяжке нефтепродуктов – 0,2690 мг/л, концентрации СПАВ и фенолов достигают 0,0280 и 0,006 мг/л соответственно. Это связано с небольшими мощностями зоны аэрации, сложными легкими по гранулометрическому составу отложениями и обладающими благоприятными условиями для миграции техногенных компонентов на глубину.

В целом, полученные геохимические данные свидетельствуют, что в зоне аэрации происходят активные процессы загрязнения за счет вертикальной миграции. Свидетелями, маркирующими эти процессы, выступают компоненты техногенного происхождения – нефтепродукты, фенолы, СПАВ и тяжелые металлы.

При построении карт были использованы геохимические данные по 165 скважинам (508 проб). Эти данные были сведены в электронную базу, созданную в системе управления базами данных «Access». Все точки опробования выносились на электронную (цифровую) карту Брестской области, а построение геохимических карт, отражающих их геоэкологическое состояние зоны аэрации, осуществлялось с использованием программного обеспечения «Map Info 8.5».

На основании полученной геохимической информации были построены карты загрязнения пород зоны аэрации по семи городам Брестской области – Барановичи, Береза, Белоозерск, Брест, Кобрин, Лунинец, Пинск.

На рисунке в качестве примера приведена карта загрязнения зоны аэрации г. Пинска.

На карту вынесены сведения: номер скважины по каталогу; геологический возраст отложений; мощность зоны аэрации (м); содержание нитратов и сульфатов (мг/кг). Столбчатой диаграммой показано содержание нефтепродуктов (мг/кг); знаком отражено присутствие фенолов и СПАВ (мг/л).

Цветом отражено на карте загрязнение отложений зоны аэрации тяжелыми металлами по коэффициенту загрязнения Z_c , который определялся по формуле:

$$Z_c = \sum K_c - (n - 1)$$

$$\frac{K_x}{K_f}$$

$$\text{где: } K_c = \frac{K_x}{K_f};$$

K_x – среднее по скважине содержание элемента загрязнителя, мг/кг;

K_f – фоновая концентрация элемента в отложениях соответствующего генетического типа, мг/кг;

n – число суммируемых элементов, содержание которых в отложениях превышает единицу.

Полученные результаты химических анализов показали, что значения суммарного показателя загрязнения отложений зоны аэрации городов Брестской области по восьми нормируемым элементам (Ni, Co, Mn, Cr, Pb, Cu, Zn, V) варьируют в пределах от менее единицы до 11,4. Согласно оценочной шкале опасности загрязнения по суммарному показателю почти все исследуемые отложения относятся к категории допустимого загрязнения ($Z_c < 16$). Исключение составляет одна точка с превышением этого показателя: г. Лунинец, район ул. Железнодорожная, в 0,12 км западнее железной дороги Барановичи-Сарны, на озерно-аллювиальной равнине, где

коэффициент концентрации в зоне аэрации составил 18,5. Здесь накапливается следующий ряд элементов:

$Zn(10) > Cu(5,0) > Pb(3,0) > Mn, Cr(2,5) > V(2,0) < Ni(1,5)$.

Загрязнение отложений зоны аэрации допустимого уровня загрязнения на исследуемой территории неоднородно, поэтому нами проведена детализация существующей градации:

- фактически незагрязненные отложения с показателем суммарного загрязнения $Z_c > 4$;
- относительно слабо загрязненные (Z_c 4-6);
- слабо загрязненные (Z_c 6-8);
- средне загрязненные (Z_c более 8).

Отложения с коэффициентами загрязнения более 8 выявлены в 3,2% от всех исследованных скважин.

В г. Барановичи максимальные коэффициенты загрязнения 11,4 установлены в промышленной зоне, где концентрируются элементы: $V(3,7) > Cu(3,3) > Cr, Co(2,8) > Ni(2,0) > Mn(1,6) < Pb(1,5)$.

В г. Бресте в 1,0 км восточнее русла р. Западный Буг на флювиогляциальной равнине в зоне аэрации определен показатель $Z_c = 10,9$. Накапливаются элементы: $V(4,0) > Co(3,6) > Mn(2,5) > Ni(1,8) > Cr < Pb, Cu(1,7)$.

В 1,38 км юго-западнее ж/д станции Брест-Южный, на флювиогляциальной равнине установлено накопление в зоне аэрации ($Z_c = 10,9$) следующих элементов:

$V(4,0) > Co(3,4) > Cu(2,0) > Ni(1,8) > Pb(1,7) > Cr(1,5)$.

В г. Пинске в 0,5 км от железнодорожной станции в зоне аэрации Z_c составил 9,8. Ряд концентрирующихся элементов имеет вид: $Zn(5,0) > Cu(3,0) > Pb(2,0) > Cr(1,8) > Mn(1,5) > Ni(1,3) > V(1,2)$.

В г. Кобрин в 1,7 км северо-восточнее центра города, в пойме реки Мухавец Z_c составил 8,7, с концентрацией элементов: $Co, V(3,3) > Cu, Ni(2,0) > Pb(1,5) > Mn(1,3) > Cr(1,2)$.

В целом, полученные данные свидетельствуют, что фактически незагрязненные и относительно слабо загрязненные тяжелыми металлами отложения зоны аэрации составляют 84% от всех исследованных отложений, слабо загрязненные – 13% и средне загрязненные отложения зоны аэрации точек опробования составляют 3%.

Таким образом, экологическая обстановка в отложениях зоны аэрации оценивается как удовлетворительная. При этом отметим, что процессы загрязнения отложений нижних слоев зоны аэрации маркируются присутствием компонентов техногенного происхождения – нефтепродуктов, фенолов и СПАВ, что может негативно сказываться на состоянии грунтовых вод первого от поверхности водоносного горизонта.

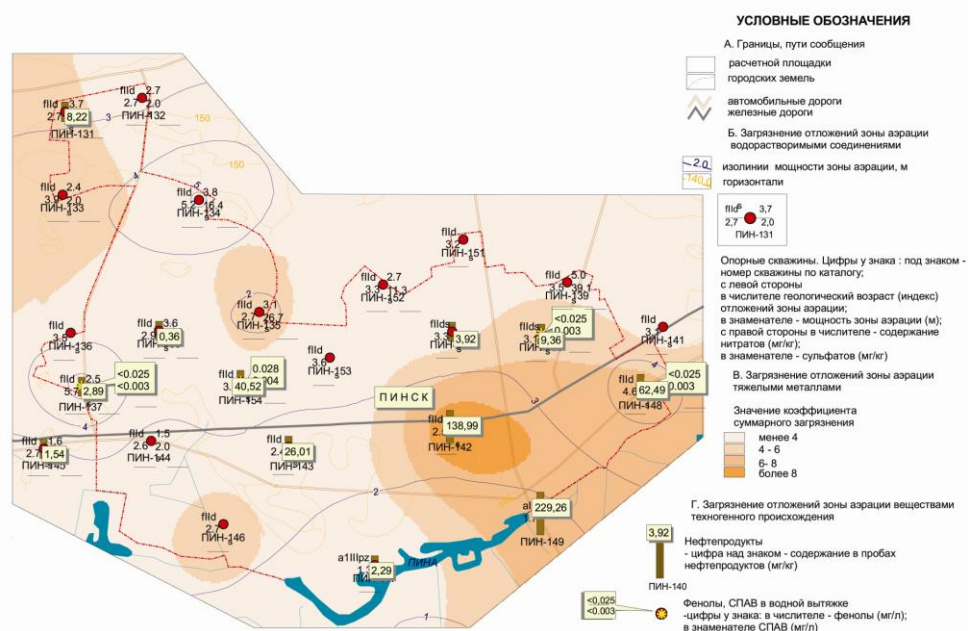


Рисунок. Карта загрязнения пород зоны аэрации территории города Пинска. Масштаб 1:50 000

Л. Н. Рябова

Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Современный активный слой донных отложений, занимающий пограничное положение между лито- и гидросферой, представляет собой мощный комплексный механический и физико-химический барьер, на котором происходит концентрация многих химических элементов, в том числе техногенного происхождения.

В настоящее время геохимические исследования донных отложений на территории республики проводятся в небольшом объеме, что связано со значительными финансовыми затратами. В 2012-2013 гг. в рамках проведения комплексных геохимических исследований нами был получен значительный объем данных по содержанию химических элементов в донных отложениях водных объектов на территории Брестской области. Для оценки экологического состояния донных осадков анализировались данные статистической обработки для всей выборки в целом, а также выборки геохимических данных, сформированных в разрезе основных типов водных объектов и в зависимости от гранулометрического состава. Полученная информация свидетельствует о широком разбросе данных по всем определяемым ингредиентам в донных отложениях. В районе исследований наиболее стабильными показателями отличаются кислотно-щелочные условия, превалирует слабощелочная реакция среды. Донные отложения в Брестской области характеризуются преобладанием в солевом составе в 50% проб аммонийной формы азота над нитратной. Кратность соотношения концентраций указанных соединений может достигать более чем 100 раз.

В таблице приведены данные статистической обработки для всей выборки геохимической информации по донным отложениям в целом для Брестской области. Наибольшей вариабельностью характеризуются концентрации водорастворимых соединений. По величине коэффициентов вариации (в порядке убывания) составлен ряд: $Cl > SO_4 > NH_4 > NO_2 > PO_4 > NO_3$. Медианные концентрации этих соединений значительно ниже (почти в 3 раза по содержанию SO_4^{2-}), чем их средние значения, что связано с большим количеством проб, имеющих экстремально высокие содержания.

Микроэлементный состав донных отложений отличается более стабильными показателями их концентрации, коэффициенты вариации менее 100%, за исключением кобальта. Высокими показателями вариабельности характеризуются редкие и рассеянные элементы, встречаемость которых менее 50%. Медианные концентрации микроэлементов в большинстве случаев выше средних значений, что связано с ограниченным количеством проб, содержания которых находятся в поле высоких значений.

Данные по выборке средних содержаний ингредиентов в донных отложениях основных типов водных объектов показали, что максимальное накопление в них соединений азота, хлоридов и фосфатов характерно для рек, сульфаты концентрируются в большей степени в отложениях мелиоративных каналов.

В соответствии со значениями коэффициентов суммарного накопления микроэлементов (R_7 - Ni, Co, V, Cr, Pb, Cu, Zn), для донных отложений составлен ряд типов водных объектов в порядке убывания величин этих коэффициентов: *пруды* – 112,0 мг/кг, (максимальные средние концентрации никеля, ванадия, хрома, свинца и меди); *мелиоративные каналы* – 99,6 (наибольшие содержания кобальта); *реки* – 93,7 (максимальные концентрации бария и марганца); *водохранилища* – 84,6 (наибольшие содержания цинка); *озера* – 47,8 мг/кг (минимальные средние значения элементов).

В целом, можно отметить, что накопление микроэлементов в донных отложениях во многом определяется их гранулометрическим составом, количеством органического вещества и его составом.

Концентрация аммонийного азота колеблется от 1,0 мг/кг до 131,3 мг/кг, наиболее часто встречаются концентрации в интервале 6-10 мг/кг. Содержания нитратной формы азота варьируют от 0,1 до 70,2 мг/кг, преобладают концентрации 2-6 мг/кг.

Наиболее часто в донных отложениях концентрации фосфатов встречаются в интервале 0,4-1,3 мг/кг, что значительно ниже, чем в почвах. Самые низкие значения содержания этих соединений, чаще всего, приурочены к зоне формирования торфяников - менее 0,1 мг/кг, самые высокие – к территориям с песчаными, реже супесчаными почвами. Это свидетельствует о внесении чрезмерно высоких доз фосфорных минеральных удобрений на поля, интенсивных процессах зафосфачивания компонентов агрогенных ландшафтов.

Содержания хлоридов варьирует в пределах 10,0-1053,8 мг/кг. Превышение порога токсичности этих соединений (100 мг/кг) выявлены в отложениях р.Чернявка – 1053,8мг/кг, р.Копаювка – 712,6 мг/кг, Королевского канала – 305,4 мг/кг, Косовского канала – 150,50 мг/кг, р.Лесная Правая – 101,8 мг/кг. В этих же точках в донных отложениях зафиксированы и максимальные концентрации азотных соединений, сульфатов, что свидетельствует о влиянии агрогенного фактора на формирование химического состава донных отложений в районе исследований.

Статистические показатели определяемых ингредиентов в донных отложениях Брестской области

Ингредиент	Среднее, (n = 138)	Ошибка среднего(±)	Мини- мум	Максиму- м	Медиа-н	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации, %
мг/кг							
pH	7,00	0,06	3,36	8,28	7,09	0,69	10
NH ₄ ⁺	9,61	1,2	0,50	131,3	6,90	14,06	146
NO ₃ ⁻	8,71	0,87	н/опр.	70,2	5,45	10,25	118
NO ₂ ⁻	0,61	0,08	0,03	5,25	0,25	0,89	145
SO ₄ ²⁻	896,41	121,02	1,0	9382,2	266,45	1421,66	159
Cl ⁻	53,87	9,2	10,0	1053,8	35,10	108,09	201
PO ₄	1,01	0,1	0,05	7,10	0,60	1,21	119
Ni	9,55	0,57	0,50	30,0	10,00	6,73	70
Co	5,91	0,64	н/опр.	50,00	5,00	7,50	127
V	10,24	0,76	0,50	50,0	8,50	8,93	87
Mn	299,64	15,03	30,0	1000,0	300,00	176,51	59
Ti	876,67	48,7	30,00	2000,0	1000,0	572,13	65
Cr	25,60	1,65	н/опр.	100,0	20,00	19,38	76
Pb	9,55	0,46	0,50	50,0	10,00	5,40	56
Mo	0,53	0,02	0,50	3,0	0,50	0,22	42
Zr	137,00	7,72	0,50	300,0	150,00	90,65	66
Nb	4,78	0,22	н/опр.	10,0	5,00	2,54	53
Cu	7,36	0,39	1,00	30,0	7,00	4,59	62
Zn	23,19	1,14	н/опр.	70,0	15,00	13,36	58
Ge	0,0036	0,0036	н/опр.	0,50	0	0,04	1175
La	3,01	0,75	н/опр.	50,0	0	8,85	294
Ba	207,62	13,56	н/опр.	3000,0	0	438,59	211
P	614,49	71,18	н/опр.	5000,0	500,00	600,19	98
Li	3,62	0,58	н/опр.	30,0	0,50	4,55	126
Sr	33,95	2,78	0,50	200,0	0,50	43,85	129
B	7,33	0,41	1,50	20,0	7,00	3,56	49

Примечание: н/опр. – концентрация ниже чувствительности метода исследований.

Содержания сульфатов в донных отложениях характеризуются широким разбросом величин– от менее 2 до 9 382,2 мг/кг (таблица), наибольшие значения этого показателя приурочены к территориям мелиорированных торфяников, наименьшие – к зоне развития песчаных отложений. Превышение ПДК по содержанию сульфатов выявлено в 84 точках, что составляет 60,9% от всех опробованных образцов.

Характерной чертой геохимического состояния донных отложений Брестской области является значительное превышение в них (в десятки и сотни раз) концентраций водорастворимых форм сульфатов над их содержаниями в прилегающих к водоему почвах и торфяниках. Это объясняется рядом причин, основными из которых являются вынос подвижных соединений из почв прилегающих ландшафтов, в основном мелиорированных, и повышенной продуктивности сульфатредукции при значительных запасах растворенных в воде сульфатов, особенно в тех водоемах, где в придонных слоях создается режим кислородной недостаточности. Концентрация сульфатов в донных отложениях зависит не только от абсолютного содержания в них органического вещества, но и в большей степени, от интенсивности тех процессов, которые протекают на контакте осадка и водной массы.

Полученные данные по содержанию нормируемых элементов (Ni, Co, V, Mn, Cr, Pb, Zn, Cu) в донных отложениях Брестской области показали, что приоритетными загрязнителями являются кобальт, концентрации которого превышают гигиенические нормы в 3,6%, никеля – 2,9%, цинка – 2,2% от общего количества образцов.

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 тяжелыми металлами ($Z_c < 16$) и только менее 3,6% попадает в категорию опасного уровня загрязнения ($Z_c > 16$).

Фактически незагрязненные донные отложения с показателем суммарного загрязнения $Z_c < 4$ зафиксированы в 72 точках, что составляет 52,3% от всех проб. Концентрации приоритетных загрязнителей не превышают фоновых концентраций или незначительно повышены в рамках естественных вариаций фоновых значений. Донные отложения с опасным уровнем загрязнения с показателями $Z_c > 16$ выявлены в канале Прилукский, р. Муха, р. Мухавец у д. Яцы, пруду в поселке Первомайском.

Содержание нефтепродуктов зафиксировано в 70,3% от всех опробованных донных отложений. Концентрация их варьирует от 0,19 до 1268,78 мг/кг. Превышение ПДК по этому показателю выявлено в 12,3% от общего количества образцов. Присутствие СПАВ в донных отложениях зафиксировано в 56,5% от общего

количества. Наиболее часто встречается концентрация менее 0,025 мг/л. Содержание фенолов в донных отложениях зафиксировано в 10,9% проб, при этом их концентрации не превышают 0,003 мг/кг.

В целом, приведенные материалы показали, что донные отложения, являясь продуктом как аллювиального литогенеза, так и сноса химических элементов в растворенном и взвешенном состоянии с прилегающих территорий, выступают как геохимический барьер, на котором концентрируются часто ассоциацией тех же элементов, что и в почвенном покрове. Характерная черта геохимии донных отложений - высокие концентрации сульфатов, превышающие во много раз их содержания в компонентах окружающего ландшафта.

А. В. Унукович, Н. И. Тановицкая, О. Н. Ратникова, А. В. Краковецкий

Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ТОРФЯНЫХ РЕСУРСОВ

Совокупность природных ресурсов в своем единстве выполняет множество различных жизнеобеспечивающих функций. Они являются не только исходным сырьем для экономической деятельности человека, но и осуществляют ассимиляцию отходов и различного рода загрязнений. Кроме того, они выполняют важнейшие функции поддержания жизни (стабильность глобального климата, сохранение озонового слоя, чистоту атмосферного воздуха) и обеспечивают экологическими услугами (рекреация и познавательная деятельность, эстетическое удовольствие и др.). Это в равной мере относится и к торфяным ресурсам. Поэтому в рыночных условиях и при таком многофункциональном их назначении важным направлением сохранения и рационального использования торфяных ресурсов является определение различных видов их ценности. Под термином «ценность» в данном случае понимается экономическая, экологическая, социальная или иная выгода, которая может быть получена от использования конкретного природного ресурса (объекта) и которая может быть количественно оценена в денежном выражении или иметь качественную характеристику.

В этой связи следует считать, что реальные цены на природные ресурсы или их стоимостная оценка могут стать эффективным рычагом в складывающемся рыночном механизме экономического управления, прежде всего, в условиях Беларуси и торфяными ресурсами. Как представляется, актуальной задачей современности является формирование стоимостных оценок (цен) на торфяные ресурсы с учетом не только экономических, но и экологических издержек. Следует также отметить, что отсутствие в Беларуси развитого рынка природных ресурсов, позволяющего более обоснованно формировать цены на торфяные ресурсы, делают выгодным использование их экономических оценок на стадии выбора вариантов экономического развития или различных проектов, связанных с их использованием. Например, многие виды флоры и фауны, экологические функции и блага, связанных с торфяно-болотными угодьями, в настоящее время практически не имеют стоимостных оценок.

Такая оценка необходима также для определения экономической ценности наиболее эффективных и безопасных способов освоения и использования ценных торфяных ресурсов, для государственного регулирования отношений природопользования и обеспечения рационального использования природного потенциала страны. Стоимостную оценку природных объектов, в том числе и торфяных месторождений с их множеством жизнеобеспечивающих функций, можно рассматривать и как стандартную завершающую модель экономического изучения всего природоохранного процесса.

Природный капитал торфяных месторождений играет важную роль в формировании бюджетных доходов, которые являются источником экономического развития. Однако, как показывает практика, в условиях Беларуси, доходы, получаемые от использования торфяных ресурсов, в результате их не исчисления формируются в других сферах деятельности и используются не по назначению, а также в результате неэффективной экономики уходят за рубеж и не инвестируются в другие виды высокодоходных активов (производственный, человеческий и социальный капиталы). Таким образом, сложившаяся практика управления торфяными ресурсами, как и другими природными ресурсами, в условиях Беларуси не обеспечивает продуктивную роль природных ресурсов в развитии экономики страны. Пространственная и временная ограниченность торфяных запасов, как и других минерально-сырьевых ресурсов, приводит лишь к их истощению, а, следовательно, к потерям ценного в экологическом отношении природного капитала.

Например, в Беларуси сейчас насчитывается около 183,4 тыс. га промышленно выработанных торфяных площадей и 109 тыс. га находится в разработке. При чем это ценнейшее природное достояние, которое может представлять более высокую экономическую ценность при альтернативном использовании, неэффективно используется – практически истощается. По расчетам автора, экономическая оценка указанных выработанных торфяных площадей оценивается огромными потерями природного потенциала, равными 20694,9 млн. долларов США. С учетом фактора капитализации эти потери многократно увеличиваются.

Как представляется, стоимость торфяного месторождения как и любого другого природного объекта может быть определена исходя из затрат на его восстановление в прежнем состоянии, в случае отчуждения его для целей, не связанных с природопользованием. Например, при отводе торфяного месторождения под промышленное или гражданское строительство, добыче полезных ископаемых и т.п., а также для определения ущерба при его деградации. Эту величину затрат можно использовать для определения стоимости истощения торфяных ресурсов в результате их изъятия из природной среды в целях потребительского использования.

Для определения экономической ценности месторождений торфяных ресурсов могут использоваться различные методы. Для целей стоимостной оценки торфяных ресурсов промышленного назначения, в частности, в условиях Беларуси наибольший интерес представляют восстановительный и доходный подходы. При этом потребительную стоимость применительно к торфяным месторождениям, можно рассматривать как ценность, которую они представляют для конкретного пользователя при конкретном варианте использования и без учета получения экономической выгоды. Могут быть и другие оценочные представления о ценности торфяных месторождений. Так, их инвестиционная стоимость может быть определена в инвестиционных целях использования его запасов и ресурсов и не обязательного учета возможности его предоставления в разработку на открытом рынке. Поэтому важным представляется исследование реальных стоимостных оценок применительно к природным ресурсам, и в частности торфяным ресурсам, которые являются достоянием всех граждан,

проживающих на территории Беларуси. Здесь важна также методическая концепция определения финансовых ресурсов, получаемых от использования природных ресурсов, с учетом фактора времени.

Кроме того, время, как фактор производства, является особым экономическим ресурсом, хотя оно имеет универсальный характер. Без наличия времени не протекает ни один производственный процесс или какая-нибудь другая экономическая деятельность, а преобразование экономических и природных ресурсов в действующие факторы производства требует определенной временной продолжительности и поэтому в системе экономических отношений время реально всегда количественно ограничено и невоспроизводимо. Так, стоимость определенной суммы денег (денежного потока) является функцией не только производственных факторов, но и времени возникновения доходов и расходов. В этой связи все расчеты по оценке стоимости месторождений полезных ископаемых, включая и торфяные, должны осуществляться с учетом временного фактора и базироваться на концепции временной цены денег.

Такой подход к оценке эффективности инвестиций, включая и природный капитал, согласуется также с концепцией рыночной экономики на уровне предприятий и современной теорией принятия управленческих решений, где стоимость определенной суммы денег рассматривается в зависимости от времени возникновения доходов и расходов.

Основным методом определения экономической ценности торфяных месторождений промышленного назначения, как представляется, может быть анализ дисконтированных чистых потоков реальных денег, которые могут иметь прямые или обратные связи. Этот метод можно считать стандартным при финансовой оценке и инвестиционной деятельности, связанной с освоением всех природных ресурсов. Он соответствует международным стандартам. В основу использования такого подхода положена процедура дисконтирования денежных потоков, что позволяет учесть изменение экономической эффективности инвестиций во времени при принятии решений и их реализации при решении задач рационального использования торфяных ресурсов на основе принципов устойчивого природопользования.

Однако для выработки экономически обоснованной политики в области использования торфяных ресурсов в современных условиях важно знать не только эффективность инвестиций, но и экономическую ценность различного рода функций и услуг экологического порядка торфяных месторождений. Сейчас большинство этих факторов вообще не имеют цены и не учитываются при принятии управленческих решений, связанных с использованием торфяных ресурсов. При оценке экономической эффективности освоения торфяных месторождений важным представляется учет стоимости истощения запасов торфяных ресурсов, а также экологической функций торфяных месторождений, связанных с депонированием углерода и регулированием водного режима территорий. В частности, разработан порядок определения экономической ценности торфяных месторождений промышленного назначения с учетом указанных их экологических особенностей. Например, стоимость восстановления одного гектара нарушенных или деградированных торфяно-болотных угодий составляет 16120 долларов США, а в расчете на тонну добытого сухого торфа эта величина составит 19,2 доллара США [2]. Если учесть истощение запасов торфа на месторождении площадью 4550 га при его разработке для производства торфяного брикета и затраты на их восстановление включить в цену конечной продукции, то общая сумма истощения запасов торфа на год разработки составит 12,2 млн. долл. а за весь период разработки – 458,1 млн. долл. США. Трансформируя указанную сумму денег в высокодоходные активы даже под 10% годовых, можно через 50 лет получить доход в сумме 126,8 млрд. долл. США, что может оказать существенное влияние на экономическое развитие страны в будущем.

Однако следует отметить, что такой чисто экономический подход оценки эффективности инвестиций, направляемых в разработку торфяных месторождений, не учитывает различные природоохранные аспекты торфяных месторождений. Как известно, торфяно-болотные угодья и связанные с ними экосистемы занимают важное место, например, в формировании баланса углерода. Депонирование углерода лесными системами совместно с болотными угодьями в условиях Беларуси также составляет ежегодно порядка 0,5-0,8 млрд. т, или в пересчете на CO_2 1,8-2,9 млрд. т. В месте с тем отметим, что указанные экологические функции торфяно-болотных угодий невозможно заменить никакими экономическими доходами, даже капитализированными в высокодоходные активы. В этой связи сохранение площади торфяно-болотных угодий является первоочередной задачей. Поэтому имеет экономический смысл проведение оценки косвенной стоимости всех торфяно-болотных угодий с учетом депонирования CO_2 и выполнения других природоохранных функций [1], что является задачей особого рассмотрения данной проблемы в рамках предложенных теоретических и практических подходов.

1. Унукович А.В., Аношко Я. И. Оценка экономической эффективности использования ресурсов торфяных месторождений // Природные ресурсы. – 2011. - №2. - С.110-118.

2. Унукович А.В., Краковецкий А.В. Экономическая ценность почвенных ресурсов // Структура и морфогенез почвенного покрова в условиях антропогенного воздействия : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 17-20 сент. 2013 г., Минск, Беларусь / редкол. : И.И. Пирожник (гл. ред.), Н.В. Клебанович (отв. ред.) [и др.]. – Минск : Изд. центр БГУ, 2013. – 459с.

М. Г. Ясоев

Заведующий кафедрой экономической географии и охраны природы Белорусского государственного педагогического университета им. М. Танка, Минск, Беларусь

А. И. Андрухович

Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка, Минск, Беларусь

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ И ВЕРОЯТНОСТНАЯ ОБУСЛОВЛЕННОСТЬ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В результате развития научной мысли на рубеже XIX и XX вв. обобщения разных школ геологов и палеонтологов привели к противоположным выводам о формировании Земли и биосферы, что вызвало необходимость создания научной теории, выходящей за пределы жесткой детерминированности всего сущего. Лайель впервые выдвинул знаменитый тезис об униформизме системы земных изменений. Из этого тезиса

следовало, что геологические тела бесконечно повторялись в истории планетного вещества. Механизм действия этого тезиса объяснялся через принцип суммирования отклонений (флуктуаций) в течение длительного времени. Из большого числа отклонений, всегда присутствующих в любой части земной системы, сохраняются путем суммирования лишь те, которые оказались наиболее устойчивыми, т.е. наиболее вероятностными. Следовательно, суммирование понимается как отборочное сохранение флуктуаций, а сам принцип – как отражение *вероятностного* подхода в геологии. Из этого принципа следовали эмпирический и теоретический выводы (Holmes, 1986; Woodford, 1985).

Эмпирический вывод вытекал из того заключения, что не всякие флуктуации способны отражаться и сохраняться в геологических отложениях, что и зафиксировано геологами и палеонтологами в геохронологии и геологическом разрезе.

Теоретический вывод из принципа суммирования сделан уже в XX столетии, и он доказывал вероятностное состояние земной системы (Глазовский, 1982).

Вероятностный образ мышления при изучении неорганической природы получил свое выражение в униформистском учении. Но еще большее влияние оказал этот образ мышления при исследовании другой части природы – органического мира. Чарльз Дарвин привел решающие аргументы, объясняющие индивидуализацию (развитие) организмов. В число своих доводов Дарвин включил также принципы униформизма и вероятностный подход.

Флуктуации (отклонения) известны в мире животных и растений как изменчивость. Ч.Дарвин (а также Ж.Б.Ламарк) допускал и безграничную возможность в этом направлении, указывая, что разные группы организмов характеризуются разной амплитудой изменчивости. Теперь мы знаем, что флуктуации (как неорганическом, так и в органическом мире) – свидетельство высокой энергетической активности систем. Ч. Дарвин принял во внимание широкий диапазон изменчивости допускал при этом контролирующий механизм – естественный отбор.

Следующий фактор вероятностного подхода – масштабность времени. Дарвин доказывал, что средняя продолжительность жизни видовых форм больше, чем время накопления геологических формаций. Это становление осуществлялось путем суммирования отклонений под контролем естественного отбора. Поскольку суммирование отклонений осуществлялось крайне медленно и непрерывно, то в принципе должен был появиться ряд организмов, показывающий постепенный переход от одного вида к другому. Отсутствие такого ряда организмов Дарвин объяснял, как и Лайель, неполной геологической летописи в земной коре. С позиции вероятностного подхода это означает, что естественный отбор сохраняет формы наиболее приспособленные (Kummel, 1981).

Ситуация изменилась, когда в сферу интересов науки вторгся вероятностный образ мышления, как это произошло в термодинамике. Физический смысл второго закона – тенденция к переходу всех видов энергии в низшую форму – тепловую, а тем самым к деградации. Мерой деградации, как известно, является энтропия. Л. Больцман в 1871 г. Показал, что энтропия отражает наиболее вероятностное состояние на молекулярном уровне и что такое поведение подчиняется статистическим закономерностям (Глазовский, 1982).

Второй закон термодинамики опирался на вероятностный подход. Но положения, которые он допускал, неожиданно для натуралистов XIX в. оказались противоположными тем, к которым пришла теория эволюции, исходившая из тех же предположений. В мире животных и растений развитие организмов, идущее в наиболее вероятностном направлении, имеет тенденцию к повышению организованности (прогресс) и, следовательно, к понижению величины энтропии. В конце XIX – начале XX столетия для некоторых исследователей данное обстоятельство служило аргументом в пользу признания особых факторов, не подчиняющихся установленным законам природы и якобы направляющих развитие организмов по заранее предначертанному пути. Эти факторы наделялись надматериальной сущностью и прямо вели к признанию божественной сущности материального мира, что привело многих ученых первой половины XIX в. к признанию идеи существования «Бога», высшего разума и т.д. (Knopf, 1987).

В XX столетии, когда была разработана теория открытых систем, выяснилось, что живая система относится к эквифинальному типу, которая способна понижать энтропию, сохраняя при этом высокую степень упорядоченности и работоспособности (Пригожин, 1986).

Техногенез в природной среде приводит к отклонению от состояния равновесия и необратимым изменениям в природных комплексах и геосистемах. Причем, как было отмечено выше, длительность процессов техногенеза существенно меньше, чем природных процессов, что создает определенные предпосылки для возникновения нелинейных зависимостей между техногенным вмешательством в природную среду и реакцией последней на них (U.S. Bureau of Mines, 2000).

В этой связи привлекает внимание теория нелинейных систем, разработанная школой Нобелевского лауреата И. Пригожина (Пригожин, 1986; 2000), которая позволяет описать эволюцию нелинейных, существенно неравновесных систем. Ключевой элемент теории – «диссипативные структуры». Они представляют собой развитие флуктуаций в равновесной открытой системе вследствие необратимого перехода в неравновесное состояние. Для их существования необходимы потоки энергии и вещества извне.

Оценка состояния природной среды под воздействием техногенеза, как открытой, существенно неравновесной системы, характеризуется степенью техногенеза. В рамках термодинамической теории эволюции неравновесных систем, критерием оценки выступает энтропия (Геохимия, 1990; Пригожин, 2000).

Начальные стадии техногенеза более отвечают условиям, которые рассматривает равновесная термодинамическая теория устойчивости, разработанная Дж. Гибсом. Критерий устойчивости F , определяется через термодинамические функции свободной энергии F , внутренней энергии E , и энтропии S .

$$F = E - TS, \quad (1)$$

где T – абсолютная температура по шкале Кельвина.

И.Пригожиным предложен расширенный вариант II-го закона термодинамики, который описывает как замкнутые, так и открытые системы. Открытая система характеризуется изменением энергии во времени:

$$d = d_e + d_i S, \quad (2)$$

где d_e – поток энтропии, обусловленный обменом энергией с окружающей средой, $d_i S$ – производство энтропии в системе вследствие необратимых процессов. Поскольку, из определения вытекает, что $d_i S \geq 0$ всегда ($d_i S = 0$ отвечает случаю изолированной системы), ясно, что отклонение от равновесия, в нашем случае развитие техногенеза, будет происходить, как процесс, в котором система достигает более низкого уровня энтропии, чем начальная, то есть:

$$\int \Delta S = \alpha \quad dS < 0, \quad (3)$$

где α – эволюционная фила (траектория эволюции системы в фазовом пространстве). И.Пригожин и Г.Николис называют процесс отклонения системы от равновесия «эволюцией системы».

При стационарном снижении энтропии в системе, то есть при постоянном подводе энергии, возникают условия для перехода флуктуации в диссипативную структуру. Условие стационарности будет иметь вид:

$$D_e - d_t S < 0. \quad (4)$$

Стационарность процесса означает, что к системе постоянно существует техногенный приток вещества, энергии и информации. Он, в свою очередь, вызывает поток энтропии $d_t S$, который заведомо больше, чем поток энтропии $d_e S$, характеризующий природный обмен техногенной системы с окружающей средой. Величину $d_t S$ нетрудно представить двумя слагаемыми.

Первое слагаемое, $d_t S_1$, определяет техногенный поток энтропии, вызванный непосредственно технологическими процессами техногенеза, который состоит из потоков: материального (материалы и оборудование) $d_t S_2$, энергетического (электрическая, тепловая, топливо, сжатый воздух) $d_t S_3$, информационного для организации первых двух потоков $d_t S_4$:

$$d_t S_1 = d_t S_2 + d_t S_3 + d_t S_4 \quad (5)$$

Второе слагаемое, $d_t S_5$ описывает реакцию на техногенные процессы – потоки энергии и веществ $d_t S_6$, и поток отходов $d_t S_7$:

$$d_t S_5 = d_t S_6 + d_t S_7 \quad (6)$$

Кроме того, вследствие техногенеза в природной среде совершаются механические $d_t S_9$, геохимические и физические процессы, $d_t S_{10}$ и $d_t S_{11}$ происходит также вариация физических полей, а их суммарное выражение $d_t S_8$ равно:

$$d_t S_8 = d_t S_9 + d_t S_{10} + d_t S_{11} \quad (7)$$

С учетом составляющих $d_t S_1$, $d_t S_3$, $d_t S_8$ в окончательном виде для оценки техногенеза в природной среде выражение имеет вид (dS)

$$dS - [(d_t S_2 + d_t S_3 + d_t S_4) + (d_t S_5 + d_t S_6 + d_t S_7) + (d_t S_8 + d_t S_9 + d_t S_{10})] < 0 \quad (8)$$

Термодинамическая функция энтропии, как мера упорядоченности системы (мера техногенного вмешательства в природную среду), может быть использована для характеристики равновесной и неравновесной систем. Кроме того, благодаря условию стационарности, выражение (8) позволяет отличить флуктуацию равновесного состояния от диссипативной структуры существенно неравновесной открытой системы. Важным для нашей модели является расширенное толкование II-го закона термодинамики И.Пригожина, в соответствии, с которым поток энтропии в общем случае можно разделить на две составляющие. Одна из них характеризует естественные процессы, другая, - техногенные.

ВЫВОДЫ.

1. Процесс техногенеза природной среды можно описать в рамках термодинамической теории эволюции неравновесных систем, разработанной школой профессора И.Пригожина. Индикатором данного критерия выступает энтропия. И.Пригожиным предложен расширенный вариант II-го закона термодинамики, которая описывает как замкнутые, так и открытые системы:

$$d = de + d_t S,$$

где de – поток энтропии обусловленный обменом энергией с окружающей средой, $d_t S$ – производство энтропии в системе вследствие необратимых процессов. Применяя хорошо известные соотношения А.Эйнштейна «вещество-энергия» и Ф.Больцмана – энтропия, как мера информации, все три потока могут быть вычислены через энтропию.

2. Процессы техногенеза, взаимодействуя и с природной геосистемой, характеризуются открытой системой в состоянии равновесия. Технологические процессы отклоняют систему от состояния равновесия. Степень техногенеза отражает степень неравновесности, глубину техногенных изменений природной среды, количественно отражаемую энтропией неравновесной открытой системы.

3. Предложено в качестве критерия техногенеза применять термодинамическую функцию энтропии, отражающую в соответствии с расширенным II законом термодинамики, степень неравновесности (глубину техногенных изменений).

4. Энтропия неравновесной системы оценивает совокупную глубину преобразований независимо от их природы (механической, физической, химической) и формы (вещество, энергия, информация).

Геохимия окружающей среды / Сагит Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. – М., Недра. 1990. - 422с.

Глазовский, Н.Ф. Техногенные потоки вещества в биосфере / Н.Ф.Глазовский // в кн. Добыча природных ископаемых и геохимия природных экосистем. – М.: Наука, 1982. -278с.

Пригожин, И.И. Время, хаос, квант. К решению парадокса времени / И.Пригожин, И.Стенгерс. – М.:Эриодидиал УРСС, 2000. -240с.

Пригожин, И.И. Порядок из хаоса / И.Пригожин, И.Стенгерс. – М.:Прогресс, 1986. -432с.

Europe's Environment / Edited by D.Stanners and P.Bourdeau.-European Environment Agency, Copenhagen, 1998. -684p.p.

Holmes, A. A revised geological time scaled Traus. Edinburg Geol Soc, 27, 1986. - pp. 183-216

Knopf, A. Measuring geological time Sci. Montly, 85, 1987. - pp 225- 236.

Kummel, B. History of the Earth W. H. Freeman and Co., San Francisco, 1981. -365p.p.

U.S. Bureau of Mines. 2000. Mineral Commodity Summaries, 2001. Washington, D.C: Government Printing Office. -387p.p.

Woodford, A. O. Historical geology, Freeman. San Francisco, 1985. -589p.p.

С. К. Мустафин, С. А. Захаров

Бакирский госуниверситет, г. Уфа, Россия, ОАО «Алмазы Анабара», г. Якутск, Россия

ПРОБЛЕМЫ ГЕОЭКОЛОГИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ В КРИОЛИТОЗОНЕ АРКТИКИ

Недропользование – вид природопользования, оказывающий большую техногенную нагрузку на все компоненты окружающей природной среды. Предприятия недропользования – комплексные, мощные источники продолжительного воздействия на приземную атмосферу, земельные ресурсы, гидросферу, геологическую среду, растительный и животный мир.

Особенно контрастно это техногенное воздействие проявляется в условиях Арктики, где трасса гусеничного вездехода или трактора протяжённостью 1 км нарушает лишайниковый покров на площади 0,6 га, в то время как с 1 га могут ежедневно кормиться 2-5 особей оленя.

В настоящем сообщении приведена характеристика основных экологических проблем освоения алмазоносных россыпей Арктической зоны Российской Федерации (РФ) на примере объектов, расположенных на северо-западе Республики Саха (Якутия) (далее РС (Я)), эксплуатацию которых в течение ряда лет успешно осуществляет ОАО «Алмазы Анабара» (Мустафин, Захаров, 2010).

В соответствии с подпрограммой «Оздоровление экологической обстановки Алмазной провинции» Государственной целевой программе «Охрана окружающей среды РС (Я) на 2007-2011 годы» ОАО «АЛРОСА», ОАО «Алмазы Анабара», ОАО «Нижне-Ленское» реализованы мероприятия по оздоровлению экологической обстановки в 9 улусах Алмазной провинции.

ОАО «Алмазы Анабара» ведут работы на объектах Эбеляхского алмазоносного поля расположенного на северной окраине Сибирской платформы, в зоне сочленения Анабарской антеклизы и Лено-Анабарского прогиба. Первый алмаз в устье р. Эбелях найден Амакинской ПСП в 1965 г., вскоре после этого была открыта крупнейшая в мире Эбеляхская россыпь алмазов (Додин, 2005).

Различным видам недропользования свойственны свои особенности воздействия на многолетнемерзлые породы (ММП) криолитозоны.

Разработка долинных россыпей приводит к разрушению почвенно-растительного слоя участков долин, обнажению их бортов, проходку канав, котлованов и др. В криолитозоне активизируются термоабразия, термокарст, термоэрозия, солифлюкция, обуславливающие техногенную трансформацию ранимой природы Арктики (Давиденко, 2003). Для пройденных в галечниках открытых выработок температура на 2-2,5°C выше, чем в окружающих породах (Котлов, 1978).

Рассматриваются эколого-геологические условия недропользования Арктики на примере разработки известных россыпей алмазов бассейна р. Эбелях – правого притока р. Анабар (северо-запад Республика Саха (Якутия)).

Регион относится к области наиболее мощного распространения самой низкотемпературной многолетней мерзлоты представленной Анабаро-Оленёкской приморской равниной и бассейнами нижнего и среднего течения рек Анабар, Лена, Яна, Индигирка. Рыхлые позднекайнозойские отложения представлены уникальными тёмно-серыми, буроватыми лёссово-ледовыми толщами, в составе которых в среднем 90% занимает лёд, а в основании разреза встречаются кости мамонта и других животных (Некрасов, 1976).

Рассматриваемый регион представляет собой относительно невысокое плато, расчлененное сетью долин правых притоков среднего течения р. Анабар; абсолютные отметки редко превышают 200 м, составляя 140-180 м. Длина реки Эбелях - правого притока р. Анабар составляет 108,0 км, площадь водосбора – 1968,0 км². Направление течения - широтное. Долина выработана в доломитах анабарской свиты среднего карбона, имеет корытообразный профиль с выположенными склонами и широким днищем.

Температура горных пород на подошве слоя годовых колебаний температур изменяется от -2,5°C до -4,8°C. Широко представлены криогенные процессы: пучение, морозобойное растрескивание, полигонально-жильное льдообразование, солифлюкция, курумообразование, оседание склонов, термокарст. Граница ММП предположительно находится на глубине 800 м. На участках распространения оторфованных тонкозернистых грунтов мощность сезонно-талого слоя 0,3-0,7 м и зависит от льдистости грунтов. Грунтовый лёд образует прожилки, клинья, линзы мощностью до 5м. Высокая льдистость отличает илестые осадки пойменной фации террас.

Плотик россыпей сложен залегающими субгоризонтально доломитами анабарской свиты среднего кембрия, реже дезинтегрированными продуктами их выветривания, иногда алевролитами и песчаниками, выполняющими карстовые и эрозионно-карстовые западины, с размерами в плане до 30-50 м. Доломиты отличает повышенная пористость и кавернозность, что в сочетании с тектоническими зонами трещиноватости благоприятствует карстообразованию. В регионе развиты терригенные породы нижнего мела, и верхнечетвертичные аллювиальные верхнечетвертичные-современные делювиально-солифлюкционные отложения. По литологическому составу выделяются отложения: валунно-гравийно-галечные с песчано-илистым заполнителем (русовая фация аллювия) и гравийно-песчано-щебенисто-глыбовые с песчано-илистым заполнителем (смешанная фация прибортовых частей).

Алмазоносность бассейна р. Эбелях определяют погребённые верхнечетвертичные долины с реликтами карстовых полостей, выполненных неогеновым аллювием (Граханов, 2007).

Пойменная фация представлена тёмно-серыми льдистыми суглинками с растительным детритом, рассеянной галькой, гравием и щебнем доломитов.

Надмерзлотные воды слоя сезонного оттаивания существуют в жидкой фазе лишь летом; химический состав вод гидрокарбонатный, кальциево-магнийный, иногда кальциевый; минерализация составляет 0,2-0,5 г/л. Межмерзлотные воды по составу гидрокарбонатные натриево-магниево-кальциевые с минерализацией зимой около 0,5 г/л, а летом 0,2-0,3 г/л.

В почвенном покрове доминируют тундровые перегнойно-глееватые и тундровые глеевые почвы, а на пойменных участках мерзлотные аллювиальные перегнойно-глееватые и мерзлотные аллювиальные дерново-глеевые почвы.

Горно-добычные работы на территории участков выполняются в весеннее время по мерзлоте, с двусторонним отвалообразованием при разносе бортов россыпи. Разработка россыпи формирует в долинах мелкокарьерный техногенный комплекс с глубиной разрезов до 10 м. Малая мощность потенциально плодородного слоя почвы (ПСП) позволяет производить вскрышные работы валовым способом, не разделяя ПСП и торфа.

Важнейшим мероприятием, снижающим интенсивность техногенной трансформации геологической среды вызванной разработкой россыпей является рекультивация нарушенных земель, выполняемая по мере образования выработанного пространства и завершаемая после окончания добычи, осенью того же года. Рекультивации подлежат: отвалы вскрыши, засыпаемые в отработанные блоки; отстойники-хвостохранилища с дамбами; промплощадки; рудные дворы; автоотвалы рыхлых горных пород; эфельные отвалы. Рекультивация включает планировку, проведение противоэрозионных мероприятий (горно-технический этап) с интенсификацией зарастания склоновых поверхностей техногенных образований (биологический этап).

При грубой планировке производятся следующие виды работ: 1) водоотстойники после окончания отработки месторождения опорожняются после отстоя воды; 2) обратная засыпка в осветлитель и водоотстойник большей части автоотвала рыхлых пород (вынутых из них же), их планировка; 3) в илоотстойниках иловая часть планируется и покрывается галечным материалом слоем 20-30 см; 4) разваловка оставшейся части автоотвала рыхлых пород и эфельного отвала бульдозерным способом, одновременно с засыпкой впадин, трещин, размылов и выполаживание откосов до 12°; 5) частичная уборка дамб; 6) выполаживание откосов насыпей, рудного двора и промплощадок до 12°, обеспечивающее их устойчивость и безопасное перемещение диких и домашних животных.

Чистовая планировка земель – окончательное выравнивание поверхности и исправление микрорельефа обеспечивает ряд условий: 1) общий продольный уклон поверхности рекультивируемых полос отвалов должен совпадать с уклоном долины реки с допущениями разности уклона до 3-5°; 2) откосы разрезов и отвалов вскрыши с целью исключения ветровой и водной эрозии, а также создания условий для зарастания их кустарниковой и травяной растительностью должны быть выполнены до 12° и террасированы.

Технологию биологического этапа рекультивации определяют: технология горнотехнического этапа, мощность и структура насыпного слоя, агрохимические и водно-физические свойств пород; биорекультивация может осуществляться путем естественного зарастания объектов.

Впервые для Арктики на объектах ОАО «Алмазы Анабара» применены сбор и утилизация отработанных масел, исключающие загрязнение почв.

Экологический мониторинг территорий отработки россыпей потребует применения ГИС-технологий и дистанционного зондирования способных, обеспечить требуемый уровень актуализации ландшафтно-экологических карт различного временного и пространственного масштабов (Алексеев и др., 2008), спутниковая информация красной зоны спектра полезна для выявления территорий нарушения почвенно-растительного покрова районов освоения тундры, где самовосстановление растительности происходит медленно (Корчуганова, 2006).

ОАО «Алмазы Анабара» впервые для недропользования в Арктике провело экологический аудит своей деятельности. Как было отмечено на V Северном социально-экологическом конгрессе (Москва, 2009), этот пример придал новый импульс стратегии становления и развития рационального недропользования в условиях уязвимой природы арктической зоны России.

Стратегия устойчивого развития районов разработки россыпей Арктической зоны РФ может быть эффективно реализована лишь при условии комплексирования усилий по оптимизации решения технологических, экономических, экологических и правовых аспектов недропользования практиками и учёными масштабных и динамичных природно-техногенных систем регионов нового освоения.

ОАО «Алмазы Анабара» при планировании и осуществлении мероприятий своей природоохранной деятельности плодотворно сотрудничают с учёными Института прикладной экологии Севера РС (Я), Института горного дела Севера СО РАН, вузовской наукой.

Разработка и внедрение методов экологического управления предприятием должны базироваться на применении процедуры экологического аудита недропользования и комплексной эколого-экономической экспертизы для намечаемой деятельности (Давыдов, 2007).

Опыт проведения комплексного экологического мониторинга регионов алмазодобычи из россыпей Эбеляхского поля, несомненно, будет востребован в перспективе при освоении объектов на побережье и шельфе моря Лаптевых, где известны алмазоносность пород триаса Анабарского залива (Граханов, 2007) и золото-платино-алмазные россыпи (Додин и др., 2005).

Анализ состояния природоохранной деятельности предприятий-недропользователей Арктической зоны РФ, рассмотренной на примере объектов разработки алмазоносных россыпей, обозначил перспективные направления её оптимизации (Мустафин, Захаров, 2010).

Алексеев Б.А., Солнцев В.Н., Тельнова Н.О. Методика использования Интернет-ресурсов для регионального эколого-ландшафтного картирования. // Мир геоэкологии / Сб. статей. М.: ГЕОС, 2008. С. 90-100.

Граханов С.А. Особенности формирования и закономерности размещения россыпей алмазов северо-востока Сибирской платформы / Дис. доктора геол.-мин. наук. Якутск, 2007. 40 с.

Давиденко Н.М. Актуальные вопросы геоэкологии. М.: ГЕОС, 2003. 428 с.

Давыдов А.В. Развитие методов экологизации хозяйственной деятельности горнодобывающего предприятия (на примере добычи алмазов) / Автореф. диссер. канд. эконом. наук. М.: ВИЭМС, 2007.

Додин Д.А. Устойчивое развитие и геоэкология Арктики // Разведка и охрана недр. 2005. № 6.

Додин Д.А., Иванов В.Л. и др. Российская Арктика - крупная минерально-сырьевая база страны (К 60-летию ВНИИОкеангеология) // Литосфера. 2008. № 4. С. 76-92.

Корчуганова Н.И. Аэрокосмические методы в геологии. М.: Геокарт: ГЕОС, 2006. 244 с.

Котлов Ф.В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека. М.: Недра, 1978. 263 с.

Мустафин С.К., Захаров С.А. Экологические проблемы освоения алмазоносных россыпей Арктики // Международное совещание по геологии россыпей и месторождений кор выветривания (РКВ-2010) / Тез. докл. Новосибирск: ИГМ СО РАН, 2010.

Некрасов И.А. Криолитозона северо-востока и юга Сибири закономерности её развития. Якутск: Якутское книжное издательство, 1976. 248 с.

И. В. Оснюк, Д. Л. Творонович-Севрук

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ Hg В СОВРЕМЕННОМ АЛЛЮВИИ РЕК ГУМИДНОГО ТИПА ЛИТОГЕНЕЗА

В направлении с севера на юг, при переходе от тундры к тайге происходит рост содержания Hg в донных отложениях рек севера России: 0,001 — 0,012 мг/кг, тайги — 0,003 — 0,027 мг/кг [Савичев, 2013]. В пределах тундры наиболее высокие концентрации большинства изученных элементов отмечены в почвах, а в тайге — в лонных отложениях.

В морских и печных волах Арктического бассейна концентрации ртути в лонных отложениях изменяются от 0.01 до 0.09 мкг/г с.м. В других районах мира и России они несколько выше (0.036 — 0.7 мкг/г с.м.), а в лонных осадках, подверженных техногенному воздействию предприятий, для которых ртуть является характерным загрязняющим веществом, существенно возрастают (2.44 — 54.2 и более мкг/г с.м.). Спелнее солержание составило 0,135 мкг/г с.м. В единичных пробах концентрации ртути достигали экстремально высоких значений — до 4 мкг/г с.м. [Овсеян... 2007].

В настоящее время ПЛК Hg для аллювиальных отложений в мире не разработано. Рекомендательный по оценкам бразильских экспертов безопасный уровень солержания ртути составляет 0.1 мкг/г с.м. [Овсеян... 2007].

Гранулометрический состав донных осадков играет важную роль в процессах накопления — рассеивания ртути. Максимальные концентрации ртути приурочены к лонным отложениям илистого и илисто-песчаного состава. Глинистые фракции по сравнению с песчаными в 4-7 раз обогащены ртутью.

Важнейшими факторами, влияющими на распределение форм ртути и её трансформацию в лонных отложениях, являются процессы метилирования, деметилирования и восстановления ртути, значения окислительно-восстановительного потенциала и pH, температурно-кислородный режим, солечность.

Песок, загрязненный отходами целлюлозно-бумажного производства, имеет более низкие значения этих показателей, а концентрации метана более высокие, чем песок, содержащий консервативный по отношению к

биохимической дегградации техногенный материал. При смене аэробных условий на анаэробные, и, соответственно, изменении на границе раздела вода – донные отложения значений pH и Eh, возможен переход гидроксилов железа и марганца в воду, который будет сопровождаться мобилизацией ртути. Непосредственное влияние на активность бактерий, содействующих в придонном слое воды и донных отложениях, оказывает температура. В связи с этим, повышение температуры, вызванное причинами приповерхностного или антропогенного характера, приведет к усилению процессов биодегградации органического вещества и усилению эмиссии ртути из донных отложений в воду. Скорость процесса метилирования в аэробных условиях выше, чем в анаэробных: процесс метилирования замедляется либо прекращается в присутствии сульфидов. При значениях Eh от –100 до +150 мВ основным продуктом метилирования является метилртуть. Ниже –100 мВ преобладает сульфидная ртуть. С увеличением концентрации сульфидов содержание метилртути снижается вследствие образования $(CH_3)_2Hg$ и HgS [Мелехина... 2012, Московиченко... 1998].

Изменение концентраций и форм нахождения ртути в воде во времени и пространстве в значительной степени определяются такими физико-химическими параметрами, как соленость, температура, содержание фульвокислот и хлоридов. Обнаружена значимая обратная пропорциональная связь между содержанием ртути в воде и соленостью, более тесная в придонном горизонте, положительная корреляционная связь выявлена между содержанием ртути и температурой воды. Значительный вклад в загрязнение ртутью Северной Лвины вносят сточные воды промышленных предприятий и бытовых стоков. Вынос ртути с почвенным материалом составляет $\approx 0,28$ т/год. С атмосферными осадками на площадь бассейна поступает ежегодно около 3,6 т ртути. В устьевой области п. Северная Лвина посылка 75 % от общего содержания ртути мигрирует в растворенной форме, и 25 % – во взвешенной. Ломинирующими формами нахождения являются органокомплексы ртути. Обнаружена прямолинейная связь между содержанием растворенной ртути и фульвокислот в воде. Среди неорганических форм нахождения преобладающей является димеркурхлорид. Неорганическая ртуть мигрирует также в виде гидросокомплекса и тетрамеркурхлорида. Влияние литологической принадлежности донных отложений на распределение Hg выражается в приуроченности минимальных концентраций к песчаным осадкам. По мере увеличения содержания в донных отложениях глинистого материала концентрации Hg в них возрастают. Илы по сравнению с песчаными осадками содержат в 4-7 раз больше ртути. Донные отложения содержат в среднем в 2,6 раз больше ртути по сравнению с почвенным покровом [Овсепян... 2007].

Концентрации Hg в донных отложениях малой реки р. Гуслицы достигает 0,032 – 0,185 мг/кг с.м. (в верховьях Гуслянка, водоток является притоком второго порядка р. Москвы, через р. Нерская.) [Мелехина... 2012]. Содержание Hg в водотоках Томской области районов нефтегазодобычи изменяется от 0,017 до 0,403 мг/кг (среднее значение 0,05 мг/кг), что не превышает допустимый уровень ПДК в почве – 2,1 мг/кг [Московиченко... 1998].

Таким образом можно сделать вывод о влиянии хозяйственной деятельности человека на накопление Hg в современных осадках, увеличении степени метилирования современного аллювия с постом гуманизации климата, воздействии органического вещества на концентрирование данного элемента и его тяготении к тонкодисперсным составляющим донных отложений.

Оценка уровня загрязнения донных отложений р. Гуслица / Мелехина Л. А., Подшивалова М. В. / «Биология, химия, физика: теоретические и практические аспекты»: матер. междунар. заочной науч.-практ. конф. 7 мая 2012 г. Новосибирск, Сибирская ассоциация консультантов, 2012, 104 с. Московиченко Д. В. Нефтегазодобыча и окружающая среда: эколого-геохимический анализ Тюменской области. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1998. 112 с.

Зональные особенности изменения химического состава речных отложений Сибири и условий его формирования / Известия Томского политехнического университета / Савичев, О. Г., Фунг Т. З., Т. 323, N 1, Томск, 2013. С. 157 – 161. Распределение, миграция и трансформация ртути в устьевой области р. Северная Двина, Овсепян А. Э. автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. геогр. наук, специальности 25.00.36., Ростов-на-Дону, 2007. 25 с.

Д. Л. Творонович-Севрук

*Белорусский государственный университет
географический факультет*

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ Mn В СОВРЕМЕННОМ АЛЛЮВИИ р. ТИТОВКА В г. МАРЬИНА ГОРКА

Город Марьина Горка расположен в более чем 60 километрах к юго-востоку от Минска. В его черте протекает р. Титовка, шириной от 20 до 40 м. Река начинается из р. Птичь, в окрестностях дер. Русаковичи, её протяжённость — 33 км, расход воды — 2,16 м³/с. Данный водоток, протекающий в пределах г. Марьина Горка (рисунок), соединяет бассейны р. Птичь и р. Свислочь. Водоток более чем десятикратно меньше р. Птичь по протяжённости, однако по глубине и ширине не уступает последней. В городе существует водоохранный Марьина Горка санитарно-рекреационная зона. Водосбор р. Титовка располагается в пределах Центральной геохимической провинции. Река соединяет бассейны 2-х рек Свислочи и Птичи, верховья которых располагаются более чем в 100 км севернее. Для рассмотрения особенностей дифференциации Mn в аллювии речной сети г. Марьина Горка необходимо оценить также особенности распределения изучаемого элемента в аллювии рек, между которыми происходит водообмен.

Примером бассейна, располагающегося вне урбанизированных территорий, является левобережный приток р. Припяти – Птичь. Непосредственно в пределах водосбора размещается несколько крупных населённых пунктов и более 300 деревень. Хозяйственная деятельность ориентирована преимущественно на сельское и лесное хозяйство. Концентрации Mn в современном аллювии р. Птичь вблизи истока р. Титовка достигает значений, близких к 130 мг/кг.

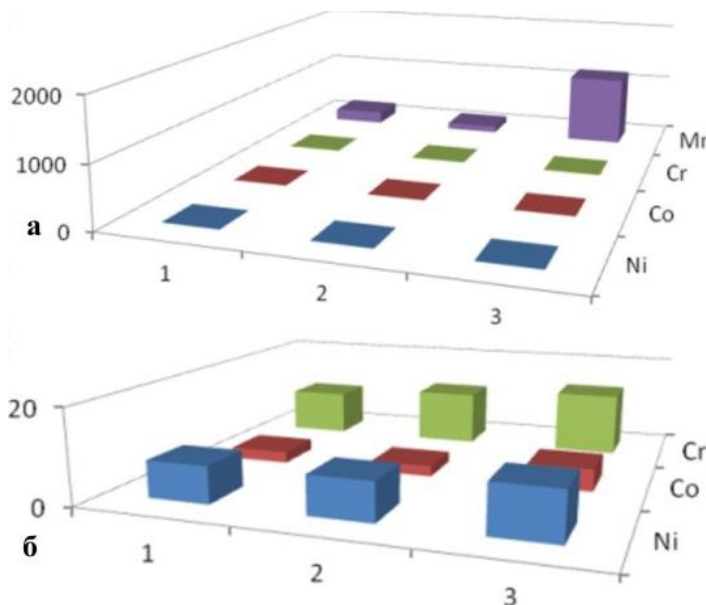
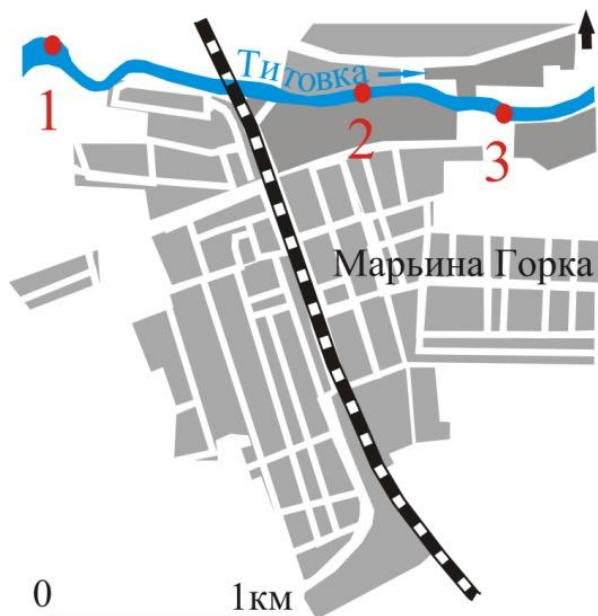
Главным объектом, оказывающим непосредственное влияние на эколого-геохимическое состояние р. Свислочь, является г. Минск. В водосборе р. Свислочь располагается станция аэрации, которая сбрасывает до 1 млн м³ условно чистых стоков в основную реку. Концентрация Mn в современном аллювии данной реки в устье р. Титовка в близка к 420 мг/кг сух. в.

Основной антропогенной составляющей г. Марьина Горка являются промышленные предприятия, расположенные в городской черте, являются ОАО «Пуховичский комбинат хлебопродуктов», ОАО «Машпицепрод», ОАО «Пуховичский пищекомбинат», ОАО «Пуховичи-лён». Вблизи города проходит автомобильная трасса Минск — Гомель, железная дорога Минск—Гомель (ж.д. станция Пуховичи).

Современные аллювиальные отложения в пределах р. Титовка представлены как песчаными разностями, так и образованиями, содержащими органическое вещество. Изучаемая река в пределах восточной окраины л. Новосёлки (точка 1), выше г. Марьина Горка представляет собой водоток, отличающийся выраженным меандрированием и малой скоростью

течения. Аллювий выше данного города представлен рыхлыми образованиями, обогащенными органическим веществом с долей минеральной составляющей менее 10%.

Визуальный осмотр прибрежной полосы и водной поверхности указывает на широкое распространение вблизи точки 3 ниже плотины, водохранилища Марьина Горка, скоплений пены, покрывающей до 90–95 % русла на расстоянии более 20 м ниже по течению. Выше г. Марьина Горка концентрация Mn достигают 208,0 мг/кг, тогда как ниже одноименного водохранилища, входящего в состав р. Титовка, его содержание увеличивается до 1171,0 мг/кг соответственно. На основе проведенных исследований можно говорить о пятикратном росте содержания Mn в современном аллювии в направлении от верховья к низовью реки. Данная особенность распределения Mn в аллювии малой реки свидетельствует о воздействии на состав донных отложений процессов, происходящих на урбанизированной территории.



Валовое содержание Mn, Ni, Co и Cr в донных отложениях р. Титовка в г. Марьина горка, мг/кг сух. в.
1 — 3 — точки опробования

О. А. Хачай*, О. Ю. Хачай**

Институт геофизики УрО РАН*, Уральский Федеральный университет, Институт математики и компьютерных наук**Екатеринбург, Россия

МЕТОДИКА ВЫДЕЛЕНИЯ ЗОН ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ДОЛГОВРЕМЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПО ДАННЫМ ПОПЛАШЕТНОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИОННОЙ СЪЕМКИ

Проблема обнаружения зон техногенного загрязнения окружающей среды, являющиеся зонами экологического риска приобретает все большую актуальность. Один из таких районов является район озера Карачай, Челябинской области. Зоны трещиноватости, или динамически активные элементы верхней части разреза способствуют транспортировке загрязнения от оз. Карачай на юг к оз. Улагач. В 1995г. были проведены геофизические исследования в рамках 3-d попланшетной электромагнитной индукционной методики, на трех участках. Интерпретация этих данных проводилась в два этапа (Хачай О.А., 1999) и в рамках усовершенствованной системы обработки, визуализации с использованием новых разработанных интерпретационных алгоритмов (Хачай О.А., 2003а,б, 2004). Анализ распределения интенсивности зон дезинтеграции по всем трем участкам для 4-ех частот показал, что пространственное распределение значений интенсивности этих зон больше на первом участке для всех частот и для всех уровней. Максимальное значение имеет место для самого приповерхностного уровня до 1м от поверхности Земли и распределение аномалий интенсивности носит упорядоченный субширотный характер. На более глубоких горизонтах наблюдаются отдельные интенсивные аномальные зоны. На втором участке распределение интенсивности зон трещиноватости носит аналогичный первому участку характер, однако абсолютные значения интенсивности существенно меньше. На третьем участке распределение интенсивности зон трещиноватости носит практически фоновый характер. Построенная объемная блоковая геоэлектрическая модель для всех трех участков, вмещающая проанализированные зоны трещиноватости, позволяет более подробно, попрофильно проанализировать собственно распределение проводимости в выделенных блоках и положение зон трещиноватости в соответствующих блоках. Следует отметить, что границы четвертичных отложений и коры выветривания, найденные в результате интерпретации электромагнитных данных понижаются от первого участка к третьему. Однако положение зон трещиноватости не всегда следует рельефу этой границы. Особо выделены разрезы по первому и второму участкам для профилей, зоны трещиноватости которых входят в блоки коры выветривания, представленную тремя интервалами удельного сопротивления: 200-500 ом · м, 500-1000 ом · м 1000-5000 ом · м.

Введем параметр интенсивности риска:

$$I_R(x, y) = \sum_i \sum_{n=1}^N \tilde{M}_0(x, y, l_i^n) * K_i$$

х,у-декартовы координаты поверхности исследования, $\tilde{M}_0$ - параметр интенсивности отдельной зоны трещиноватости, введенной в главе 2, I_i^n - номер слоя коры выветривания, $i=1,2,3$, n - количество зон, различающихся только вертикальной координатой, K_i - дополнительный вес к $\tilde{M}_0$, введенный по следующему правилу: $i=1 \rho_i=(200-500 \text{ ом} \cdot \text{м}), K_i=2$
 $i=2 \rho_i=(500-1000 \text{ ом} \cdot \text{м}), K_i=5$
 $i=3 \rho_i=(1000-5000 \text{ ом} \cdot \text{м}), K_i=10$
 для всех остальных значений $i K_i=0$.

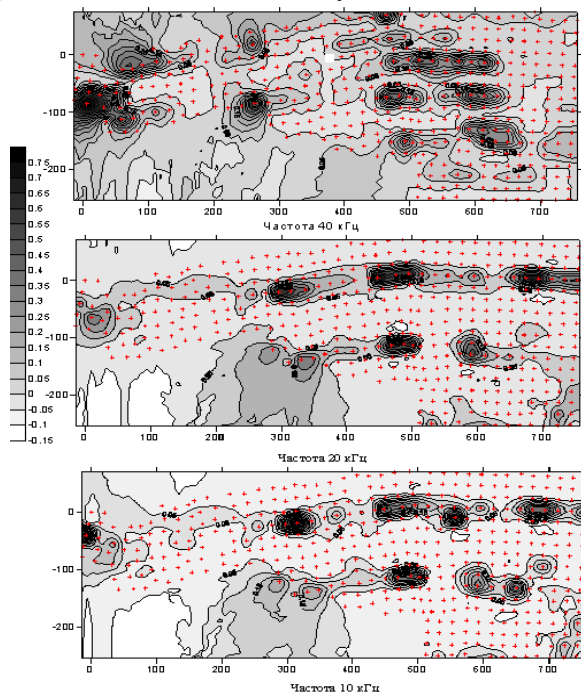


Рисунок 1. — Распределение зон интенсивного риска загрязнения участка 1

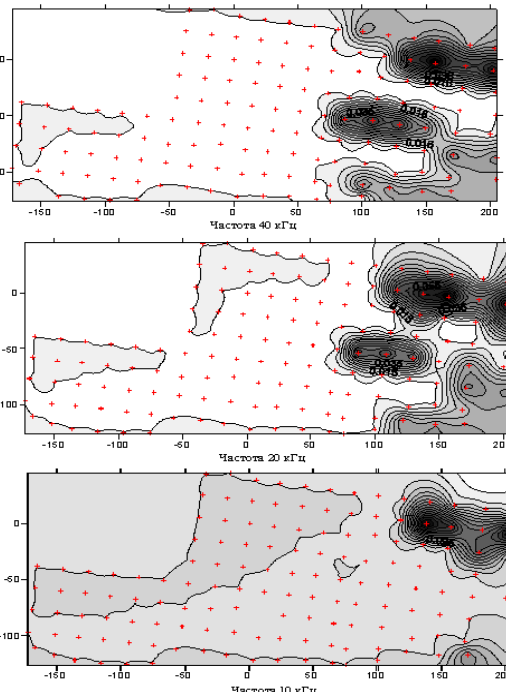


Рисунок 2. — Распределение зон интенсивного риска загрязнения участка 2

На рисунках 1-2 приведены распределения этого параметра для первого и второго участка, построенные по данным электромагнитной попланшетной индукционной съемки для трех частот.

Эти зоны имеют вид пятен, соединяющихся в полосы субширотного распространения. В работе (Хачай О.А.,1997) изложена теория и приведены результаты математического моделирования динамики аномального поля давления в сложноорганизованной трещиновато-пористой среде. Используя построенный алгоритм, была выделена Хачай Ю.В. зона максимального значения относительного коэффициента гидравлической проводимости на горизонтальном срезе $H=50\text{м}$ для исследуемой площади оз. Карачай - оз. Улагач. Установлена коррелируемость по направлению зоны максимального значения относительного коэффициента гидравлической проводимости на горизонтальном срезе $H=50\text{м}$ и расположения зон интенсивного риска по первому и второму участков. При этом выделена еще одна дополнительная субмеридиональная зона на первом участке.

Таким образом, можно рассматривать два типа транспортировки загрязнения: один – по четвертичным более пористым и лучше фильтрующим отложениям и второй - по зонам трещиноватости в коренных породах, морфология которых меняется с течением времени и которые могут служить как зонами транспортировки, так и зонами накопления загрязнений и увеличения их концентрации в коре выветривания. Первый тип можно выделить и с использованием методов постоянного тока (Хачай О.А.,1999). Второй же тип, который представляет более серьезную опасность и предполагает проведение повторных мониторинговых исследований, можно определить только с помощью 3-d методики. Предложенная методика в усовершенствованном виде представляется эффективной для использования ее в мониторинговом режиме.

Хачай О.А., Новгородова Е.Н., Бодин В.В. Использование электромагнитных индукционных малоглубинных исследований трехмерных неоднородных сред при решении инженерно – геофизических задач. // Физика Земли. 1999. №5. С. 47-53.
 Хачай О.А. К вопросу об изучении строения, состояния геологической среды и их динамики в рамках дискретной и иерархической модели // Геомеханика в горном деле. Труды международной конференции. Екатеринбург, изд-е ИГД УрО РАН, 2003 а, С. 30-38.
 Хачай О.А., Новгородова Е.Н., Хачай О.Ю. Новая методика обнаружения зон дезинтеграции в околоразработочном пространстве массивов горных пород различного вещественного состава. // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2003 б. №11. С.26-29.
 Хачай О.А. К вопросу об изучении строения и состояния геологической гетерогенной нестационарной среды в рамках дискретной и иерархической модели // Российский геофизический журнал.2004. №33-34.С. 32-37.
 Хачай О.А., Хачай Ю.В. О возможности контроля и мониторинга природно-техногенных процессов с использованием естественного электрического поля.// Проблемы безопасности при эксплуатации месторождений полезных ископаемых в зонах градопромышленных агломераций. УрО РАН, Материалы международного симпозиума SRM-95. Горный Институт, Екатеринбург. 1997. С. 343-347.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ

3

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Богдасаров М. А., Гречаник Н. Ф., Матвеев А. В. Перспективы расширения минерально-сырьевой базы четвертичных отложений территории Полесской седловины.	4
Губин В. Н., Иванов Д. Л., Санько А. Ф. Геологическое образование в Белорусском государственном университете.	5
Евзеров В. Я. Органогенные полезные ископаемые северо-востока Балтийского щита.	8
Зуй В. И. Асимметрия теплового поля Припятского прогиба.	9
Фунг Тхай Зыонг, Фан Хоанг Линь, Тринь Фи Хоань, Фан Ван Туан, Тон Шон Содержание меди в донных отложениях в зоне устья реки Меконг по сравнению с другими реками и районами на территории Вьетнама.	11
Иванов Д. Л., Мотузко А. Н., Еловичева Я. К. Эволюционная география – теория, практика, перспективы.	12
Макаренко Г. Л. Новая концепция изучения геологической природы торфяных месторождений.	15
Плакс Д. П. Ихтиофауна Полоцкого горизонта живетского яруса Беларуси.	16
Коломнец В. Л. Террасовый комплекс верхнеангарской впадины (Байкальская Сибирь): литология, стратиграфия и неотектоника.	19
Коницев В. С. Перспективы алмазности северо-востока Беларуси.	20
Махнач В. В. Создание палеогеографической модели на временном интервале келловей-оксфорд по данным бурения Лельчицкого объекта.	22
Махнач В. В., Силькова М. А. Динамика миграции малакофауны в келловей-оксфордское время в восточной части Беларуси.	23
Мотузко А. Н., Вишневский Н. В., Логачёв И. А. Изучение представителей Phylum Chordata Superordo Dinosauria в учебном курсе «палеонтология».	25
Мустафин С. К. Геология и типоморфизм самородного золота комплексных россыпей Южного Урала.	26
Обуховская В. Ю., Плакс Д. П., Кручек С. А. О палеонтологических маркерах в разрезе среднего девона территории Беларуси.	28
Обуховская Т. Г., Кручек С. А., Обуховская В. Ю., Плакс Д. П. О выделении подъярусов в отложениях живетского яруса среднего девона Беларуси.	29
Пелипец А. В. Роль побережья Северо-Восточного Приазовья в изучении социоприродных процессов антропогена.	31
Петрова Н. С., Денисова Н. Ю. Методологические аспекты минералогического контроля при оценке обогатимости калийных руд месторождений калийных солей хлоридного типа.	32
Петрова Н. С. О номенклатуре и классификации соляных пород калиеносных зон Припятского прогиба.	34
Самодуров В. П., Кутырло В. Э., Сиамак Мансури-Фар Изучение структурно-текстурных характеристик сильвинитов методом травления в насыщенных растворах.	36
Фи Хонг Тхинь, Чан Ван Ты, Чан Куок Кыонг Слабые грунты и опасные геологические процессы и явления на территории города Ханой (Вьетнам).	37
Хачай Ю. В., Анфилозов В. Н., Антипин А. Н. Формирование Земли и особенности минерализации ранней коры.	39
Шевелев Е. И. Линементная тектоника и актуальность её использования при нефтегазопромысловых работах.	40
Юдаев С. А. Гидрогеологические условия Бринёвского месторождения гипса и ангидрита.	42

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Аль-Дулайми Хамид Дахил Айяд Рациональное использование водных ресурсов Ирака: Проблемы и пути их решения.	44
Бельская Г. В., Левданская В. А., Бельская Г. В., Левданская В. А. Система управления окружающей средой в НГДУ «Речицанефть».	45
Брыкала Д., Бадый В. В. Эволюция систем каналов, соединяющих бассейны Вислы, Днепра и Немана.	46
Ван Шивэй Экологические проблемы горнодобывающей промышленности Китая.	47
Гледко Ю. А., Стома Е. И. Динамика уровня режима подземных вод Минского района.	48
Глоба Е. Ю., Каплунов В. Ю. Деатехногенезация углепородных отвалов.	49
Евграшина Г. П., Гежий А. И., Омельчук А. Ю. Геоэкологические проблемы западного Донбасса и пути их решения.	51
Ильченко В. Л., Медведева С. Г. Геоэкология и динамическая эволюция Земли.	52
Лаптежок С. А., Левданская В. А., Мехдизадех Муждехи А., Минченко Е. М., Лазар И. В., Дубина М. А. Геодинамические аспекты в экологической эпидемиологии.	54
Лаптежок С. А., Морзак Г. И., Хорева С. А., Гордеева Л. Н., Минченко Е. М., Осипов А. В. Влияние геодинамических процессов на структуру онкологических рисков.	56
Кузьмин С. И. Система мониторинга как средство оценки качества и рационального использования подземных вод в Республике Беларусь.	57
Лукашён О. В. Современное эколого-геохимическое изучение рек и озёр Республики Беларусь.	59
Макаренко Г. Л. Влияние климатического фактора на формирование, состояние и развитие озёрно-болотно-лесной биогеоценотической системы.	60
Медведева С. Г. Геохимия четвертичных отложений при оценке техногенного воздействия.	62
Мякота В. Г. Инженерно-геологические условия трасс магистральных трубопроводов Республики Беларусь как один из факторов обеспечения их безопасного функционирования.	64
Новик А. А. Геоэкологическая характеристика озера Белое.	66
Оношко М. П. Интегральные аномальные геохимические поля покровных отложений в пределах 30-километровой зоны Островецкой АЭС.	67
Пашикевич Д. А. Загрязнение четвертичных отложений Беларуси нефтяными углеводородами.	69
Плескунова Г. В., Хорева С. А. Принципиальная схема подземной флотационной обогатительной фабрики.	71
Рябова Л. Н., Залыгина И. А. Загрязнение тяжёлыми металлами, сульфатами, нитратами и нефтепродуктами отложений зоны аэрации городов Брестской области.	72
Рябова Л. Н. Геохимическая характеристика донных отложений Брестской области.	74
Унукович А. В., Тановицкая Н. И., Ратникова О. Н., Краковецкий А. В. Экономическая ценность торфяных ресурсов.	76
Ясовеев М. Г., Андрухович А. И. Термодинамическая и вероятностная обусловленность геологических и геоэкологических процессов.	77
Мустафин С. К., Захаров С. А. Проблемы геоэкологии и рационального недропользования в криолитозоне Арктики.	79
Осипов И. В., Творонович-Северук Д. Л. Распределение Hg в современном аллювии рек гумидного типа литогенеза.	81
Д. Л. Творонович-Северук Распределение Mn в современном аллювии р. Титовка в г. Марына Горка.	82
Хачай О. А., Хачай О. Ю. Методика выделения зон потенциального долговременного загрязнения по данным попланшетной электромагнитной индукционной съемки.	83

Научное издание

**ГЕОЛОГИЯ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ
И ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ**
Материалы VIII Университетских чтений

Минск, 3—4 апреля 2014 г.

В авторской редакции

Ответственный за выпуск *А. Ф. Санько*
Компьютерная вёрстка *Д. Л. Твороновича-Севрука*
Обложка *Д. А. Пашикевич*
Дизайн макета *Richter Nordmann*²⁰¹⁴

Подписано в печать 21.03.2014. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная.
Ризография. Усл.печ. л. 10,00. Уч.-изд. л. 12,31.
Тираж 100 экз.

«Цифровая печать», 2014